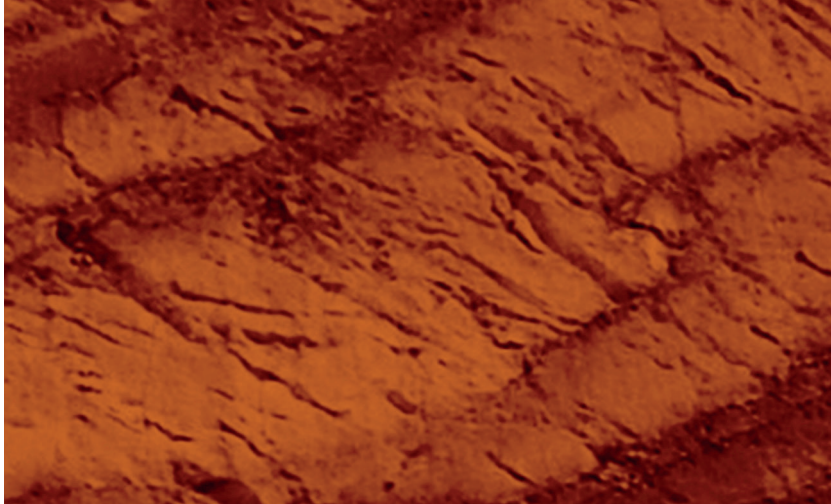


A GEOLOGIA NA CONSTRUÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO BRASIL

EDITORES

Fábio Augusto Gomes Vieira Reis
Caiubi Emanuel Souza Kuhn
Ronaldo Malheiros Figueira
Antonio Pedro Viero





A GEOLOGIA NA CONSTRUÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO BRASIL

Fábio Augusto Gomes Vieira Reis

Caiubi Emanuel Souza Kuhn

Ronaldo Malheiros Figueira

Antonio Pedro Viero

1ª edição
São Paulo, SP
2019



© Copyright 2019. Federação Brasileira de Geólogos – Febrageo

Produção Editorial
Editores/Direção:

Fábio Augusto Gomes Vieira Reis, Caiubi Emanuel Souza Kuhn, Ronaldo Malheiros Figueira e Antonio Pedro Viero

Projeto Gráfico/Diagramação:

Lucas Carvalho

Fotos Capa e Capítulos:

Álvaro Rodrigues dos Santos, Everton de Oliveira, Lorival Isler Junior e Acervo Febrageo

Revisão do Texto:

Mariselma Ferreira Zaine

Assistência na Preparação de Figuras:

Rebeca Meyer Isler, Lucilia do Carmo Giordano e Claudia Vanessa dos Santos Corrêa

Primeira edição: 3.000 exemplares

G345 Geologia na construção e desenvolvimento sustentável do
Brasil / Editores Fábio Augusto Gomes Vieira Reis ... [et al.]. -- São
Paulo : FEBRAGEO, 2019
x, 180 p. : il.

Inclui bibliografia
ISBN 978-85-94189-15-8

1. Geologia. 2. Atuação profissional. 3. Mineração. 4.
Petróleo e gás. 6. Águas. I. Reis, Fábio Augusto Gomes Vieira.

CDU 551

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Jaboticabal/SP - Karina Gimenes Fernandes - CRB 8/7418
Prefixo Editorial: 7805

A GEOLOGIA NA CONSTRUÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO BRASIL

PATROCÍNIO



CONFEA

Conselho Federal de Engenharia
e Agronomia

comgas

APOENA

nexa
resources

GeoMinAs
Geologia Mineração e Assessoria Ltda.
CREA-MT 3270

SINGEO
MG
Sindicato dos Geólogos

AGP
Associação dos Geólogos de Pernambuco

Sigesp

ASSOCIAÇÃO PROFISSIONAL DOS GEÓLOGOS
DO ESTADO DE SANTA CATARINA

MINERAÇÃO
JUNDU
60 anos

CP

JE
JAROUCHE & SAITO
GEOLOGIA APLICADA

TETRA TECH

Furlan

HIDROPLAN

AGEMAT

APOIO

BGE
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA
DE ENGENHARIA E AMBIENTAL

AGEPAR
ASSOCIAÇÃO PROFISSIONAL DOS GEÓLOGOS DOS PARANÁ

ACGEO
ASSOCIAÇÃO CAPIXABA DE GEÓLOGOS

ASSOCIAÇÃO PROFISSIONAL DOS GEÓLOGOS DO RIO
GRANDE DO NORTE
AGEPI

ASSOCIAÇÃO DOS GEÓLOGOS DO RIO GRANDE DO NORTE
1979

unesp

ASSOCIAÇÃO PROFISSIONAL DOS GEÓLOGOS
DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
APG - RJ

40 ANOS

APROG-SP

Associação Profissional dos
Geógrafos no Estado de São Paulo
APROGEO-SP

Fundada em 1970
APSG
ASSOCIAÇÃO PROFISSIONAL
SUL-BRASILEIRA DE GEÓLOGOS

ASSOCIAÇÃO DOS GEÓLOGOS DE GUARÁ
GEOCLUBE

INSTITUTO
ÁGUA
SUSTENTÁVEL

ABAS
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE
ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

REALIZAÇÃO

Funep

FEBRAGEO
FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE GEÓLOGOS
anos

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE GEÓLOGOS - FEBRAGEO

GESTÃO 2017 - 2019

DIRETORIA EXECUTIVA

Presidente: Fábio Augusto Gomes Vieira Reis

Vice Presidente: Antonio Pedro Viero

Secretário Geral: Celso de Almeida Bairão

Tesoureiro: Ronaldo Malheiros Figueira

VICE-PRESIDENTES REGIONAIS

Norte: Iloé Listo de Azevedo

Nordeste I: Jairo de Souza Leite

Nordeste II: Moacyr de Lins Wanderley

Centro-Oeste: Sheila Klener Jorge de Sousa

Sudeste: Antonio Geraldo da Silva

Sul: Abdel Majid Hach Hach

DIRETORIAS ESPECÍFICAS

Política de Geologia e Recursos Minerais: Jorge Luiz Padilha

Situação Profissional e Mercado de Trabalho: Rosemary Hoff

Imprensa e Divulgação: Elielson Krubniki

Relações Sindicais: Orildo Lima e Silva

Assuntos Parlamentares: Caiubi Emanuel Souza Kuhn

CONSELHO FISCAL:

Titulares: Antônio Christino Lyra; Daniel Cardoso; Nivaldo José Bósio

Suplentes: Ricardo Latgé Milward de Azevedo; José Vitoriano Britto; Joaquim Arcoverde Filho

ENTIDADES FILIADAS À FEBRAGEO

ABG - Associação Baiana de Geólogos

ACGEO- Associação Capixaba de Geólogos

AGECO – Associação Profissional dos Geólogos do Centro-Oeste

AGEMAT - Associação dos Profissionais de Geologia do Estado do Mato Grosso

AGEO-DF – Associação dos Geólogos do Distrito Federal

AGEPAR - Associação Profissional dos Geólogos do Paraná

AGEPI - Associação Profissional dos Geólogos do Piauí

AGERN - Associação Profissional dos Geólogos do Rio Grande do Norte

AGESC - Associação Profissional dos Geólogos do Estado de Santa Catarina

AGESE – Associação Profissional dos Geólogos no Estado de Sergipe

AGEOPA - Associação dos Geólogos do Oeste do Pará

AGP – Associação Profissional dos Geólogos de Pernambuco

AGPB - Associação dos Geólogos da Paraíba

APG – Associação Paulista de Geólogos

APGAM – Associação Profissional dos Geólogos da Amazônia

APGCE - Associação dos Profissionais Geólogos do Ceará

APG-RJ - Associação Profissional de Geólogos do Estado do Rio de Janeiro

APGV - Associação Profissional de Geólogos dos Vales - RS

APROGERO - Associação Profissional dos Geólogos de Rondônia

APROGAM – Associação Profissional dos Geólogos do Amazonas

APSG - Associação Profissional Sul-Brasileira de Geólogos – RS

ASSOGESPA - Associação dos Geólogos do Sul e Sudeste do Pará

GEOCLUBE – Associação dos Geólogos de Cuiabá

GEOMAP - Associação Profissional de Geologia e Mineração do Amapá

SIGESP - Sindicato dos Geólogos no Estado de São Paulo

SINGEMAT – Sindicato dos Geólogos do Estado de Mato Grosso

SINGEO-MG - Sindicato dos Geólogos no Estado de Minas Gerais

SINGEO-PA – Sindicato dos Geólogos no Estado do Pará

COLABORADORES - AUTORES

A Febrageo tem o imenso prazer de agradecer aos profissionais que colaboraram como autores dos capítulos no livro "A Geologia na Construção e Desenvolvimento Sustentável do Brasil".

Agamenon Sérgio Lucas Dantas

Álvaro Rodrigues dos Santos

Antonio Pedro Viero

Antonio Tadeu Corrêa Veiga

Augusto José Pereira Filho

Caiubi Emanuel Souza Kuhn

Celso Dal Ré Carneiro

Claudio Scliar

Daniel Cardoso

Elmer Prata Salomão

Everton de Oliveira

Fábio Augusto Gomes Vieira Reis

Fábio Braz Machado

Gláucia Cuchierato

Guilherme de Oliveira Estrella

João Carlos Simanke de Souza

Jorge Luiz Padilha

José Luiz Albuquerque Filho

José Paulo Godoi Martins Netto

Kátia Canil

Lucilia do Carmo Giordano

Marcos Antonio Leite do Nascimento

Nivaldo José Bósio

Pablo Souto Palma

Ricardo Latgé Milward de Azevedo

Rogério Loureiro Antunes

Ronaldo Malheiros Figueira

Rosangela Viana Vieira

Rosemary Hoff

Sheila Klener Jorge de Sousa

Suzi Huff Theodoro

Prefácio

O livro “A Geologia na Construção e Desenvolvimento Sustentável do Brasil” é uma iniciativa da Federação Brasileira de Geólogos – Febrageo, em conjunto com a Fundação de Apoio à Pesquisa, Ensino e Extensão - Funep, para comemoração dos 40 anos da Febrageo.

O livro apresenta uma descrição histórica do papel da Geologia no desenvolvimento socioeconômico sustentável do Brasil, discutindo alguns dos principais acontecimentos que influenciaram o conhecimento geológico no país em diferentes temas.

O livro busca integrar informações históricas com dados técnico-científicos sobre a evolução do conhecimento geológico no Brasil, avaliando sua situação atual e as perspectivas futuras, principalmente no âmbito do exercício profissional para a construção e o desenvolvimento sustentável do país.

São abordados temas relacionados com: a história do conhecimento geológico no Brasil; o papel da Geologia nas descobertas de petróleo e gás no país; a função da Geologia no desenvolvimento sustentável dos setores de mineração, de águas subterrâneas, de planejamento territorial e riscos ambientais, e aspectos sobre legislação, ensino e exercício profissional da Geologia no Brasil.

Descreve a evolução do conhecimento científico da Geologia no Brasil e do exercício profissional de Geólogos e Engenheiros Geólogos, sintetizando as principais áreas de atuação. Enumera razões da criação dos cursos de Geologia e Engenharia Geológica, e descreve sua sequência ao longo do tempo. Examina a motivação, a origem e a evolução dos institutos de pesquisa e de prestação de serviços geológicos, com destaque para o Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB).

O livro delinea, ainda, as perspectivas de atuação futura dos profissionais de Geologia no Brasil, levando em conta questões ambientais, de abastecimento mineral e energético, de geração de conhecimento básico e aplicado, de preservação da geodiversidade e do geopatrimônio, e de mitigação dos problemas causados pela atividade humana. Constata-se um imenso atraso, que atinge a ordem de décadas, na tomada de decisões nos campos referidos, quando se examina a situação atual de países desenvolvidos. A formação de Geólogos e Engenheiros Geólogos continua a ser uma questão de Estado, sobretudo, porque o conhecimento do subsolo brasileiro ainda é incipiente.

Aborda a questão, o Brasil tem ou não tem petróleo? Essa era uma questão intrigante para os gestores públicos brasileiros até a primeira metade do século XX. Depois de quase 100 anos de tímidos resultados, o Presidente Getúlio Vargas sanciona a lei que institui o monopólio da União na exploração, produção e refino de petróleo no país e cria a Petrobras, para dar conta da missão de assegurar a oferta deste bem estratégico aos brasileiros. A partir deste momento, a história do petróleo no Brasil se torna indissociável da Petrobras.

Dos poucos resultados iniciais nas bacias terrestres, ao avanço para o mar, buscando petróleo em águas cada vez mais profundas, a Petrobras soube forjar gerações de profissionais bem preparados, dispondo das melhores ferramentas e técnicas, para ousar localizar e produzir petróleo em qualquer ponto do território nacional, não importando as adversidades encontradas. A descoberta das gigantescas jazidas de óleo e gás, contidas nos carbonatos do Pré-Sal, é o atestado maior desta epopeia genuinamente verde e amarela.

À frente deste processo estiveram geólogos e outros profissionais envolvidos na difícil tarefa de desvendar o segredo dos sistemas petrolíferos das bacias sedimentares brasileiras. Um relato conciso de 160 anos de história da busca por petróleo no Brasil não pode deixar ao largo os diferentes momentos político-econômicos do país e as decisões institucionais decorrentes.

Portanto, o livro “A Geologia na Construção e Desenvolvimento Sustentável do Brasil” é uma das ações da Febrageo no fortalecimento e na divulgação da importância da Geologia para a sociedade brasileira. Desejamos uma excelente leitura e convidamos todos profissionais a participarem das entidades estaduais e regionais da Geologia, contribuindo para melhoria técnica e científica do Brasil.

SUMÁRIO

PÁGINA 01

Capítulo 1

**TRAJETÓRIA DO
CONHECIMENTO
GEOLÓGICO
NO BRASIL**

PÁGINA 35

Capítulo 2

**O BRASIL, O
PETRÓLEO E A
GEOLOGIA**

PÁGINA 67

Capítulo 3

**O SETOR MINERAL E A
FUNÇÃO DA GEOLOGIA
NO DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL**

PÁGINA 109

Capítulo 4

**ÁGUAS SUBTERRÂNEAS:
OLHANDO PARA O
FUTURO**

PÁGINA 123

Capítulo 5

**GEOLOGIA DE ENGENHARIA,
RISCOS AMBIENTAIS
E PLANEJAMENTO
TERRITORIAL**

PÁGINA 147

Capítulo 6

**LEGISLAÇÃO,
ENSINO E EXERCÍCIO
PROFISSIONAL DA
GEOLOGIA**

Capítulo 1

TRAJETÓRIA DO CONHECIMENTO GEOLÓGICO NO BRASIL

Celso Dal Ré Carneiro

Fábio Braz Machado

Fábio Augusto Gomes Vieira Reis

Guilherme de Oliveira Estrella

Agamenon Sérgio Lucas Dantas

SUMÁRIO

1.1 APRESENTAÇÃO

1.2 A EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO GEOLÓGICO NACIONAL

1.2.1 Trajetória da pesquisa geológica: um apanhado das grandes descobertas

1.2.1.1 Fase Pioneira

1.2.1.2 Fase das Grandes Expedições Naturalísticas Estrangeiras

1.2.1.3 Fase das Comissões Geológicas

1.2.1.4 Fase de Consolidação das Pesquisas

1.2.1.5 Fase das Pesquisas Consolidadas

1.2.2 As sociedades e associações geológicas e a federação dos geólogos

1.2.3 Geoparques e Patrimônio Geológico

1.3 O EXERCÍCIO PROFISSIONAL DA GEOLOGIA NO BRASIL

1.3.1 Principais áreas de atuação dos Geólogos ou Engenheiros Geólogos

1.3.2 Tendências de atuação profissional

1.4 HISTÓRICO DA CRIAÇÃO DOS CURSOS DE GEOLOGIA E ENGENHARIA GEOLÓGICA NO BRASIL

1.4.1 Cenários futuros de aprendizagem e atuação em ambiente digital

1.5 SERVIÇOS GEOLÓGICOS E INSTITUTOS DE PESQUISA

1.5.1 Geração e manutenção de bases de conhecimento em outros países

1.5.1.1 A migração do mapa geológico convencional para o mapa geológico digital 3-D

1.5.1.2 Desastres naturais ou induzidos pelo homem

1.5.2 O papel do Serviço Geológico do Brasil – CPRM/SGB

1.5.2.1 Histórico da atuação da CPRM

1.5.2.2 A atuação da CPRM como Serviço Geológico Nacional

1.5.3 O efêmero papel dos Sistemas Estaduais de Geologia e Mineração

1.5.4 A Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais

1.5.5 A função social da mineração

1.6 A GEOLOGIA COMO CIÊNCIA DA MUDANÇA CLIMÁTICA

1.7 GEOLOGIA COMO COMPONENTE ESSENCIAL NA FORMAÇÃO DE PROFISSIONAIS

1.7.1 Disseminação do Conhecimento Geológico

1.7.2 Evolução dos periódicos e páginas de internet

1.8 PERSPECTIVAS FUTURAS DA GEOLOGIA E GEODIVERSIDADE NO BRASIL

1.8.1 As oscilações na demanda de profissionais de Geologia

1.8.2 Os profissionais de Geologia e as ações de Estado

1.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O capítulo descreve a evolução do conhecimento científico da Geologia no Brasil e do exercício profissional de Geólogos e Engenheiros Geólogos, sintetizando as principais áreas de atuação. Enumera razões da criação dos cursos de Geologia e Engenharia Geológica, e descreve sua sequência ao longo do tempo. Examina a motivação, a origem e a evolução dos institutos de pesquisa e de prestação de serviços geológicos, com destaque para o Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB). O capítulo delinea perspectivas de atuação futura dos profissionais de Geologia no Brasil, levando em conta questões ambientais, de abastecimento mineral e energético, de geração de conhecimento básico e aplicado, de preservação da geodiversidade e do geopatrimônio, e de mitigação dos problemas causados pela atividade humana. Consta-se um imenso atraso, que atinge a ordem de décadas, na tomada de decisões nos campos referidos, quando se examina a situação atual de países desenvolvidos. A formação de Geólogos e Engenheiros Geólogos continua a ser uma questão de Estado sobretudo porque o conhecimento do subsolo brasileiro ainda é incipiente.



1.1 APRESENTAÇÃO

A ciência, nos últimos anos, tem se concentrado mais e mais na Terra como um planeta, aquele que, por tudo que sabemos, é único – onde se combinam um delgado cobertor de ar, uma fina capa de água e um filme ainda mais delgado de solo para sustentar uma teia de vida com maravilhosa diversidade e em contínua mudança (EDDY, 1993, p. 15).

A missão primordial da Geologia é reconstruir a sucessão de mundos que vieram sendo moldados, como resultado da interação cíclica dos processos terrestres com a imensa diversidade de seres vivos que povoaram o planeta ao longo do tempo. O aparecimento de formas de vida modificou o quadro evolutivo de um planeta, outrora inanimado, e influenciou profundamente o funcionamento dos incontáveis subsistemas que compõem o Sistema Terra.

Acompanhando a evolução do planeta, que circula há bilhões de anos ao redor do Sol, o registro geológico documenta produtos de processos, que, em geral, atuaram de forma cíclica, promovendo contínua reciclagem da matéria. Alguns eventos, entretanto, são extremamente raros e singulares, como extinções em massa de espécies, formação de ilhas vulcânicas ou queda de grandes meteoritos (GOULD; ELDREDGE, 1977). Somente a partir do século XX, a Geologia “voltou-se para a investigação de processos geológicos contemporâneos” (POTAPOVA, 2007, p. 87). Concebe-se a evolução da paisagem atual como o resultado da complicada interação de processos geológicos, climáticos, hidrogeológicos, pedológicos, biológicos e tectônicos (LEGGET, 1980; CHRISTOPHERSON, 2012). Da mesma forma, a conjunção de processos naturais no passado remoto determinou a herança tectônica, que, por sua vez, distribuiu pelo planeta os recursos hídricos, minerais e energéticos de que hoje a humanidade desfruta.

A Geologia nasceu como ciência de aplicação, uma vez que:

Tudo aquilo que o homem consome ele faz crescer ou retira do chão. Sob esse ponto-de-vista, o geólogo, suas atitudes e seu trabalho são de importância primordial para o bem-estar humano, excedendo até mesmo o significado de políticas de Estado (CHEW III, 1981, p. 22, tradução nossa).

O registro está disperso por todos os cantos da Terra; o estudioso deve ler, interpretar as suas páginas e alimentar o debate geocientífico, que, por sua vez, retroalimenta a evolução do conhecimento. Aos poucos, o passado da Terra é recomposto, fragmento por fragmento, sempre de modo dinâmico e controverso, jamais consensual. Desse modo, a função de Geólogos, Engenheiros Geólogos e demais profissionais de Geociências é desenvolver novos conhecimentos a partir do registro, recompor os intervalos da história da Terra e estabelecer diretrizes e orientações para uma convivência sustentável do homem com a Terra. Exige-se que o modelo mental, assim organizado, contemple o imenso volume de informações disponíveis, que não cessam de emergir, e que são fruto de atividades humanas relacionadas à pesquisa científica, à exploração econômica dos recursos minerais e energéticos disponíveis e à intensiva ocupação do espaço natural.

Toda e qualquer decisão relacionada à gestão de recursos e ao aproveitamento dos espaços naturais do planeta deve envolver os princípios básicos da ciência e o mais avançado nível de conhecimento científico sobre a história geológica do planeta e a interação com a dinâmica dos processos terrestres, sempre com a preocupação de preservar o meio ambiente.

1.2 A EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO GEOLÓGICO NACIONAL

Se considerarmos as atividades de pesca e extração de madeira como parte da agricultura e a produção de petróleo e gás como parte da mineração, seremos levados a concluir que a agricultura e a mineração continuam a fornecer todos os recursos básicos utilizados pela civilização moderna (MACHADO, 1989, p. 1).

Entre 1500 e 1800, a evolução do conhecimento geológico no Brasil limitou-se a uma sucessão de descobertas minerais e subsequente exaustão de minas. Somente a partir do Império (século XIX) surgem contribuições científicas, pois Portugal impedira quaisquer investimentos até então, tanto educacionais quanto técnicos, relegando à Colônia a função de gerar riquezas, exceto se houvesse “absoluto controle da Coroa” (MANTESSO-NETO, 2012):

Em resumo, desde a carta de Pero Vaz de Caminha informando ao Rei de Portugal a descoberta do nosso país e trazendo algumas descrições de paisagens, o que temos dos três primeiros séculos de nossa história são apenas relatos, dos quais alguns tratam de assuntos que mais tarde serão de interesse da Geologia (MANTESSO-NETO, 2012, p. 788).

As primeiras minas operadas no território brasileiro extrairam ouro na região dos morros do Jaraguá, Santa Fé e Doce, em São Paulo, e no litoral do Paraná, na região de Paranaguá (ABREU, 1975). Embora a busca por bens valiosos tenha motivado incursões ao interior do continente desde o século XVI até o século XVIII, a intensa atividade da época das Bandeiras não deixou, praticamente, qualquer herança para o conhecimento do subsolo (ALMEIDA, 1964).

1.2.1 Trajetória da pesquisa geológica: um apanhado das grandes descobertas

A história do conhecimento da Geologia do Brasil pode ser dividida de diferentes formas, dependendo do critério adotado. Schobbenhaus e Mantesso-Neto (2004) reconhecem as seguintes fases:

- Fase Pioneira [1790-1810];
- Fase das Grandes Expedições Naturalísticas Estrangeiras [1810-1875];
- Fase das Comissões Geológicas [1875-1907];
- Fase de Consolidação das Pesquisas [1907-2000], e
- Fase das Pesquisas Consolidadas [a partir de 2000].

1.2.1.1 Fase Pioneira

No final do século XVII, quando as minas de Jaraguá e Paranaguá começaram a se esgotar, descobriram-se áreas auríferas em Minas Gerais. As primeiras bandeiras aprisionaram muitos índios e coletaram pouquíssimo ouro, refletindo o maior interesse dos comerciantes; em 1674, Fernão Dias e seu genro, Manuel da Borba Gato, saem à procura da lendária Mina do Sabarabuçu, rica em ouro e esmeraldas. Gastando grande parte do seu patrimônio e enfrentando ataques de índios, malária, motins na equipe, Fernão Dias encontrou pedras verdes que pensou serem esmeraldas (eram turmalinas). Morreu em 1681, às margens do Rio das Velhas, que, por ironia do destino, mais tarde se tornaria uma vasta região aurífera. A expedição de Fernão Dias permitiu traçar a rota das grandes descobertas de ouro no Brasil. O Ciclo do Ouro iniciou-se com Borba Gato, em 1698, com a descoberta de grandes depósitos auríferos em Sabará - MG (GUIMARÃES, 1981), sendo sucedida pelas localidades de Rio Pardo (1698), Ribeirão do Carmo (1700), Catas Altas (1702), Serra do Caraça e Rio das Mortes (1703), Santa Bárbara e Rio Grande (1704) e Pitangui (1705), e com a formação de diversas vilas e cidades, como: Congonhas do Campo, Barbacena, Cocais, Santa Bárbara, São João Del Rey, Paracatu, Pitangui, Campanha, Bom Sucesso, Vila Rica (Ouro Preto) e Sabará. O clímax do ouro no Brasil se deu entre 1739 e 1779. No século XVIII, as áreas de extração de ouro espalharam-se pela Colônia, nos atuais estados de Minas Gerais, Bahia, Goiás, Mato Grosso, Ceará, Maranhão, Pará e Paraná (ABREU, 1975), deslocando mão-de-obra agrícola para as minas. Descrições da mineração colonial, feitas por portugueses, exaltavam a precariedade técnica com que era conduzida:

A economia colonial, escravista e mercantil, é portanto uma economia predatória e, nesse sentido, a expansão colonial tinha limites naturais: o esgotamento dos recursos dilapidados pelo modo de produção (NOVAIS, 1989, p. 108-109 apud FIGUEIRÔA, 1994, p. 43)

O povoamento, disperso, concentrava-se em áreas produtoras. Em 1729, diamantes começaram a ser extraídos no alto Jequitinhonha (MG) e no sertão do Abaeté (BA). O principal centro produtor foi o Arraial do Tijucu (atual Diamantina), que acolheu a Intendência dos Diamantes, em 1734. No ano seguinte (1735), a extração foi proibida por cinco anos, até que se encontrasse uma maneira eficaz, para que a Coroa controlasse o contrabando e, principalmente, até que se recuperassem os preços internacionais do quilate, abalados pela abundância da oferta. No século XVIII, a produção mineral diversificou-se, com descobertas de platina em Morro do Pilar (MG), cobre em Caraíba (BA), chumbo em Abaeté (BA) e topázio em Vila Rica (MG).

A Fase Pioneira se encerra no século XIX.

1.2.1.2 Fase das Grandes Expedições Naturalísticas Estrangeiras

A vinda da família real para o Rio de Janeiro, em 1808, abriu os portos da Colônia às nações amigas e permitiu ingresso de missões científicas, integradas por naturalistas europeus. Iniciou-se a Fase das Grandes Expedições Naturalísticas Estrangeiras, que culminou, na década de 1870, com a criação da efêmera Comissão Geológica do Império e a inauguração da Escola de Minas de Ouro Preto (1876), hoje vinculada à Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).

A criação do Museu Imperial, em 1818, aglutinou o maior acervo de História Natural e Paleontologia da América Latina. O Museu, posteriormente denominado Museu Nacional, e seu vasto acervo, foram destruídos por desastroso incêndio em setembro de 2018. Em 1810, implantou-se na localidade de Araçoiaba da Serra (SP), a Real Fábrica de Ferro de Ipanema, iniciativa pioneira da siderurgia nacional. Por outro lado, aumentou o interesse do Império pelo diamante, favorecido por descobertas na Bahia, em Minas Gerais e Goiás, devido à declinante produção anual média de ouro, que caiu de 8.900 kg, entre 1725 e 1800, para 2.000 kg, entre 1800 e 1860 (FIGUEIRÔA, 1994). Houve várias expedições à Amazônia, com descobertas pouco importantes de ouro nos Rios Madeira, Jamari, Corumbiara e Parecis. As expedições serviram, também, para estender o território brasileiro até o sopé dos Andes. A falta de pessoal técnico habilitado continuava sendo apontada como um grave problema:

É hoje tal a cegueira e o desleixo sobre essa matéria que mui pouca gente há entre nós capacitada dos grandes proveitos que consigo trará a lavra regular das nossas minas em uma boa administração metalúrgica (ANDRADA E SILVA, 1813 apud FIGUEIRÔA, 1994, p. 52).

O inglês John Mawe (1764-1829) foi o pioneiro, dentre os visitantes, ao estudar a região diamantífera de Minas Gerais, em 1810. O Imperador da Áustria, Francisco II, financiou grande expedição científica, quando sua filha, a Arquiduquesa Leopoldina da Áustria, casou-se com D. Pedro I, em 1817 (MACHADO et al., 2015). O geólogo alemão Wilhelm Ludwig von Eschwege (1777-1835), membro da missão, permaneceu no Brasil por 11 anos e registrou na Alemanha, em tiragem limitada, o texto “Contribuições para a Geognóstica do Brasil” (ESCHWEGE, 1822, ed. 2005), posteriormente resumido em português, no “primeiro livro didático de Geologia impresso no Brasil, de Nérée Boubée, professor em Paris”. Friedrich Renger traduziu a obra de Eschwege (1822), publicada em 2005 na revista *Geonomos*.

1.2.1.3 Fase das Comissões Geológicas

Derby (1906) distinguiu Eschwege como o fundador da Geologia do Brasil, mas a expansão do conhecimento da natureza deu-se, em parte, graças a pesquisas realizadas no interior paulista por dois irmãos brasileiros: José Bonifácio de Andrada e Silva, e Martim Afonso Ribeiro d’Andrada (CORDANI et al., 2018).

Já em meados do século XIX, na condição de país independente, o Brasil passou a requerer novos insumos minerais. A necessidade de se determinar o potencial mineral expandiu o ingresso de especialistas estrangeiros, dando início a mapeamentos. O geólogo Charles Frederick Hartt, primeiro diretor da Comissão Geológica do Império (CGI), utilizou a feliz expressão “conhecer os músculos do gigante”, para enfatizar o papel dos mapeamentos. A Comissão coletou vasto acervo geológico, posteriormente incorporado ao Museu Nacional. A CGI foi extinta em 1877, sob “motivos de ordem econômica”, mas, sobretudo, devido “à incompreensão dos poderes públicos” (ALMEIDA, 1964).

A Fase das Comissões Geológicas estendeu-se de 1875 a 1907, marcada pela retomada dos trabalhos sistemáticos de pesquisa, 30 anos depois de extinta a CGI, com a criação do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil (SGMB), composto por cientistas estrangeiros, como Charles F. Hartt, Orville A. Derby, John C. Branner e outros. Em 1886, foi instalada a Comissão Geográfica e Geológica da Província de São Paulo, sob a direção de Derby e, em 1892, criou-se a Comissão de Estudos do Carvão-de-Pedra do Brasil, dirigida por Israel C. White. Em 1891, a Constituição Republicana passa a vincular a propriedade do solo à do subsolo. A abrangência e o pioneirismo da Fase das Comissões Geológicas, que termina em 1907, podem ser apreciados pelo Relatório White, concluído em 1906, mas publicado em 1908 (WHITE, 1908). Trata-se de referência fundamental sobre a geologia do sul do Brasil (ALMEIDA, 1964).

1.2.1.4 Fase de Consolidação das Pesquisas

Na Fase de Consolidação das Pesquisas, desenvolveram-se importantes trabalhos de mapeamento e reconhecimento geológico no território, necessidade evidenciada até mesmo pelos grandes conflitos mundiais. A Primeira Guerra Mundial fortaleceu a visão de que o país não poderia continuar dependente de importações; o abastecimento mineral e energético das indústrias era inadiável, assim como a necessidade de instalar setores básicos de infraestrutura, envolvendo produção de carvão, petróleo, energia hidrelétrica, cimento e siderurgia.

Em 1934 foi criado o [Departamento Nacional de Produção Mineral] DNPM, na época vinculado ao Ministério da Agricultura, com a conseqüente extinção do SGMB. O DNPM sempre se ressentiu da falta de recursos financeiros e de um número adequado de pessoal técnico qualificado. A criação do Conselho Nacional do Petróleo (CNP), em 1937, veio agravar a sua situação, provocando o esvaziamento do seu quadro técnico. As dificuldades financeiras e técnicas do órgão perduraram durante as décadas de 40 e 50 (SBG, 1985 apud BERTOLDO, 2006, p. 2).

Em 1934, a Constituição Federal aprimorou o marco regulatório da Mineração no Brasil, definindo: (a) a competência da União para legislar sobre as riquezas do subsolo, que passa a pertencer à União; (b) a necessidade de concessão ou autorização federal para exploração mineral; (c) a conseqüente distinção entre a propriedade do solo da do subsolo, com preferência para o proprietário. Até então, o dono das terras era, ao mesmo tempo, proprietário do subsolo, que não passava de um mero acessório da fazenda (“desde o céu até o inferno”, como se dizia). Em 1937, uma Lei restringe o aproveitamento de recursos minerais exclusivamente a brasileiros ou a empresas legalmente constituídas por brasileiros. Em 1938, foi criado o Conselho Nacional do Petróleo (CNP). Em 1945, foi promulgado o Código de Águas Minerais.

Ao longo da quinta e sexta décadas do século XX (1941-1960) completou-se importante passo para o conhecimento geológico de Minas Gerais, com a expansão do mapeamento geológico do Quadrilátero Ferrífero, fruto do convênio USGS-DNPM (1946-1964 (DORR II et al., 1959; DORR II, 1969). No intervalo, muitas descobertas na Amazônia começaram a acentuar nosso enorme potencial mineral, tanto para o país como para o mundo. A meta de substituição de importações foi prioritária nessa etapa, fazendo com que a indústria extrativa mineral se expandisse, em parte estimulada por mudanças na legislação. Em 1946, o Código de Minas fortaleceu a separação entre os direitos do minerador e os do proprietário das terras (ABREU, 1975).

A criação da Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), em 1942, e da Petrobras, em 1953, ajudou a impulsionar a economia nacional, mas é preciso salientar outro aspecto do espírito desenvolvimentista dos anos 1950: a criação das primeiras escolas de Geologia e cursos de Engenharia de Minas, destinadas a formar profissionais capacitados a estudar as formas de acumulação de minérios e petróleo, e modos eficazes de aproveitamento econômico. Na década de 1960, foi criada a Companhia de Pesquisa de

Recursos Minerais (CPRM), que constitui hoje o Serviço Geológico do Brasil, e implantou-se o Programa Radar da Amazônia (Projeto Radam), posteriormente ampliado ao resto do país, sob a denominação Projeto Radambrasil.

Durante a Fase de Consolidação das Pesquisas, sobretudo após a edição dos Planos Mestres Decenais (PMD), a CPRM, a Petrobras, o Radambrasil, a Docegeo (Rio Doce Mineração), uma subsidiária da CVRD, e os sistemas estaduais de geologia e mineração, adiante referidos, desenvolveram intensivo programa de levantamentos geológicos. As ações envolveram, ainda, centros de pesquisa, universidades e variados grupos de pesquisa pública e privada.

[...] o Brasil só começou a ser mapeado, de forma planejada e sistemática, a partir de 1965, com a implementação do PMD, enquanto países como a Austrália, o Canadá e os Estados Unidos, iniciaram o levantamento geológico de seus territórios em meados do século XIX. [...] A enorme extensão territorial do país e as desigualdades regionais dificultam sobretudo a tomada de decisão sobre qual região priorizar, aonde mapear, qual escala adotar, e a própria gestão das atividades de mapeamento (BERTOLDO, 2006, p. 5).

Merece destaque o reconhecimento geológico efetuado pelo Projeto Reconhecimento da Margem Continental Brasileira (Remac), graças a convênio firmado entre Petrobras-CPRM-DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil) e o *Woods Hole Oceanographic Institute*. O Projeto Remac realizou 16 (dezesesseis) expedições científicas ao longo da margem continental, sendo pioneiro nos estudos sistemáticos da plataforma continental. Os resultados abrangem diversas publicações, como, por exemplo, Asmus e Guazelli (1981). Os dados fundamentaram a proposta brasileira de definição dos limites do território marítimo nacional, equivalente a mais de 50% da atual área continental emergida (MARTINS; CARNEIRO, 2012; LINQUEVIS et al., 2016).

Em 1984, Decreto Federal institui a Reserva Nacional de Cobre e Associados (RENCA), que proíbe a atividade de mineração em uma área de 46.712 km², entre o Pará e o Amapá. Todos os processos minerários ali foram suspensos e transferidos para a CPRM. Em 1985, o Projeto Radambrasil foi extinto, transferindo-se o acervo e as equipes técnicas para o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Em 1997, foi criada a Agência Nacional do Petróleo (ANP), que passou a armazenar os dados de Geologia e Geofísica da Petrobras e demais empresas petrolíferas, por meio do Banco de Dados de Exploração e Produção (BDEP), então operado pela CPRM/SGB; a ANP intensifica os levantamentos aerogeofísicos das bacias sedimentares brasileiras. Ainda em 1997, privatizaram-se os 41,7% das ações da CVRD pertencentes à União, extinguindo-se, na prática, a Docegeo.

A mensuração do grau de conhecimento geológico de um dado país é realizada por meio do “número de cartas ou mapas geológicos existentes em seu território, e de suas respectivas escalas” (BERTOLDO, 2006). Para diversos autores, as atividades de mapeamento geológico são transitórias. Contudo, Bertoldo (2000, p. 123) aponta que, com o passar dos anos, a execução de levantamentos geológicos mostrou-se necessária e permanente, até mesmo “nos países mais avançados e cobertos por mapas geológicos em escalas de detalhe”.

No intervalo 1980-2000, o progressivo aprimoramento da produção e veiculação de mapas e cartas em ambiente digital deu novo impulso à cartografia básica, incorporando-se a tecnologia de Sistemas de Informações Georreferenciadas (SIG) e bases de dados relacionais. Em princípio, quanto maior a escala dos mapas, mais preciso e detalhado será o conhecimento. Até setembro de 2005 (BERTOLDO, 2006), a cobertura cartográfica histórica da CPRM recobriu:

- Aproximadamente 45,9% do território nacional em escala 1:250.000, compreendendo cerca de 212 folhas geológicas;
- Aproximadamente 14,0% do território nacional em escala 1:100.000, ou seja, cerca de 282 folhas geológicas.

Bertoldo (2000) pondera que, se considerarmos atrasado o estágio de conhecimento global da geologia do país, “deve-se ressaltar que essa avaliação não pode ser estendida ao caso particular do conhecimento da geologia do petróleo no Brasil”, uma vez que a Petrobras, mesmo sem responder pelo mapeamento geológico sistemático, realizou extenso “Programa de mapeamento geológico em semidetalhe das bacias sedimentares paleozoicas” (1967 a 1973), em especial nas bacias do Parnaíba e do Paraná, e obteve grande progresso na pesquisa de petróleo e gás nas bacias sedimentares nacionais.

1.2.1.5 Fase das Pesquisas Consolidadas

A Fase das Pesquisas Consolidadas tem início, precisamente, na passagem do século XX para o XXI. Mantesso-Neto (2012, p. 795-796) considera que a escolha do Brasil como sede do 31º Congresso Internacional de Geologia, promovido pela Sociedade Brasileira de Geologia, na cidade do Rio de Janeiro, em agosto de 2000, reflete o “reconhecimento, pela comunidade científica internacional, da solidez das pesquisas na área das Geociências” no país. Nesta última etapa, as décadas iniciais do século XXI reafirmam a importância do setor mineral e energético brasileiro no cenário mundial, uma vez que o Brasil está entre os maiores produtores mundiais de petróleo e bens minerais.

A comunidade geológica atingiu um nível de capacitação e maturidade de nível internacional, e o País é representado em todos os organismos internacionais ligados a essa ciência. No início do século XXI, as oportunidades profissionais para geólogos têm tido aumento constante; certamente, os geocientistas serão ativos participantes da construção do futuro do País (MANTESSO-NETO, 2012, p. 796).

No intervalo 2005-2007, a Petrobras realizou sucessivas descobertas de petróleo e gás em águas marítimas profundas, principalmente

nas bacias de Santos e Espírito Santo, vizinhas à Bacia de Campos. O nível regional portador das reservas (estimadas em dezenas de bilhões de barris equivalentes de petróleo), a **camada pré-sal**, compreende rochas da Megassequência Pré-Rifte (Fase do Continente), depositadas em ambiente lacustre, incluindo sedimentos ricos em matéria orgânica, que se transformaram em rochas geradoras de petróleo. O rifteamento possibilitou ingresso de água marinha no golfo denominado proto-Atlântico, quando se formaram rochas evaporíticas da Megassequência Transicional (Fase do Golfo), nas bacias da margem leste-sudeste-sul, durante o Aptiano, e nas bacias da margem equatorial, entre o final do Aptiano e o Cenomaniano (entre 115 e 95 Ma). A Megassequência marinha Pós-Rifte inclui duas fases: uma transgressiva, formada por carbonatos plataformais, e outra regressiva quando se depositaram sedimentos “associados a grandes avanços da linha de costa sobre o mar” (MARTINS; CARNEIRO, 2012).

Zalán (2012) destaca o imenso desafio tecnológico criado e vencido pelos geólogos e engenheiros da companhia, pois os reservatórios se encontram sob lâminas d’água entre 2.000 e 2.500 metros, atingindo profundidades superiores a 5.000 metros, abaixo de espessuras de sal da ordem de 2.000 metros. Para salientar o alcance da descoberta, além do alto investimento requerido, basta citar que a Petrobras quebrou alguns paradigmas geológicos, uma vez que demonstrou: (a) o papel das rochas turbidíticas como reservatórios importantes de petróleo; (b) a capacidade de folhelhos lacustres gerarem quantidades gigantescas do insumo; (c) o desconhecimento, na geologia mundial, dos ambientes de sedimentação das rochas, em lagos hipersalinos (ZALÁN, 2012). As descobertas, se forem inteligentemente aproveitadas, poderão gerar melhoria significativa de qualidade de vida para a sociedade brasileira, sem prejuízos ao meio ambiente.

Em 2006, o Brasil acolhe o primeiro parque geológico das Américas reconhecido pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), abrangendo seis municípios do Estado do Ceará: Barbalha, Crato, Juazeiro do Norte, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri. Totalizando área de 3.796 km², o Geopark Araripe apresenta vasto patrimônio biológico, geológico e paleontológico. Outras propostas de geoparques nacionais estão em andamento, tendo sido criada a Comissão de Geoparques, pela Sociedade Brasileira de Geologia, em 2018, com o objetivo de facilitar a apresentação de novas propostas.

O acesso pela internet a mapas e outros produtos digitais oriundos de programas de reconhecimento geológico é a tônica das últimas duas décadas, revelando a salutar preocupação de oferecê-los ao domínio público. Conforme veremos adiante, será preciso haver ainda grande investimento, para se atingir um nível de conhecimento compatível com sua pujança e a grande diversidade de atividades sociais e econômicas.

A década de 2010 foi acompanhada por desemprego generalizado no setor de Geologia, Mineração e Petróleo no Brasil, verificando-se: forte retração do Produto Interno Bruto (PIB) e da Produção Mineral Bruta (PMB); grande dificuldade financeira da maioria dos Estados da Federação e acentuada queda dos investimentos em Ciência, Tecnologia e Inovação. Diversas medidas polêmicas se acumulam no intervalo mais recente: em 2016, introduzem-se mudanças na concessão de áreas petrolíferas, com a abertura do Pré-Sal à exploração estrangeira e paralisação dos investimentos em refino, bem como privatização da distribuição. Em 2017, houve a polêmica liberação da mineração nas áreas do RENCA, com posterior retrocesso do governo. Em 2018, foi retirado do Congresso Nacional o projeto do Novo Marco Regulatório da Mineração, mediante a edição de medidas isoladas superficiais nas áreas de Tributação e Legislação Mineral. Em 2018, o governo federal criou a Agência Nacional de Mineração, em substituição ao DNPM (ver **item 1.5.2.2**).

1.2.2 As sociedades e associações geológicas e a federação dos geólogos

A primeira reunião que objetivou criar uma sociedade científica de Geologia foi realizada por um grupo de jovens geocientistas, em São Paulo. Dela participaram: Josué Camargo Mendes, Rui Ribeiro Franco, José Setzer Gutmans, Plínio de Lima, Fernando Flávio Marques de Almeida, Jesuíno Felicíssimo Junior, Jordano Maniero, William Gerson Rolim de Camargo e Ruy Osório de Freitas. A sociedade resultara de uma dissidência da Associação dos Geógrafos Brasileiros, no momento em que sua diretoria decidiu enquadrar os geocientistas não geógrafos na categoria de sócios colaboradores, sem os mesmos direitos dos sócios efetivos.

No ano de 1945, como consequência da reunião, duas circulares foram expedidas para geocientistas, Engenheiros de Minas e professores de Geologia do país. Em 27 de dezembro, foi então formalizada a criação da Sociedade, e registrada como Sociedade Brasileira de Geologia (SBG), em 1946. Na ocasião, foram escolhidos os primeiros cinco sócios efetivos, aos quais se juntariam mais 20, antes da eleição da primeira Diretoria, que viria a ocorrer quatro meses depois. O nome da sociedade, que até hoje é mantido, foi também decidido nesse dia.

Ao final da década de 1970, associada ao crescente processo de redemocratização, foram criadas muitas entidades regionais e nacionais na área de Geociências e Engenharia. Em novembro de 1978, foi criada a Coordenação Nacional de Geólogos (Conage), em reunião realizada no Clube Internacional do Recife, Recife (PE), durante o XXX Congresso Brasileiro de Geologia (PE). As entidades fundadoras da Conage foram: Associação Profissional de Geólogos da Amazônia (Apgam), Associação dos Geólogos de Pernambuco (AGP), Associação Baiana de Geólogos (ABG), Associação Profissional dos Geólogos do Estado do Rio de Janeiro (APGRJ), Associação Profissional Mineira de Geólogos (atual Sindicato dos Geólogos no Estado de Minas Gerais, Singeo-MG), Associação dos Geólogos do Centro-Oeste (AGECO), Associação dos Geólogos de São Paulo (atual Sindicato dos Geólogos no Estado de São Paulo, Sigesp) e Associação Profissional Sul-Brasileira de Geólogos (APSG).

Em 5 de setembro de 1996, a Conage passou a ser denominada Federação Brasileira de Geólogos (Febrageo), sociedade civil, sem fins lucrativos, para congregar e coordenar, em nível nacional, as entidades representativas regionais, associações e sindicatos, exclusivamente constituídas de Geólogos ou Engenheiros Geólogos.

Outras entidades nacionais relevantes foram criadas entre 1958 e 2018, as quais buscam promover determinadas áreas profissionais e técnico-científicas do país, contribuindo para o desenvolvimento, a divulgação e a evolução do pensamento geológico (**Quadro 1.1**). No capítulo “Legislação, ensino e exercício profissional da Geologia” é feita análise mais aprofundada das entidades nacionais e regionais existentes no Brasil.

Quadro 1.1 - Entidades nacionais na área de Geologia.

Entidade	Ano de Fundação	Função/Objetivo
Sociedade Brasileira de Geologia - SBG	1946	A SBG é uma associação científica, sem fins lucrativos, com aproximadamente 5.000 sócios em jan./2019 e com objetivos definidos em estatuto: congregar de forma associativa todos que exerçam atividades que concorram para concretizar sua missão; realizar eventos periódicos para promover o encontro dos Associados, em especial o Congresso Brasileiro de Geologia; manter intercâmbio com sociedades nacionais e estrangeiras congêneres; incentivar e concorrer para o aperfeiçoamento do ensino, do treinamento e da formação profissional e na especialização de cientistas e técnicos; colher e divulgar informações técnico-científicas de interesse do Associado; manter publicações periódicas e/ou seriadas para a divulgação da produção técnico-científica nacional e do noticiário de interesse da Sociedade; estimular e promover a edição e distribuição de livros e outros de interesse técnico-científico e didático; assessorar e colaborar com órgãos públicos e entidades privadas; defender e se manifestar, inclusive politicamente, sobre a utilização dos recursos minerais, energéticos não-renováveis e hídricos segundo os princípios do desenvolvimento sustentável; defender, fazer divulgar e se manifestar, inclusive politicamente, acerca da importância das Geociências para a comunidade em geral.
Sociedade Brasileira de Paleontologia – SBP	1958	Fortalecer a Paleontologia, colaborando para o desenvolvimento da ciência nacional, e (pela organização de seus associados) auxiliar na integração da comunidade paleontológica brasileira.
Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental – ABGE	1968	Entidade técnico-científica que agrega estudantes e profissionais que trabalham ou façam parte da comunidade de Geologia de Engenharia e Ambiental e tem como objetivo principal estimular o debate e a reflexão sobre temas que visam subsidiar decisões técnicas referentes às diferentes intervenções da sociedade no meio físico, seja do ponto de vista da geologia, da engenharia ou ambiental.
Associação Brasileira de Águas Subterrâneas – ABAS	1978	A ABAS congrega 1.000 associados, tendo como principal objetivo a defesa do uso regular e sustentável das águas subterrâneas, promovendo interação com outras Entidades e atuando na Gestão de Recursos Hídricos no país.
Sociedade Brasileira de Geofísica – SBGf	1978	A SBGf possui, atualmente, 4.184 membros, espalhados por universidades, centros de pesquisa, indústria de serviços e de exploração de recursos minerais e energéticos. A missão da SBGf é promover o desenvolvimento e a disseminação do conhecimento da Geofísica, principalmente, pela promoção do desenvolvimento técnico e profissional.
Associação Brasileira de Estudos do Quaternário-Abequa	1984	A Abequa é uma entidade científica, sem fins lucrativos, que se destina a reunir os pesquisadores do Quaternário, com os objetivos de congregar os pesquisadores que se dedicam aos múltiplos aspectos da pesquisa do Quaternário, incentivando o desenvolvimento de estudos, o aperfeiçoamento de pesquisadores, o intercâmbio com associações congêneres e promovendo a realização de eventos e publicações.
Sociedade Brasileira de Geoquímica – SBGq	2005	Os objetivos da SBGq é congregar profissionais e estudantes que se dedicam à Geoquímica, promovendo e incentivando a pesquisa científica e tecnológica, o aperfeiçoamento do ensino, a especialização de cientistas e técnicos, a publicação de trabalhos técnico-científicos e o intercâmbio entre entidades congêneres.
Associação Brasileira de Defesa do Patrimônio Geológico e Mineiro – AGeoBRh	2015	A AGeoBRh é uma associação voltada para expandir os temas da Geodiversidade, Geoconservação, Geoturismo e Patrimônio Geológico e Mineiro. Objetiva reunir aqueles preocupados com a perda de memória do país, com o fim de desenvolver os temas no Brasil e promover a proteção dos afloramentos e exposições relevantes, em especial aquelas que têm ligação com a identidade ou apoiam a sobrevivência e geração de renda das comunidades no seu entorno.
Associação Brasileira de Mulheres nas Geociências ABMGeo	2018	A ABMGeo é uma sociedade civil sem fins lucrativos, que visa congregar e promover a integração de mulheres das várias categorias profissionais das Geociências e a equidade de gênero.

1.2.3 Geoparques e Patrimônio Geológico

As Ciências da Terra definiram novos desafios, na passagem do século XX para o XXI, relacionados ao conceito de Patrimônio Geológico (*Geologic Heritage* ou *Geoheritage*). O moderno conceito de Geoparques, como a Rede Mundial de Geoparks® da Unesco (www.europeangeoparks.org), amplia a compreensão das “maravilhas naturais do nosso planeta que geólogos profissionais podem compartilhar com a geração mais jovem de hoje” (CAMPFIRE 2016; AGI; NPS, 2015) e proporciona novos horizontes para uma apreciação mais profunda da história biológica e geológica da Terra.

Um geoparque é um território, bem delimitado geograficamente, com uma estratégia de desenvolvimento sustentado baseada na conservação do patrimônio geológico, em associação com os restantes elementos do patrimônio natural e cultural, com vista à melhoria das condições de vida das populações que habitam no seu interior (BRILHA, 2009, p. 28).

Brilha (2009) destaca as numerosas conexões entre geoconservação, as ações educativas e de desenvolvimento da pesquisa em Geociências, bem como com as políticas de conservação da natureza e de ordenamento do território (**Figura 1.1**). Uma das condições para que um Geopark seja apoiado pela Unesco é a de oferecer atividades educacionais para professores, estudantes e visitantes em geral, com base no seu patrimônio geológico. As atividades precisam ser continuamente renovadas, para evitar o efeito de saturação. Um geoparque precisa considerar um componente relevante de sustentabilidade, relacionado à educação não-formal do público em geral (BRILHA, 2009).



Figura 1.1 - Relações entre a geoconservação e a sociedade, envolvendo diversos mecanismos de promoção da educação e do avanço científico em Geociências. A conservação da Natureza conecta-se também com o ordenamento do território, possibilitando gerar riquezas por intermédio do geoturismo. Fonte: Brilha (2009)

1.3 O EXERCÍCIO PROFISSIONAL DA GEOLOGIA NO BRASIL

A Lei 4.076/62 regulamenta a profissão de Geólogo no Brasil (BRASIL, 1962). Estabelece as linhas gerais da ciência e da profissão, mas a fiscalização do exercício profissional compete ao sistema Confea/CREA. A “Lei do Geólogo” baseou-se, fundamentalmente, na Resolução Confea 120, de 5 de janeiro de 1959, que já regulava o exercício da profissão de Engenheiro Geólogo, ou Geólogo, e fixava suas atribuições. No capítulo “Legislação, ensino e exercício profissional da Geologia”, o tema será retomado de forma mais aprofundada.

1.3.1 Principais áreas de atuação dos Geólogos ou Engenheiros Geólogos

A área de Engenharia cumpre papel fundamental no desenvolvimento tecnológico de qualquer país (PACHECO, 2010, p. 1), uma vez que os profissionais:

[...] estão geralmente associados aos processos de melhoria contínua dos produtos e da produção, à gestão do processo produtivo e também às atividades de inovação e pesquisa e desenvolvimento (P&D) das empresas.

A Resolução nº 218/73 do Confea (CONFEA, 1973) estabelece as competências do Engenheiro Geólogo e do Geólogo, vinculadas ao desempenho de atividades previstas na Lei de 1962, cujo Artigo 6º define as principais atribuições:

- Trabalhos topográficos e geodésicos;
- Levantamentos geológicos, geoquímicos e geofísicos;
- Estudos relativos às Ciências da Terra;
- Trabalhos de prospecção e pesquisa para a avaliação de jazidas minerais e determinação de seu valor econômico;
- Ensino das ciências geológicas nos estabelecimentos de ensino secundário e superior;
- Assuntos legais relacionados às suas especialidades;
- Perícias e arbitramentos referentes às matérias das alíneas anteriores.

Em parágrafo único, fica também estabelecida a atribuição profissional de elaborar relatórios de pesquisa e de lavra, requeridos pelo Departamento Nacional de Produção Mineral, Ministério das Minas e Energia, para efeito de concessão de direitos minerários.

Em 2016, foi promulgada a Resolução Confea nº 1.073 (CONFEA, 2016), que regulamenta a atribuição de títulos, atividades, competências e campos de atuação dos profissionais registrados no Sistema Confea/CREA para efeito de fiscalização do exercício profissional no âmbito da Engenharia e da Agronomia. A Resolução possibilita que profissionais registrados no sistema possam solicitar extensão de suas atribuições profissionais iniciais, mediante a análise do projeto pedagógico de cursos comprovadamente regulares de pós-graduação *lato sensu* (especialização) e *stricto sensu* (mestrado ou doutorado) e sequencial de formação específica por campo de saber.

A Resolução é considerada um grande avanço para os profissionais do sistema, que torna a concessão de atribuições profissionais um processo mais dinâmico, conforme a evolução e o desenvolvimento das áreas profissionais no país, conforme já estabeleciam os princípios da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (BRASIL, 1996).

O capítulo sobre “Legislação, ensino e exercício profissional da Geologia” faz uma análise detalhada dos diferentes normativos profissionais do Sistema Confea/CREA.

1.3.2 Tendências de atuação profissional

Mais de cinco décadas depois que a Lei 4.076/62 foi promulgada, o país vive situação bem distinta, exigindo atualização do diploma legal. Aquele momento histórico ficou marcado pela necessidade de aprofundar o conhecimento da Geologia brasileira, com ênfase em mapeamento geológico, prospecção e pesquisa mineral, e exploração de petróleo. As prioridades e demandas da sociedade são, hoje, mais amplas e igualmente mais complexas. Desde os anos 1960, a questão ambiental assumiu dimensões inusitadas, demandando maior fundamentação geocientífica para equacionamento de variados e complexos desafios, como:

- Suprimento de matérias-primas energéticas e não-energéticas para a indústria em geral;
- Preservação de ecossistemas e gestão de resíduos;
- Sismicidade natural e induzida;
- Estabilidade de encostas e obras civis;
- Avaliação de impactos ambientais e mitigação de efeitos de desastres naturais;
- Avaliação de alternativas que garantam a sustentabilidade das atividades de mineração, face à diminuição de teores e ao crescente consumo de energia durante o processamento;
- Aplicações da Geomedicina e Geoquímica na área da saúde pública;
- Aplicação de tecnologias como inteligência artificial e drones na geração de conhecimento;
- Mapeamento geológico, modelagem e mapeamento tridimensional;
- Previsão e mitigação dos efeitos da elevação contínua do nível dos oceanos como resultado do avanço da atual fase interglacial;
- Geoconservação, Geoturismo e Geopatrimônio, com especial ênfase para Geoética.

Machado (1989, p. 239) assinala que o papel dos geocientistas não se limita à garantia de suprimento de matérias-primas para a indústria, cabendo-lhes “outras tarefas relacionadas com o meio físico ocupado pelo ser humano”. A responsabilidade social do geocientista envolve a realização de um trabalho interdisciplinar, em parceria e associação muito próxima com outros profissionais, cuja finalidade é o atendimento das necessidades humanas. Amador (2010, p. 25) assinala que a evolução da Geologia esteve “quase sempre associada à identificação, à classificação e à exploração de recursos oriundos da geosfera”, mas as demandas sociais alteraram radicalmente o quadro. Nas primeiras décadas do século XXI, as sociedades nacionais passaram a estabelecer novos desafios para o exercício das profissões de Geólogos e Engenheiros Geólogos. Desse modo, a ciência geológica precisa conciliar:

[...] o desenvolvimento econômico, a que as sociedades legitimamente aspiram, com formas sustentáveis de exploração e de utilização dos referidos recursos naturais. Em simultâneo, deve ainda pugnar pelo desenvolvimento de atitudes de valorização do patrimônio natural que visem a sua conservação (AMADOR, 2010, p. 25).

Cada vez mais, diversas áreas do saber passam a exigir conhecimento especializado acerca de rochas, solos, minerais, arranjos espaciais (estruturas), comportamento mecânico de maciços rochosos e tensões atuantes na crosta terrestre. Assim, os Geólogos e Engenheiros Geólogos atuam, firmemente, em trabalhos de Neotectônica, Geoprocessamento, Cartografia, Geologia de Engenharia, Geotecnia, aplicação de técnicas geológicas e geofísicas em obras civis e fundações; em paralelo, desenvolvem atividades educacionais. Exercem, ainda, inúmeras atividades relacionadas ao meio ambiente, geologia de minas, extração de bens minerais a céu aberto, extração de água subterrânea e água mineral. Algumas atividades são ainda incipientes, como a geologia médica e outras.

Os cursos brasileiros de Geologia detectam tais tendências de diferentes maneiras e, paulatinamente, promovem debates e estudos voltados para reorientar suas diretrizes (ver adiante), de modo a conciliar a formação de Geólogos e Engenheiros Geólogos com as necessidades emergentes da sociedade.

1.4 HISTÓRICO DA CRIAÇÃO DOS CURSOS DE GEOLOGIA E ENGENHARIA GEOLÓGICA NO BRASIL

A formação do geólogo tem que se aproximar mais da linha zero do tempo e do espaço. Entende-se que a dinâmica geológica da atualidade e em nosso ambiente têm que fazer parte mais significativa na formação do geólogo (geólogo Claude Allègre, ex-ministro da Ciência e Tecnologia da França, em palestra magna no Congresso Internacional de Geologia, 2000).

No item 1.2.1 “Trajetória da pesquisa geológica”, mencionamos a preocupação, desde os tempos do Brasil Colônia, em aprimorar a atividade mineira pela capacitação profissional. A despeito da insistência de autores como Manoel Ferreira da Câmara de Bethencourt e Sá, que, em 1803, propunha a “criação de escolas mineralógicas e metalúrgicas”, tardou demasiadamente, no Brasil, “a criação de escolas de minas ou mesmo de cursos de engenharia de minas”, muitas vezes “descompassada da importância” da atividade para o país (FIGUEIRÔA, 1994, p. 53). Mais de 70 anos haviam se passado quando, em 1876, com a fundação da Escola de Minas na cidade de Ouro Preto (MG), criou-se o primeiro curso de formação em Engenharia, nas áreas de mineralogia, geologia, mineração e metalurgia, com ênfase no ensino de Geociências. Cordani et al. (2018, p. 313) assinalam que 827 engenheiros se graduaram pela EMOP até 1960, “ano de conclusão da primeira turma de geólogos nos cursos instalados pela Campanha de Formação de Geólogos (CAGE)”.

Lentidão semelhante invade os dias atuais. Para Azevedo e Terra (2008), a formação de geólogos é questão de Estado desde os anos 1940 e 1950, como consequência do processo de industrialização do país e da demanda de mão-de-obra especializada para atender grandes empresas estatais, como a Petrobras.

Graças a interesses logísticos durante a guerra fria – a disputa pela propriedade de recursos minerais e energéticos, o governo americano do presidente Harry Truman se interessou por apoiar as nações subdesenvolvidas em vários programas incluindo a descoberta de recursos minerais, o chamado Ponto IV do programa presidencial (<http://www.fgv.br/cpdoc/acervo.../ponto-iv>). No Brasil, este programa deu suporte à CAGE – Campanha de Formação de Geólogos (Dec. 40783), do governo Juscelino Kubitschek (1957-1960), em cujo período é formada a primeira turma com curso de 4 anos de Geologia no Brasil (URGS e UFBA, em 1960). O atraso educacional brasileiro estava aí registrado: cerca de 80 anos depois dos países desenvolvidos formam-se os primeiros geólogos no Brasil. Cerca de 80 anos depois o Brasil se movimentou para aproveitamento de carvões. Cerca de 100 anos depois produz-se petróleo em território brasileiro (SOARES, 2018a).

Como visto, a história da criação dos cursos de Geologia e Engenharia Geológica no Brasil está fortemente associada à demanda de profissionais da área de Geologia para compor órgãos governamentais, empresas estatais e grandes obras de engenharia, implantados desde as décadas de 1940 e 1950; dentre os quais se destacam o Conselho Nacional do Petróleo (CNP), a Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras) e a Companhia Vale do Rio Doce (CVRD).

Em 1957, a Campanha de Formação de Geólogos (CAGE), instituída pelo Presidente da República Juscelino Kubitschek, definiu os seguintes objetivos (BRASIL, 1957): (I) promover o estudo das necessidades do país, no setor da Geologia, articulado, ou não, com outros órgãos públicos, paraestatais ou privados; (II) promover a criação e o regular funcionamento de cursos destinados à formação de geólogos; (III) articular, em cooperação com instituições públicas ou privadas, os recursos existentes, para oferecer oportunidades adequadas à formação e à especialização de profissionais, no setor de Geologia, ou realizar esse programa, diretamente; (IV) colaborar com programas correlatos, empreendidos por outros órgãos, oficiais ou privados; (V) promover a expansão dos estudos de Geologia, em geral.

Nesse contexto, foram criados, em 1957, os primeiros cinco cursos de graduação em Geologia: na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP); posteriormente, o curso passou a ter a denominação de Engenharia Geológica; Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); Universidade de São Paulo (USP), e Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Em 1958, a Universidade Federal da Bahia (UFBA) lançou seu curso.

Outras duas fases concentram a criação dos cursos de Geologia, a primeira entre as décadas de 1960 e 1970, quando foram criados 12 cursos e entre os anos de 1998 a 2015, com 16 cursos. A primeira fase está associada às grandes obras de infraestrutura no país

e à criação de empresas públicas de pesquisa mineral, como a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, atual Serviço Geológico do Brasil, CPRM/SGB). A segunda fase foi fomentada pelo aumento dos valores das *commodities* minerais no mundo e a descoberta dos gigantescos campos no pré-sal brasileiro.

As oscilações de demanda no mercado de trabalho explicam, em parte, as variações na oferta de novos cursos de graduação ao longo das últimas décadas (**Quadro 1.2**). Os anos 1980 e 1990 foram marcados por dificuldades econômicas e retração de investimento, em um cenário de aceleração inflacionária. Essas circunstâncias enfraqueceram as pressões sobre o mercado profissional e muitos cursos tiveram altas taxas de evasão. O pequeno número de cursos criados nesse intervalo reflete o cenário de relativa estagnação vivenciado pelo país (ver **item 1.8.1**).

Quadro 1.2 - Número de cursos de graduação criados por década, na área de Ciências da Terra.

Área	Anos 1950	Anos 1960	Anos 1970	Anos 1980	Anos 1990	Anos 2000	Anos 2010	Subtotais
Geologia	6	3	9	0	1	6	9	34
Geofísica	0	0	0	1	1	6	0	8
Meteorologia	0	1	5	0	0	2	6	14
Oceanografia	0	1	2	0	1	4	2	10
Licenciatura	0	0	0	0	1	0	0	1
TOTAL	6	5	16	1	4	18	17	67

Obs.: O Quadro não considera o curso de Geologia da Universidade de Fortaleza (UNIFOR), criado na década de 1970, mas que, posteriormente, foi fechado, assim como outros cursos que fecharam ou não iniciaram turmas.

Fonte: modificado de Cordani et al. (2018)

Ao todo, 67 cursos brasileiros oferecem formação nos campos de Geologia e Engenharia Geológica, Geofísica, Meteorologia, Oceanografia e Licenciatura em Geociências e Educação Ambiental, distribuídos em 47 universidades (CORDANI et al., 2018).

Atualmente, o Brasil possui 31 cursos de Geologia e três de Engenharia Geológica, distribuídos em 18 estados, sendo Minas Gerais e Rio Grande do Sul os que concentram a maior quantidade de cursos. Outras cinco instituições de ensino criaram ou iniciaram processos de criação de cursos, mas que estão em fase de extinção, principalmente, devido à crise econômica e política do país.

O **Quadro 1.3** relaciona os cursos de Geologia e Engenharia Geológica existentes no Brasil, conforme região, estado, instituição de ensino, tipo e ano de criação do curso. Entre os anos 2000 e 2010, o estímulo ao desenvolvimento econômico, associado a um cenário internacional de aumento da procura por matérias-primas de origem mineral e petróleo revigorou a demanda por profissionais das áreas de Ciências da Terra, conforme já ilustrado na **Quadro 1.2**. Se a educação pública é “a pedra angular de uma república democrática” (McDONOUGH et al., 2002, p. 16), é interessante observar que a maioria dos cursos citados no **Quadro 1.3** é oferecida por instituições públicas de ensino.

Quadro 1.3 - Listagem dos cursos de graduação em Geologia e Engenharia Geológica existentes no Brasil.

Região	Universidade	Curso	Estado	Tipo	Início
Norte	Universidade Federal do Amazonas – UFAM	Geologia	AM	Federal	1976
	Universidade da Amazônia – Unama	Geologia	AM	Particular	2015
	Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPa	Geologia	PA	Federal	2011
	Universidade Federal do Pará – UFPA	Geologia	PA	Federal	1964
	Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – Unifesspa	Geologia	PA	Federal	2005
	Universidade Federal de Roraima – UFRR	Geologia	RR	Federal	2008
Centro- Oeste	Universidade Federal de Goiás – UFG	Geologia	GO	Federal	2014
	Universidade Federal do Mato Grosso – UFMT	Geologia	MT	Federal	1975
	Universidade de Brasília – UnB	Geologia	DF	Federal	1962
Nordeste	Universidade Federal da Bahia – UFBA	Geologia	BA	Federal	1958
	Universidade Federal do Oeste da Bahia – UFOB	Geologia	BA	Federal	2006
	Universidade Federal do Ceará – UFC	Geologia	CE	Federal	1970
	Universidade Federal de Pernambuco – UFPE	Geologia	PE	Federal	1957
	Universidade Federal de Sergipe – UFS	Geologia	SE	Federal	2007
	Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN	Geologia	RN	Federal	1976
Sudeste	Centro Universitário de Belo Horizonte – UniBH	Geologia	MG	Particular	2013
	Faculdade do Noroeste de Minas – Finom	Geologia	MG	Particular	2012
	Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG	Geologia	MG	Federal	1973
	Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP	Eng. Geológica	MG	Federal	1957
	Universidade Federal de Uberlândia – UFU	Geologia	MG	Federal	2015
	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM	Eng. Geológica	MG	Federal	2014
	Universidade Federal do Espírito Santo – UFES	Geologia	ES	Federal	2006
	Universidade Estadual do Rio de Janeiro – UERJ	Geologia	RJ	Estadual	1977
	Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ	Geologia	RJ	Federal	1957
	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ	Geologia	RJ	Federal	1970
	Universidade Estadual de Campinas – Unicamp	Geologia	SP	Estadual	1998
	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Unesp	Geologia	SP	Estadual	1969
	Universidade de São Paulo – USP	Geologia	SP	Estadual	1957
Sul	Universidade Federal do Paraná – UFPR	Geologia	PR	Federal	1973
	Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC	Geologia	SC	Federal	2010
	Universidade Federal do Pampa – Unipampa	Geologia	RS	Federal	2011
	Universidade Federal de Pelotas – UFPel	Eng. Geológica	RS	Federal	2008
	Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS	Geologia	RS	Federal	1957
	Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos	Geologia	RS	Particular	1973

Obs: 1) A Universidade Vila Velha (ES) não está oferecendo o curso. 2) O Centro Universitário São Judas Tadeu, antigo Centro Universitário Monte Serrat (Santos, SP) está em processo de extinção. 3) A Universidade Federal de Lavras (Lavras, MG) não iniciou o curso, sendo que o processo está em fase de extinção. 4) O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) não iniciou o curso. 5) A Universidade Federal do Maranhão (São Luís, MA) não iniciou o curso, sendo que o processo está em fase de extinção.

Fonte: Fábio Augusto Gomes Vieira Reis

Pacheco (2010) entende que, em curto prazo, para o Brasil, o desafio do ensino de Engenharia é o maior de todos os desafios de qualificação profissional. Aponta a existência de discussões quanto ao perfil profissional do engenheiro, que dizem respeito:

[...] ao exame dos currículos, à melhoria da qualidade do ensino, ao melhor preparo dos estudantes para o mercado de trabalho e para o aprendizado ao longo da vida, além da diversidade de tipos de engenharia e modelos de cursos de graduação e pós-graduação. E há, também, um problema ainda mais grave: parte importante das dificuldades advém das deficiências do conjunto do sistema educacional, da fragilidade da base de recrutamento ao final do ensino médio, que tem sido um obstáculo enorme à expansão da escolaridade superior no Brasil.

Apesar da ressalva de ser muito limitado o conhecimento específico que o cidadão brasileiro detém sobre as profissões do Geólogo e Engenheiro Geólogo, tais considerações aplicam-se, com precisão, à formação destes profissionais. Ernesto et al. (2018) acrescentam outro aspecto: a importância de uma base matemática adequada para entendimento de qualquer fenômeno terrestre natural:

O despreparo dos estudantes para acompanhar cursos de exatas na Universidade é causa de desestímulo e frustração, como também é um dos fatores da alta evasão dos cursos nos quais essas matérias condicionam fortemente a progressão curricular (ERNESTO et al., 2018, p. 338).

As Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Geologia e Engenharia Geológica (DCNGEG), propostas em 2012 (MEC, 2012; CURY, 2012) foram aprovadas pelo Conselho Nacional de Educação no início de 2015 (MEC, 2015), para os cursos de graduação na área de Geologia, abrangendo os cursos de bacharelado em Geologia e em Engenharia Geológica. As Diretrizes dão liberdade para que o estudante desenvolva uma autoaprendizagem ativa e assimile atitude ética, empreendedora, autônoma, crítica e criativa, ao mesmo tempo em que adquire um leque de competências e habilidades para contribuir para a resolução de uma série de problemas. Podemos citar dentre estas: a resolução de questões ambientais em áreas urbanas e rurais; a elaboração de relatórios de impactos ambientais necessários aos empreendimentos industriais; o planejamento do uso do solo; o desenvolvimento de tecnologias dirigidas à descoberta de jazidas minerais, petróleo e gás; a identificação e aproveitamento de aquíferos e extração de água subterrânea; a elaboração de estudos necessários à engenharia civil; a pesquisa científica e o ensino de disciplinas relacionadas às Geociências em colégios e universidades (BASILICI; SILVA, 2010).

Na formação dos novos geólogos, a complexidade crescente do saber, a enorme diversidade das especializações possíveis e a heterogeneidade crescente das ocupações faz com se torne cada vez mais necessário integrar o saber e a pesquisa com a formação profissional (BASILICI; SILVA, 2010).

Os bacharéis em Geologia participam de uma carga horária de trabalhos de campo que deve ser igual ou superior a 20% da carga horária total mínima do curso, que é de 3.600 horas, ou seja, 720 horas. O trabalho de campo desempenha função relevante, tanto para construir conceitos, como para contextualizar o conhecimento (CARNEIRO et al., 2008). As Diretrizes exigem também a inclusão de “disciplina (ou atividade) denominada Estágio Supervisionado, que proporcionará ao aluno conhecimentos e experiências profissionais, ao permitir a interação da escola com a empresa” (MEC, 2012).

1.4.1 Cenários futuros de aprendizagem e atuação em ambiente digital

Desde o início do curso de graduação, o estudante de Geologia precisa se familiarizar com modernas técnicas de aquisição, processamento e interpretação de dados. Diversos grupos de pesquisa investigam a natureza e os modos peculiares pelos quais cada estudante desenvolve sua capacidade de visualização tridimensional, como Kastens et al. (2014), que apresentam propostas de melhoria do sistema educacional nos EUA. A Geologia é ciência marcadamente visual (ANDRADE; CARNEIRO; BASILICI, 2018), ou seja, um campo em que o uso de computadores ajuda a desenvolver a habilidade visual penetrativa, que consiste na capacidade típica dos geólogos de visualizar estruturas geológicas dentro de massas rochosas sólidas (KASTENS et al. 2009; KUIPER, 2008).

[...] as limitações perceptivas das pessoas de pensamento linear tornam-se óbvias. A utilidade de poder pensar em três dimensões torna-se cada vez mais clara. E a raridade e importância de pensar como os geólogos – visualizando objetos tridimensionais mudando ao longo do tempo em resposta a processos geológicos, uma capacidade aberta que poderíamos chamar de pensamento n-dimensional – destaca-se em total relevo (ANDREWS, 2002, tradução nossa).

A tecnologia digital se desenvolve rapidamente; desde o final do século XX vivemos a “era da observação em todas as escalas”, em que a “aplicação impensada do novo conhecimento levou à presente explosão populacional” (FYFE, 1997). Acompanhando a tendência mundial que afeta todas as áreas de especialização profissional, cresce a demanda por recursos e ambientes digitais para execução do trabalho prático em Geologia, que é alimentado por redes móveis, redes sociais, nuvens, *big data*, inteligência artificial e pela demanda ao acesso às informações “a qualquer hora e em qualquer lugar” (CONSULTANTS 500 TEAM, [2016?]). A tecnologia, entretanto, é disruptiva; o cenário de mudanças é causado ainda por:

[...] mudanças demográficas globais; aumento do empreendedorismo e da inovação, que fecham a lacuna entre economias maduras e em desenvolvimento; e o movimento de centros econômicos do oeste para o leste e do norte para o sul (CONSULTANTS500 TEAM, [2016?], tradução nossa).

1.5 SERVIÇOS GEOLÓGICOS E INSTITUTOS DE PESQUISA

As sociedades atuais demandam um conhecimento detalhado não apenas sobre água, agregados, materiais de construção, hidrocarbonetos e metais. A preocupação com o meio ambiente ampliou o foco para outros temas, como disposição de resíduos, reutilização de solo contaminado, mudanças climáticas e biodiversidade (KESSLER et al., 2009, p. 24). Não se alterou, porém, a missão primordial dos Serviços Geológicos Nacionais (SGNs), que consiste em gerar e manter uma base de conhecimentos em Geociências (PRICE, 1992).

Quase todos os SGNs foram criados em função da busca de recursos minerais e água potável. Assim, suas estruturas, mecanismos de gestão, linhas de atuação e níveis de excelência retratam os objetivos iniciais e influenciaram (ou foram influenciados) pelos níveis de especialização obtidos por seus pesquisadores nas universidades e/ou institutos de pesquisa. Com o passar do tempo, observa-se que a Geologia é relevante na resolução de diversos outros problemas, que extrapolam a busca de riquezas minerais. Assim, ao longo dos anos, os SGNs diversificam-se em áreas de atuação de interesse a problemas nacionais e internacionais: Meio Ambiente, Água Subterrânea, Uso e Ocupação do Solo Urbano e Rural, Geologia de Engenharia, Riscos Geológicos, Geologia Marinha, Geofísica, além de diversas outras nas quais há integração multidisciplinar, como Petróleo & Gás, Mudanças Climáticas, Geomedicina, Geoturismo (DANTAS et al., 2008; DANTAS, 2016).

Os distintos campos de atuação acompanham, geralmente, as dimensões dos países (continentais, medianas e pequenas), seu porte econômico (países ricos, emergentes e pobres) e tradição mineira (países mineradores, países pouco mineradores e países não mineradores).

O planejamento e o gerenciamento das cidades, estados e regiões brasileiras dependem de dados e informações geológicas regionais e locais, mas a base de conhecimento disponível no país ainda está muito aquém do nível mínimo desejável, como veremos adiante. Há que se ressaltar, contudo, a área de petróleo e gás, na qual grandes avanços foram proporcionados pela criação do Centro de Pesquisas “Leopoldo A. Miguez de Mello” (Cenpes), que opera há quase 70 anos, desde a época em que a Petrobras era executora do monopólio estatal. Mesmo depois da quebra do monopólio, o Cenpes desempenha papel de liderança nas pesquisas geocientíficas da empresa, que conduziram não apenas às descobertas de grandes reservas de hidrocarbonetos em território nacional – que garantem a soberania energética ao longo do século XXI – mas, igualmente, à preservação das reservas, graças a uma base geocientífica que evita a exploração predatória.

1.5.1 Geração e manutenção de bases de conhecimento em outros países

Na esmagadora maioria dos países, quer capitalistas, quer de economia planejada, a geração de dados básicos é exclusividade do Estado, face à importância em termos de soberania. Uma exceção em grandes países mineradores é a África do Sul, cuja atividade de levantamento geológico é feita em parceria com a iniciativa privada e possui caráter comercial, por meio da venda dos serviços a diversos pequenos países africanos (DANTAS, 2017).

Os SGNs, que podem ser considerados como modelos de gestão, ocupam-se da geração de dados básicos e da cobertura geológica de seu território. Alguns exemplos internacionais valiosos são dados pelos SGNs dos EUA, Canadá, Austrália, Grã-Bretanha, Rússia (ex-URSS) e China. O USGS, por exemplo, deve liderar e coordenar: (1) monitoramento, acompanhamento e, quando possível, previsão de fenômenos críticos, como sismicidade, vulcanismo, vazão hídrica e indicadores ecológicos; (2) avaliação de recursos, incluindo petróleo e gás natural (nos planos interno e externo), minerais, água e biota, e (3) fornecer informações geoespaciais (NRC, 2001, p. 4).

1.5.1.1 A migração do mapa geológico convencional para o mapa geológico digital 3-D

O veloz desenvolvimento da tecnologia digital, acima referido, introduziu sofisticadas ferramentas de Sistema de Informação Geográfica (SIG ou GIS, em inglês), processamento de dados geoespaciais e visualização 3-D. Vivenciamos época de migração dos produtos dos SGNs, que passam a fornecer mapas geológicos em ambiente SIG, unidos a modelos digitais tridimensionais.

A introdução do SIG ampliou o acúmulo de dados cartográficos, consagrando o mapa geológico como instrumento multiusuário, capaz de conter informações integradas de interesse à avaliação de recursos hídricos, energéticos e minerais, propriedades de engenharia, avaliações de risco e desastres, representação de fenômenos do meio físico e potencial de desenvolvimento econômico (BERG et al., 2018). O avanço da tecnologia digital na cartografia geológica possibilitou, também, o aperfeiçoamento das atividades do levantamento geológico, desde a fase de planejamento e coleta de dados anteriores (banco de dados), passando pela fase de campo (uso de GPS, *drones* e cadernetas eletrônicas) e integração de dados (geoprocessamento, SIG), chegando até a fase de publicação (CDs, DVDs e Internet em vez de meras cópias em papel). A atualização dos produtos cartográficos quase em tempo real, com a inserção de novos dados, conferiu à atividade um caráter cada vez mais multidisciplinar.

A abordagem 3-D constitui uma evolução natural do mapeamento geológico, atividade fundamental e central das Geociências, que possibilita a compreensão científica da evolução da paisagem, do meio ambiente e da história geológica da Terra. Quando a informação geológica é armazenada e colocada sob perspectiva 3-D, a “compreensão do cenário geológico para a tomada de decisões” melhora significativamente (BERG et al. 2011, p. 24, tradução nossa). Tal evolução é essencial para “abordar, em tempo hábil, muitas das

questões estaduais/provinciais/regionais e municipais de uso de terra e da água” (KESSLER et al., 2009), expandindo e aprimorando as respectivas bases de conhecimento nacionais em Geociências (BERG et al., 2011).

Enquanto um mapa multicolorido 2-D pode retratar vários materiais geológicos e/ou seus produtos derivados interpretados em um mapa bidimensional plano, o mapa ou modelo 3-D fornece ao usuário novato uma oportunidade de olhar dentro da Terra, girar e inclinar um bloco de informações, remover e adicionar camadas, mostrar dados em várias profundidades etc., e ao fazê-lo, proporciona um grau de compreensão da geologia que anteriormente era impossível conseguir (RUSSELL et al., 2011, p. iii, tradução nossa).

Modelos de estrutura geológica 3-D registram o conhecimento em quaisquer dimensões x, y e z, deixando de ser, portanto, simples mapas geológicos digitais 2D associados a seções transversais (MATHERS et al., 2014). Mapas e modelos 3-D ajudarão cidades densamente povoadas a construir modelos geológicos pormenorizados e a manter registros públicos de informações geológicas de subsuperfície, além de estimular o interesse público pelos recursos subterrâneos disponíveis (LEGGET, 1980).

A migração de mapas para modelos está bem evoluída em vários Serviços Geológicos, com destaque para o *British Geological Survey* (BGS) (Figura 1.2). Um dos primeiros modelos de subsuperfície de áreas urbanas, gerados pelo BGS, resultou no projeto LOCUS. O projeto LOCUS organizou grande volume de dados geológicos em ambiente digital para planejamento e desenvolvimento da região metropolitana de Londres. Ellison et al. (1993) assinalam que, desde o século XIX, quando foi construído o primeiro túnel sob o Rio Tâmis, em 1825, fatores geológicos imprevistos exigiram dispendiosos trabalhos de remediação, devido à variabilidade dos estratos sedimentares sobre os quais a cidade está edificada. Da experiência desenvolvida pelo BGS, em Londres, resultou um modelo de estrutura geológica 3D, que abrange várias centenas de metros de profundidade sob Londres e o vale do Rio Tâmis, no sudeste da Inglaterra (MATHERS et al. 2014). Modelos 3D de subsuperfície de áreas urbanas são, também, bastante aplicados pelo *Chinese Geological Survey* (CGS) às atividades de preservação e planejamento das águas subterrâneas da região metropolitana da Xangai, na China (DANTAS, 2018).

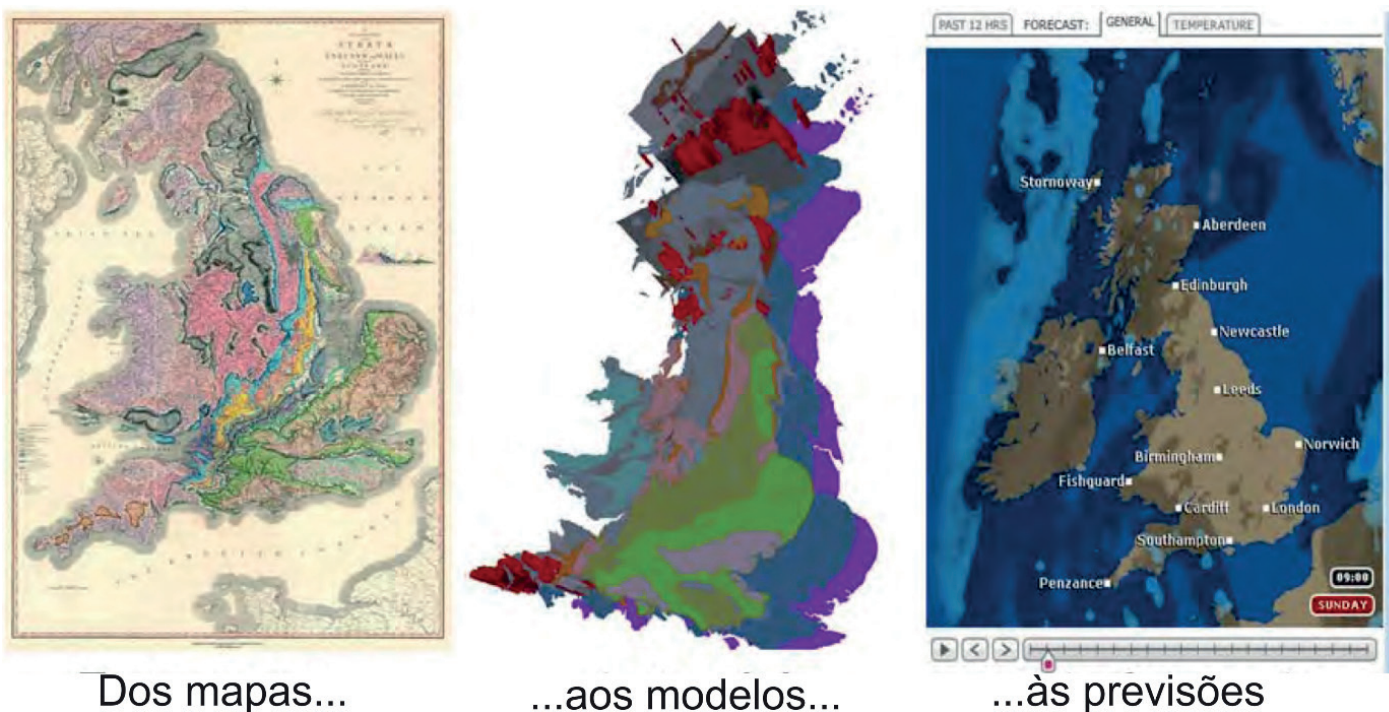


Figura 1.2 - Evolução da organização de um Serviço Geológico Nacional, incluindo uma tela de previsão do tempo da BBC©.

Fonte: Kessler et al. (2009)

A migração de mapas para modelos 3-D está muito longe de ser atingida no Brasil, com muitas implicações sociais e econômicas: a falta de dados pormenorizados de subsuperfície prejudica ampla gama de atividades econômicas, desde aquelas mais singelas, como a produção de areia e brita para construção civil, como a implantação de obras civis de grande porte.

O papel de gerador de informações sobre o meio natural que os PEGEOs podem exercer jamais alcançou, no Brasil, uma expressão à altura da sua importância, nem um tratamento compatível com sua dignidade (CARNEIRO, 1995, p. 29).

Para ilustrar a carência de mapas 3-D no Brasil, basta citar um só exemplo: a megametrópole de São Paulo jamais construiu uma base de informações geológicas em escala de detalhe ou semidetalhe, capaz de suprir necessidades oriundas da grande concentração populacional e do alto nível de desenvolvimento econômico e grande capacidade de geração de riquezas. Outras grandes capitais e aglomerações urbanas, em desordenado processo de expansão, enfrentam cenário similar. O paradoxo de São Paulo é ainda mais surpreendente, se for considerado o imenso investimento, ao longo de décadas, na construção de linhas subterrâneas de trens (metrô) e numerosas obras de engenharia, todas carentes de informação sobre o substrato onde são implantadas, bem como na prevenção e minimização de acidentes naturais (deslizamentos, enchentes etc.).

Conclui-se que o estágio de desenvolvimento, qualitativo e quantitativo, da cartografia geológica nacional é insuficiente para atender à demanda, em que pesem os esforços do Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB), da Agência Nacional de Mineração (ANM), que substituiu, em 2017, o extinto Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), bem como das empresas e Sistemas Estaduais de Geologia e Mineração (na maior parte extintos, sucateados ou privatizados; ver **item 1.5.3**) e da Petrobras.

1.5.1.2 Desastres naturais ou induzidos pelo homem

Os recentes desastres causados pela ruptura de barragens de disposição de rejeitos de mineração de ferro, na barragem de rejeitos de mineração de ferro de Fundão, operada pela empresa Samarco (Vale-BHP Billiton), em Mariana, MG (5 de novembro de 2015), que provocou 19 mortes, e na barragem da Mina do Feijão em Brumadinho, MG (25 de janeiro de 2019), operada pela Vale, com mais de 300 pessoas mortas ou desaparecidas, revelam que o país está, infelizmente, muito distante de realizar o aproveitamento de riquezas minerais em benefício da população.

No caso de Mariana, devido à omissão de governos e de setores da justiça (ROCHA, 2019), a legislação não foi cumprida, multas aplicadas à Samarco deixaram de ser integralmente pagas e a população atingida ainda não foi indenizada pelo prejuízo imenso causado, sem contar a perda de vidas humanas.

Nesse quadro, é cada vez mais relevante o moderno conceito de Geoética, que articula a dimensão sistêmica da Geologia e as “implicações éticas, sociais e culturais da pesquisa e prática geológica” (CASTRO et al., 2018), na interseção entre Geociências, Sociologia e Filosofia.

Imbernon e Valle (2018) argumentam que fatores geológicos devem ser considerados em qualquer conceito de sustentabilidade ambiental, uma vez que a sociedade exibe maior preocupação com o meio biótico do que com o ambiente abiótico, como as bacias hidrográficas, planícies costeiras, formações rochosas etc. Outro componente que precisa ser levado em conta é a existência de estratégias de longo prazo, para aproveitar, em benefício da sociedade, as riquezas geradas pelas atividades de extração de bens minerais, petróleo e gás.

1.5.2 O papel do Serviço Geológico do Brasil – CPRM/SGB

A criação de uma empresa pública na área de Geologia, Recursos Minerais e Hídricos, que começou a operar, em 30 de janeiro de 1970, foi motivada pela necessidade de elaborar o inventário do potencial de subsolo nacional, por meio do I Plano Mestre Decenal para Avaliação dos Recursos Minerais (MACHADO, 1989). Em 28 de dezembro de 1994, pela Lei nº 8.970, a CPRM passa a ser empresa pública e a exercer as atribuições de Serviço Geológico do Brasil, sendo conhecida pela sigla CPRM/SGB ou, simplesmente, CPRM. Sua missão é “gerar e disseminar conhecimento geocientífico com excelência, contribuindo para melhoria da qualidade de vida e desenvolvimento sustentável do Brasil” (CPRM/SGB, [2016?]).

1.5.2.1 Histórico da atuação da CPRM

Embora o período inicial de atuação da CPRM (1970-1994) tenha sido bastante profícuo e carregado de realizações, algumas atividades não podem ser vistas como completamente exitosas.

Machado (1989) descreve a trajetória da companhia nos primeiros 20 anos de existência, que não cabe reproduzir aqui, sem perdas severas de conteúdo. O autor assinala a inadequada estrutura empresarial assumida pela CPRM, inspirada nas co-irmãs, Companhia Vale do Rio Doce, Petrobras e Eletrobras, pois estas “são essencialmente empresas industriais, fornecendo, à época, minério de ferro, derivados de petróleo e energia elétrica”, enquanto a CPRM forneceria “informação especializada”, como seria de se esperar de empresa de geração de dados geológicos. Ademais, a complexidade da informação geológica requer base científica apropriada para “dialogar (ou monologar) com a Natureza” (MACHADO, 1989) [grifos do original]. A tarefa não poderia ser deixada a cargo de pessoal desprovido de formação técnico-científica especializada.

No período de funcionamento até 1994, a empresa foi autorizada a realizar pesquisa mineral e a negociar por “licitação pública, com empresa de mineração, os direitos minerais resultantes de pesquisa” (MACHADO, 1989, p. 381), sem precisar cumprir os prazos então estabelecidos pelo Código de Mineração. Assim, a CPRM assumiria o risco inerente à pesquisa mineral e, caso fosse bem sucedida, os resultados seriam transferidos à iniciativa privada, que desenvolveria o empreendimento. Dentre as jazidas descobertas entre 1970 e 2000, podemos citar: fosfato em Patos de Minas (MG), repassado à Fosfértil; estanho em Rio Pitinga (AM), repassado ao Grupo Paranapanema; turfa, em São José dos Campos (SP), repassada à CESP (Centrais Elétricas de São Paulo); caulim em Rio Capim (PA); níquel em Morro do Engenho e Santa Fé (GO); cobre em Curaçá (BA) e Bom Jardim (GO); fosfato, em Miriri (PE); zinco, chumbo e cobre, em Palmeirópolis (GO); turfa (PB, PE e RN); calcário em Aveiro (PA); nióbio em Uaupés (AM); ouro no Vale

do Ribeira (SP) e em Natividade (TO); carvão (RS, SC e PR); gipsita, no Rio Cupari (PA), e chumbo em Redenção (BA).

O repasse dos depósitos descobertos à iniciativa privada obteve um sucesso relativo; restam, hoje, mais de 200 ativos minerários em poder da CPRM, alguns há mais de 45 anos. Vários fatores contribuíram para isso: depósitos pouco atrativos, pesquisas minerais incompletas ou imprecisas, pendências judiciais, falta de estratégia governamental, dentre outros. O fato é que os direitos minerários ainda dormitam no berço esplêndido das gavetas, em que pesem os anúncios de liberação dos processos de licitação, por governos sucessivos, desde a década de 1980.

A CPRM foi encarregada, ainda, no período inicial, de financiar a prospecção e a pesquisa mineral, realizando empréstimo de recursos governamentais a empresas privadas. A razoável inadimplência dos tomadores resultou em diversos processos, hoje prescritos, com perdas para os cofres públicos. Os fatos atestam, com exatidão, a contradição entre o modelo de Serviço Geológico do Brasil e uma “companhia de pesquisa de recursos minerários”, embora muitos ainda defendam a volta do modelo tradicional. Tal função foi exercida com êxito pela Docegeo, com a missão de gerar depósitos para a então CVRD.

O período 1970-1985 foi um dos mais produtivos da CPRM, bem como da Geologia e Mineração brasileiras, quando foi implantado o primeiro programa de mapeamento geológico sistemático do país, em diferentes escalas (principalmente 1:100.000, 1:250.000 e 1:50.000), com um avanço significativo do conhecimento geológico existente.

Os números são extraordinários, recobrando mais de 4,5 milhões de km² do território nas escalas citadas. Tais esforços resultam da implantação das estratégias do I Plano Mestre Decenal para Avaliação dos Recursos Minerários Brasileiros (1965-1974) e do II Plano Mestre Decenal para a Mineração (1980-1989). A CPRM conduziu, ainda, diversos projetos de água subterrânea no Nordeste do Brasil, contribuindo, sobremaneira, para o abastecimento da região semiárida, bem como assumiu a gestão da maior parte das estações da Rede Hidrometeorológica Nacional.

Houve diversos acordos de cooperação internacional para desenvolvimento da área de aerogeofísica no Brasil, como: Convênio Brasil-Alemanha (1971), envolvendo cerca de quinze levantamentos, cobrindo cerca de 570 mil km² em Minas Gerais e Espírito Santo; Projeto Geofísico Brasil-Canadá (1974-1979), suportado pela *Canadian International Development Agency* (CIDA), cobrindo 375.000 km² na região central do Brasil, distribuídos por Goiás (245.700 km²), Pará (108.400 km²), Mato Grosso (19.600 km²) e Maranhão (1.300 km²). Os projetos realizaram levantamentos aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos e possibilitaram a criação da Divisão de Geofísica da CPRM, posteriormente reforçada por técnicos do CGA (Centro de Geofísica Aplicada do DNPM), extinto em 1983.

O Programa de Capacitação Analítica CPRM-USGS (*United States Geological Survey*), em 1972, envolvendo o treinamento de técnicos brasileiros, foi fundamental na estruturação do Lamin (Laboratório de Análises Minerárias), assim como a transferência do Cetem (Centro de Tecnologia Mineral) do DNPM para a CPRM, em 1978. O Acordo de Cooperação Brasil-Japão (1981-1985), sob coordenação da *Japan International Cooperation Agency* (JICA) possibilitou que técnicos do DNPM e da CPRM desenvolvessem vários projetos, priorizando o aprimoramento profissional, como: Projeto Anta Gorda, de Pesquisa de chumbo e zinco no Vale do Rio Ribeira SP/PR (1981-1983), envolvendo levantamentos geológico-geoquímicos nas escalas de 1:50.000 e 1:25.000, levantamentos geofísicos e sondagens; Projeto Controle da Poluição em Atividades de Mineração de Belo Horizonte (1982-1983); Projeto Controle da Poluição em Atividade de Mineração e Pedreiras do Rio de Janeiro (1984-1985); Projeto Forquilha, em Criciúma (SC), que instalou estação de monitoramento da poluição pela mineração de carvão na região. Os dois últimos projetos permitiram a criação do Centro de Controle da Poluição na Mineração (Cecopomin) pelo DNPM, em Criciúma (SC), mais tarde repassado à CPRM e transferido para São Paulo.

Em 1984, Decreto Federal instituiu a Reserva Nacional de Cobre e Associados (RENCA), em área de 46.712 km², entre o Pará e o Amapá, proibindo a atividade de mineração, sustando todos os processos minerários e transferindo-os para a CPRM que, até hoje, os detém.

Se, em termos econômicos, as décadas de 1980 e 1990 e os anos iniciais do século XXI foram considerados perdidos, este período foi crítico para o setor de Geologia e Recursos Minerários, devido ao sucateamento operacional e administrativo da CPRM e do DNPM, que foram ameaçados de extinção. A falta de diretrizes estratégicas provocou fechamento de grande parte dos Sistemas Estaduais de Geologia e Mineração, desativação da Docegeo e Nuclebrás, transferência do Projeto Radambrasil para o IBGE e privatização da Cia. Vale do Rio do Doce. Tal cenário ocasionou reflexos negativos ao conhecimento geológico e exploração mineral no país.

Em 1985, foi criado o PLGB (Programa de Levantamentos Geológicos Brasileiros) que, face às restrições orçamentárias, limitou o levantamento geológico sistemático e privilegiou os mapas de compilação e integração geológica, como os mapas metalogenéticos e previsionais de recursos minerários. O Cetem foi desvinculado da CPRM em 1989 e transferido para o Ministério de Ciência e Tecnologia. A proposta de fechamento da empresa, em 1992, foi anulada por articulação feita com setores militares pelo ex-ministro Antônio Dias Leite (informação verbal do próprio a A. S. L. Dantas).

Em dezembro de 1994, a Lei nº 8970 declara que a CPRM é uma empresa pública, com funções de Serviço Geológico do Brasil, sendo seu Estatuto Social aprovado pelo Decreto nº 1524, de junho de 1995. Isso enfraqueceu o interesse comercial na mineração, pois a empresa interrompeu as atividades de pesquisa mineral e deixou de prestar serviços de perfuração de poços de água subterrânea. Ainda sob restrições orçamentárias, a CPRM/SGB redirecionou ações, dando prioridade à busca de materiais estratégicos e de uso social e atuação diferenciada em Geologia Ambiental, Geomedicina, Geoturismo e Risco Geológico, além de capacitar-se em novas tecnologias digitais. Na época, foram realizados importantes programas e projetos, como: Província Mineral do Tapajós; Zoneamento Ecológico-Econômico das regiões fronteiriças da Venezuela, Colômbia e Peru; Programa Nacional de Prospecção de Ouro (PNO);

Programa Insumos Minerais para a Agricultura (PIMA); Programa Águas Subterrâneas para a Região Nordeste. Houve, também, a publicação do Banco de Dados de Exploração e Produção de Petróleo (BDEP) da ANP, operado pela CPRM, e do *Geobank*, que hoje constitui uma das maiores bases mundiais de dados de Geociências, o GeoSGB. A CPRM teve, ainda, importante participação na organização do 31º Congresso Internacional de Geologia, ocorrido no Rio de Janeiro em 2000, e na construção do Banco de Dados, Informações e Produtos (GeoSGB, RJ, 2001).

1.5.2.2 A atuação da CPRM como Serviço Geológico Nacional

A partir de 2003, foram traçadas diretrizes nacionais de planejamento para o Setor de Geologia e Recursos Minerais, tendo como foco seu papel social. Assim, com o início da modernização da CPRM/SGB e DNPM, foi possível retomar os mapeamentos geológicos e aerogeofísicos no país (na área de Embasamento Cristalino do continente e na Plataforma Continental Jurídica). As ações foram acompanhadas por:

- Retorno de investimentos na Mineração, com o desenvolvimento de novas jazidas;
- Forte desenvolvimento dos setores de serviços e equipamentos de mineração;
- Consolidação da CPRM como Serviço Geológico do Brasil e informatização do DNPM, com melhorias salariais e renovação de recursos humanos, por meio de concursos públicos.

A aprovação do Projeto de Lei 10.878 do Poder Executivo Federal foi decisiva, ao destinar 15% da arrecadação especial do petróleo exclusivamente para Levantamentos Geológicos e Aerogeofísicos. Atividades da CPRM/SGB fizeram parte do Plano de Aceleração do Crescimento (PAC), pois o conhecimento geológico é um fator crítico para a infraestrutura. Com o expressivo aumento de recursos orçamentários, houve várias iniciativas para interromper o êxodo de técnicos: implantação de plano de carreira, cargos e salários; avaliação de desempenho por mérito para promoção e progressão funcional, e implantação da gratificação de desempenho por atividade científica, equivalente a 2 salários adicionais por ano, prevendo gratificação de titularidade (mestrado e doutorado). O reconhecimento, pelo Ministério do Planejamento, dos cargos técnicos do SGB/CPRM como Pesquisadores e Técnicos em Geociências permitiu duplicar o número de mestres e doutores no quadro técnico, enquanto a realização de concursos públicos para diversas áreas permitiu convocar 690 novos profissionais. A criação do Comitê de Equidade do Gênero em todas as unidades resultou em selo de Qualidade conferido pelo Ministério das Mulheres.

Os efeitos podem ser mais bem mensurados no campo técnico: vigorosa retomada dos Levantamentos Geológicos Básicos, nas escalas 1:100.000 e 1:250.000 em formato totalmente digital e forte desenvolvimento metodológico; contratos com 16 universidades brasileiras para parcerias em mapeamentos geológicos na escala 1:100.000, em todo o Brasil; levantamentos aerogeofísicos (magnetométricos e gama-espectrométricos), recobrimo praticamente todo o Embasamento Cristalino, com espaçamento de 500m, além de levantamento aerogeofísico com instituições estaduais (MG, BA e GO) – o conjunto corresponde a cerca de duas vezes o volume anterior de levantamentos estatais desde 1953 – e o desenvolvimento de diversos projetos de avaliação de recursos minerais (metálicos, materiais de construção civil, insumos para agricultura), alguns em convênio com instituições estaduais de Geologia e Recursos Minerais. Vários produtos foram resultantes das atividades citadas:

- Edição do primeiro Mapa Geológico do Brasil ao Milionésimo em bases digitais (46 folhas), em 2009;
- Elaboração e edição do primeiro Mapa Geológico Digital ao Milionésimo da Plataforma Continental Jurídica do Brasil, em 2010, com trabalhos articulados com os programas da Comissão Interministerial de Recursos do Mar (CIRM) e da Marinha do Brasil;
- Edição dos Mapas Geológicos do Mercosul ao Milionésimo e do Mapa Metamórfico da América do Sul, escala 1:5.000.000;
- Edição de Mapas Geológicos Estaduais na escala 1:500.000 (13 Estados).

Na área de Recursos Hídricos merecem destaque:

- Programa de Revitalização de Poços e Implantação de Sistemas de Abastecimento Simplificado no Semiárido Nordestino para abastecimento de água subterrânea a mais de 35 mil famílias (aproximadamente 150.000 pessoas);
- Cadastramento de cerca de 180.000 poços de águas subterrâneas e alimentação da base de dados do Siagas (Sistema de Águas Subterrâneas);
- Edição de Mapas Hidrogeológicos Estaduais (6 Estados);
- Gestão de mais de 3.000 postos de medição da Rede Hidrometeorológica Nacional, em convênio com a Agência Nacional de Águas (ANA), com previsão de eventos extremos (enchentes e secas) nas bacias Negro-Solimões (AM), Rio Doce (MG-ES), Rio Caí (RS) e Pantanal Brasileiro (MT-MS).

A diversidade de atuação revelou-se em ações como: edição de Mapas de Geodiversidade Estaduais (14 Estados); projetos de cadastramento de áreas de risco geológico em todo o país, em parceria com os ministérios das Cidades e da Integração Regional; Programa Geoparques do Brasil, visando à preservação do patrimônio geocientífico e o desenvolvimento associado do Geoturismo, e do Programa Nacional de Pesquisa em Geoquímica Ambiental e Geologia Médica (PGAGEM), a fim de subsidiar a saúde pública

em todo o território nacional. Para fortalecer o intercâmbio internacional, a CPRM/SGB priorizou países da América Latina, África e Europa, além da participação ativa em fóruns técnico-científicos internacionais, como a Comissão da Carta Geológica do Mundo (CGMW), Projeto *OneGeology*, IUGS, *Asociación de los Servicios Geológicos y Mineros Ibero Americanos* (ASGMI).

A produtividade começou a decrescer desde 2014, devido à crise político-econômica, corte orçamentário e consequente contingenciamento de recursos. O quadro acentuou-se em 2016, devido a: (a) tentativas de transformar a CPRM/SGB em empresa voltada para a mineração; (b) paralisação do PAC e indefinição dos recursos oriundos da Lei 10.878 (*royalties* do petróleo) e (c) atribuição de diversas competências do antigo DNPM. Em 2017, a CPRM/SGB realiza Plano de Demissão Voluntária, com desligamento de quase 200 experientes profissionais da empresa. Outro problema foi a designação de pessoas para cargos de confiança na CPRM/SGB (incluindo a Diretoria), sem a necessária afinidade técnica com a temática de atuação da instituição, ou mesmo o perigoso precedente da nomeação de mineradores em atividade para a direção, para gerir dados do subsolo brasileiro, apesar do evidente conflito de interesses.

A criação da Agência Nacional de Mineração levanta dúvidas sobre o apoio a atividades da CPRM/SGB no levantamento geológico básico e atuação em áreas como Risco Geológico, Geodiversidade, Geologia Médica, Geoquímica Ambiental, Hidrogeologia, Previsão de Cheias, dentre outras. Quem definirá as diretrizes estratégicas? As atividades serão diluídas em outros organismos e ministérios? Seria interessante que a ANM fosse denominada Agência Nacional de Geologia e Recursos Minerais, de modo a abranger competências que permitam manter o esforço pluridisciplinar do atual Serviço Geológico do Brasil.

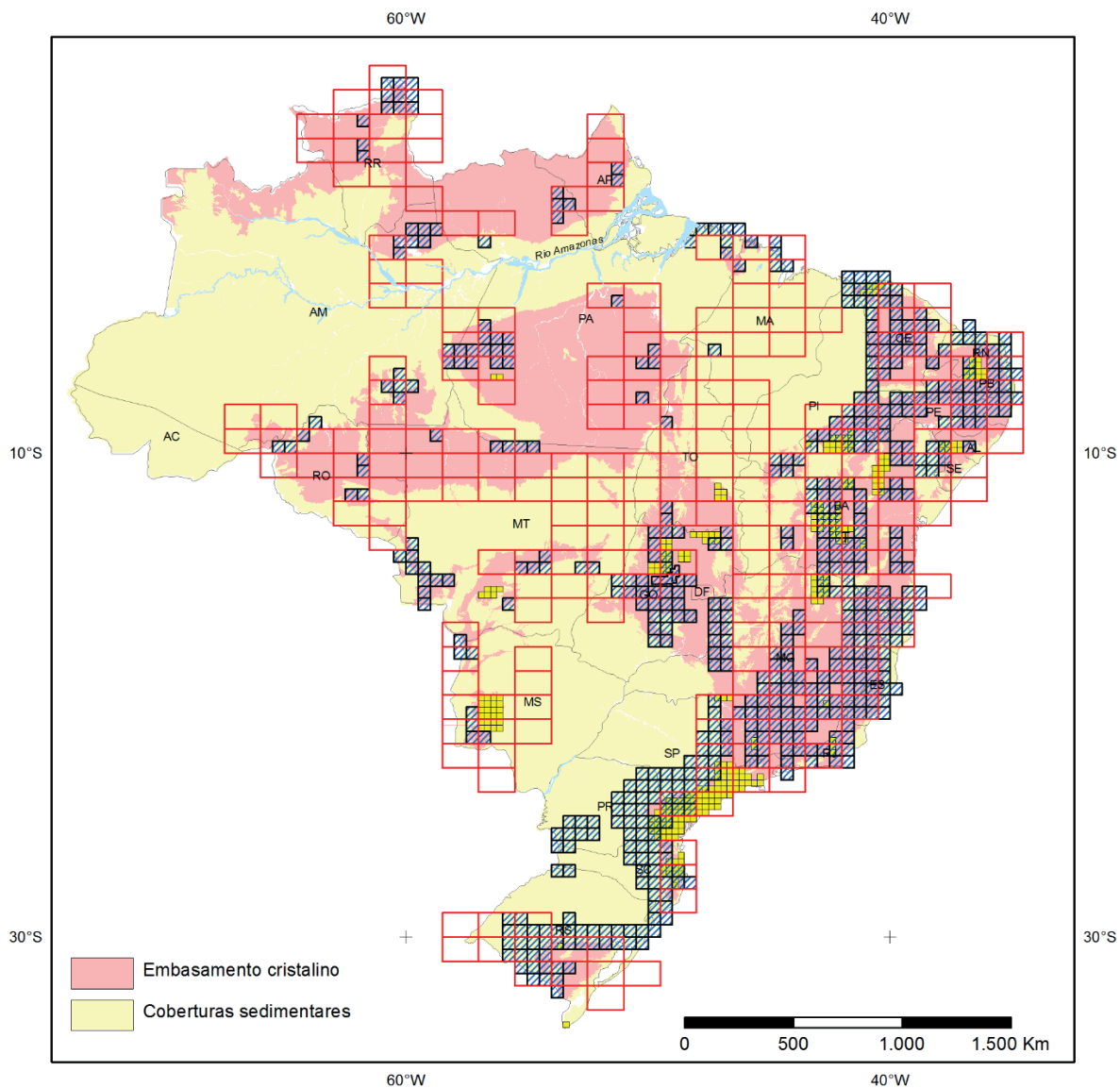
Até dezembro de 2018, a cobertura cartográfica histórica da CPRM para o território nacional (Lúcia Travassos da Rosa Costa, 2019, informação escrita), conforme apresentado na **Quadro 1.4**, abrangeu, aproximadamente, 69% em escala 1:250.000, com 372 folhas geológicas, 23% em escala 1:100.000, com 661 folhas geológicas e 3% em escala 1:50.000, com 345 folhas geológicas (**Figura 1.3**).

Quadro 1.4 - Cobertura cartográfica histórica da CPRM.

Etapa	Designação	Escala 1:250.000		Escala 1:100.000		Escala 1:50.000		Subtotais
		Quant. Folhas	Área aprox. (km ²)	Quant. Folhas	Área aprox. (km ²)	Quant. Folhas	Área aprox. (km ²)	Área aprox. (km ²)
Fase 1	Pré-PLGB	250	3.654.000	230	690.000	272	204.000	4.548.000
Fase 2	PLGB	72	1.296.000	160	480.000	66	49.500	1.825.500
Fase 3	Pós-2003/CPRM-SGB	50	900.000	158	474.000	7	5.250	1.379.250
Fase 3	Pós-2003/Universidades			113	339.000			339.000
	Subtotais	372	5.850.000	661	1.983.000	345	258.750	8.091.750
	% do território nacional		69%		23%		3%	

Fonte: Lúcia Travassos da Rosa Costa (2019, informação escrita)

Se tomarmos sem restrição os números do **Quadro 1.4**, poderemos considerar que o nível de conhecimento do subsolo brasileiro é bastante razoável em termos quantitativos, sobretudo diante das dimensões continentais do país, mas é preciso verificar a natureza, o conteúdo e o grau de atualização dos produtos cartográficos.



ESCALAS DE MAPEAMENTO GEOLÓGICO

- Escala 1:250.000
- Escala 1:100.000
- Escala 1:50.000

Figura 1.3 - Estágio atual da cartografia geológica do Brasil.

Fonte: Lúcia Travassos da Rosa Costa (2019, informação escrita)

Muitos mapas anteriores a 2003 estão desatualizados, devido à evolução do conhecimento geológico. Em mapas mais recentes, houve modernização das técnicas de análise química, datação geocronológica, métodos geofísicos, análise estrutural, dentre outras, sem contar que várias folhas resultam de integração e compilação geológica. Em muitos mapas, é demasiadamente imprecisa a localização de afloramentos, pontos de amostragem geoquímica e ocorrências minerais. Muitas fichas de descrição de campo se extraviaram. É necessário efetuar rigorosa análise dos mapas para classificar os desatualizados ou aqueles que hoje possuem somente valor histórico.

Mais recentemente, a CPRM/SGB optou por novo mapeamento de várias folhas. Diante da enorme diferença de procedimentos e qualidade de conteúdo, parece razoável descrever o nível de cobertura cartográfica do país, a partir de 2003, com base na produção de mapas digitais e georreferenciados. Assim, em vez de 69% indicados no **Quadro 1.4**, apenas 10,58% do país dispõe de mapas atualizados na escala 1:250.000. Analogamente, na escala 1:100.000, a cobertura representa apenas 9,56% da área do país, em vez de

23% indicados. Na Amazônia, os mapas atualizados não atingem 3% da área.

Existe longo caminho pela frente: uma média de 54.200 km²/ano foi levantada nos últimos 15 anos na escala 1:100.000, o que permite estimar cerca de 150 anos para cobrir o resto do país. Se considerarmos mapas dos anos 1970, quando a média era de 41.200 km²/ano, o prazo seria cerca de 5% maior. Se descartarmos áreas não prioritárias para mapeamento (como coberturas cenozoicas), o número cairia para 90 a 100 anos, sem esquecer que mais 4.500.000 km² foram acrescidos ao país pela Zona Econômica Exclusiva da Plataforma Continental Jurídica Brasileira (Amazônia Azul).

1.5.3 O efêmero papel dos Sistemas Estaduais de Geologia e Mineração

Existe um jargão bem conhecido, de que “minério não dá duas safras”. Os Sistemas Estaduais de Geologia e Mineração (SEGM) foram criados nos anos 1970 e 1980, com o objetivo de aprimorar o conhecimento geológico, bem como descobrir novas jazidas minerais. A finalidade dos sistemas foi assegurar novas fontes de renda para a população, quando as jazidas existentes se esgotassem. A fonte dos recursos era proveniente da parcela estadual da arrecadação do Imposto Único sobre Minerais (IUM). Alguns exemplos de SEGM foram: CBPM (BA), CDN (RN), Codeal (AL), Codema (MA), Codems (MS), Codise (SE), CRM (RS), Metamat (MT), DRM (RJ), Metago (GO), Metamig (MG), Minérios de Pernambuco (PE), Mineropar (PR), Paraminérios (PA) e Pró-Minério-IPT (SP).

Carneiro e Herrmann (1994) destacam o papel transitório de programas de governo, que se extinguem quando os objetivos iniciais são atingidos, ou seja, com a modificação do quadro desfavorável detectado.

Os programas explicitam planos, metas e resultados; estabelecem hierarquia de ação traduzida em determinadas metas e objetivos e, por fim preveem formas e critérios para sua avaliação (CARNEIRO; HERRMANN, 1994, p. 46).

No Estado de São Paulo, o “Programa de Desenvolvimento de Recursos Minerais (Pró-Minério)” e seu braço executor, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) elegeram duas linhas prioritárias de ação, envolvendo: (1) programas de geologia e mapeamento básico, buscando suprir “amplo espectro de aplicações” e (2) execução de atividades de exploração mineral, com vistas a “abrir novos polos industriais e geração de novas oportunidades de negócios” (CARNEIRO; HERRMANN, 1994, p. 48). Para Alves (2015, p. 3), “se alguém for analisar com detalhe a atuação dessas companhias e entidades verá que elas de fato deram uma grande contribuição para o desenvolvimento da mineração brasileira”, pois os sistemas:

[...] desempenharam importante papel impulsionador do desenvolvimento do setor mineral em vários estados. Eram exemplos dignos de nota os casos da Bahia, Goiás, Minas Gerais, Paraná, Ceará, Mato Grosso, Paraíba, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte e São Paulo.

Soares (2018b) assinala o importante papel desempenhado por instituições autônomas e públicas de pesquisa científica e tecnológica estaduais e federais no desenvolvimento de pesquisa científica aplicada, a exemplo do IPT-SP:

Com o domínio da ideologia do Estado mínimo, ocorreu generalizada mudança jurídica, de objetivos e de financiamento, resultando em perda significativa de geração de conhecimento e competências; o foco passou a ser faturamento com aplicação de conhecimento. Núcleos e centros empresariais não ocuparam esse espaço. Restou ser a pesquisa científica feita quase inteiramente nas universidades públicas (SOARES, 2018b, p. 308).

Em consequência da decisão, transferiu-se para a universidade pública, sem haver clara consciência desse fato, a responsabilidade pela condução de projetos capazes de oferecer “benefícios sociais reais e perceptíveis à sociedade” (SOARES, 2018b, p. 308). A opção pelo desmonte dos Sistemas Estaduais foi desastrosa. A perda de conexão entre as necessidades sociais e a pesquisa doméstica nos campos de Geologia e Mineração é, provavelmente, um dos seus piores efeitos, mas é importante reconhecer que as fontes de receita – a chamada parcela estadual ou cota-parte estadual do IUM, atual CFEM – continuam presentes, como visto a seguir.

1.5.4 A Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais

Embora o IUM tenha sido extinto pela Constituição de 1988, o espírito da norma legal ficou preservado, pois os recursos do Imposto Único sobre Minerais correspondem, atualmente, à Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), cuja distribuição vinha sendo feita até 2017, à razão de 65% destinados ao município produtor do bem mineral; 23% para o Estado produtor, cabendo os restantes 12% à União. A Lei 13.540, de 18 de dezembro de 2017, alterou as proporções da seguinte forma: 60% dos recursos são destinados ao Distrito Federal e Municípios onde ocorrer a produção; 15% para o Distrito Federal e Municípios, quando afetados pela atividade de mineração e a produção não ocorrer em seus territórios (Caso sejam: (a) cortados pelas vias de transporte ferroviário ou dutoviário de substâncias minerais; (b) afetados pelas operações portuárias e de embarque e desembarque de substâncias minerais; (c) detentores de pilhas de estéril, barragens de rejeitos ou instalações de beneficiamento de substâncias minerais, bem como as demais instalações previstas no plano de aproveitamento econômico); 15% para o Distrito Federal e os Estados onde ocorrer a produção; os restantes 10% serão divididos entre diferentes órgãos da União, a saber: 7% para a

entidade reguladora do setor de mineração; 1% para o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT); 1,8% para o Centro de Tecnologia Mineral (Cetem) e 0,2% ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama).

A orientação do DNPM em relação ao uso dos recursos é:

As respectivas receitas deverão ser aplicadas em projetos, que direta ou indiretamente revertam em prol da comunidade local, na forma de melhoria da infraestrutura, da qualidade ambiental, da saúde e educação (DNPM-PE, sem data).

Enríquez (2007, p. 339) assinala que a legislação é omissa em relação ao uso da CFEM, embora esteja claro que os recursos originados não podem ser aplicados em “pagamento de dívida ou no quadro permanente de pessoal da União, dos Estados, Distrito Federal e dos Municípios”. A autora analisa quinze municípios brasileiros com forte participação da atividade mineradora na economia local, formulando três hipóteses principais acerca do processo de desenvolvimento sustentável e concluindo que a mineração está mais para uma “dádiva” do que uma “maldição” (ENRÍQUEZ, 2007, p. 28):

A mineração favorece a “institucionalização ambiental” nos municípios onde ocorre. A dimensão ecológica deixou de ser o principal obstáculo ao desenvolvimento sustentável, pois, as empresas de mineração tendem cada vez mais a mitigar ou evitar “práticas predatórias”;

Faltam mecanismos que disciplinem a contribuição da atividade mineradora para a sustentabilidade do município. O estudo conclui que a “receita municipal *per capita* em municípios de base mineradora é bem maior do que seu entorno não-minerador”;

A CFEM pode melhorar a equidade intergeracional na “distribuição dos benefícios da atividade mineral”, mas isso “não ocorre por causa do sub-índice renda, mas sim do sub-índice educação, sucedido pelo da longevidade”.

Ferreira (2013, p. 99) compara a aplicação dos recursos da CFEM em três municípios muito dependentes da atividade mineral, em Minas Gerais: Mariana, Catas Altas e São Gonçalo do Rio Abaixo. Identificou problemas graves na capacidade de gestão dos recursos por parte do primeiro município e efeitos bastante positivos nos dois últimos, relacionados a “investimentos em capacitação profissional dos servidores, bem como em modernização da infraestrutura da máquina pública municipal”.

Os exemplos tratam do emprego dos recursos no plano municipal. É necessário investigar a postura adotada em âmbito estadual e federal, e os níveis de governo que recebem parte significativa, cerca de 1/3 do total arrecadado.

A Lei 13.540 estabelece, claramente, quais organismos federais devem receber os recursos e a proporção. Lamentavelmente, os estados detêm 15% da arrecadação, mas inexistem ações atuais que se assemelhem aos antigos SEGM, ainda mais sob o manto das “privatizações”, “estado mínimo” ou “enxugamento” do aparelho do Estado.

Carneiro e Herrmann (1994) lembram que o controle de arrecadação, impreciso, não permitia distinguir a parcela correspondente aos minérios; além disso, parece que os estados não se interessam em identificar a composição de suas fontes de receita. Ao arpejo da norma legal, parece evidente que, quando os recursos da CFEM entram diretamente no caixa único do governo estadual, dissipa-se o objetivo original, qual seja, garantir meios para que as sociedades se desenvolvam e formulem novas alternativas de crescimento, para enfrentar o futuro cenário de esgotamento das receitas oriundas do aproveitamento das reservas minerais, sabidamente finitas.

1.5.5 A função social da mineração

O tema da mineração e do aproveitamento/exportação de matérias-primas de origem mineral desperta polêmicas. Ao contrário dos produtos agrícolas ou florestais, os minérios se distribuem de modo desigual na Terra. A renovação somente ocorre em escalas de tempo da ordem de milhares ou milhões de anos. Assim, independentemente do tamanho e porte de um determinado depósito mineral, sua produção: (1) restringe-se à área na qual ocorre; (2) esgota-se gradualmente, de acordo com a velocidade com que é feita a lavra, e (3) apresenta custos de produção crescentes em função da profundidade e decaimento dos teores de minério lavrável (MACHADO, 1989). Para permanecer no negócio, as empresas de mineração precisam atualizar-se para enfrentar tais limitações, porque a exploração é cada vez mais sofisticada, devendo prospectar outras reservas ou adquirir novos títulos minerários.

A humanidade jamais será independente dos insumos minerais, que são finitos, mas o abastecimento tem sido sustentado pela exploração contínua e pelo avanço da tecnologia. As mudanças se devem, principalmente, ao aumento demográfico e à expansão da demanda mineral ao longo da história humana (MEINERT et al., 2016). Se considerarmos que o esgotamento de determinado recurso mineral é consequência direta da própria mineração, torna-se mais simples aceitar a ideia de que uma jazida encerrará suas operações um dia, por falta de minério em teores e qualidades adequadas. A visão foi apresentada por Donnel F. Hewett (1929), no modelo que ficou conhecido como as curvas de Hewett (**Figura 1.4**).

Com base em Hewett (1929) e Machado (1989), os períodos evolutivos da indústria mineral de um país podem ser ordenados em cinco estágios:

- 1. Período de desenvolvimento de minas: exploração, descoberta de novos distritos, muitas pequenas minas em funcionamento; reconhecimento pioneiro de grandes depósitos e desenvolvimento de minas maiores; rápido aumento da produção de metais;
- 2. Período de desenvolvimento de fundições: novas descobertas menos frequentes; pequenas minas exauridas, com aumento da

produção de grandes minas; muitas fundições competem pelo minério;

- 3. Período de desenvolvimento industrial: custos decrescentes, aumento do padrão de vida; acumulação rápida de riqueza; expansão dos mercados internos e externos; aproximação do apogeu do poder comercial;
- 4. Período de esgotamento rápido de matérias-primas domésticas de baixo custo: aumento generalizado dos custos de mineração e dos materiais produzidos; consumo cada vez maior de energia para obter a mesma quantidade de matéria-prima. Minas e fundições continuam a declinar. Perda de alguns mercados estrangeiros; importações invadem o mercado interno, tanto de matérias-primas como de produtos manufaturados;
- 5. Período de diminuição dos mercados interno e externo: o aumento da dependência de fontes externas de matérias-primas introduz custos crescentes para os fabricantes. O período pode caracterizar-se por diminuição do padrão de vida, acompanhado de problemas sociais e políticos; adoção de cotas, tarifas, subsídios, cartéis e outros expedientes artificiais para manter um preço competitivo nos mercados doméstico e mundial. Decréscimo do poder comercial no período.

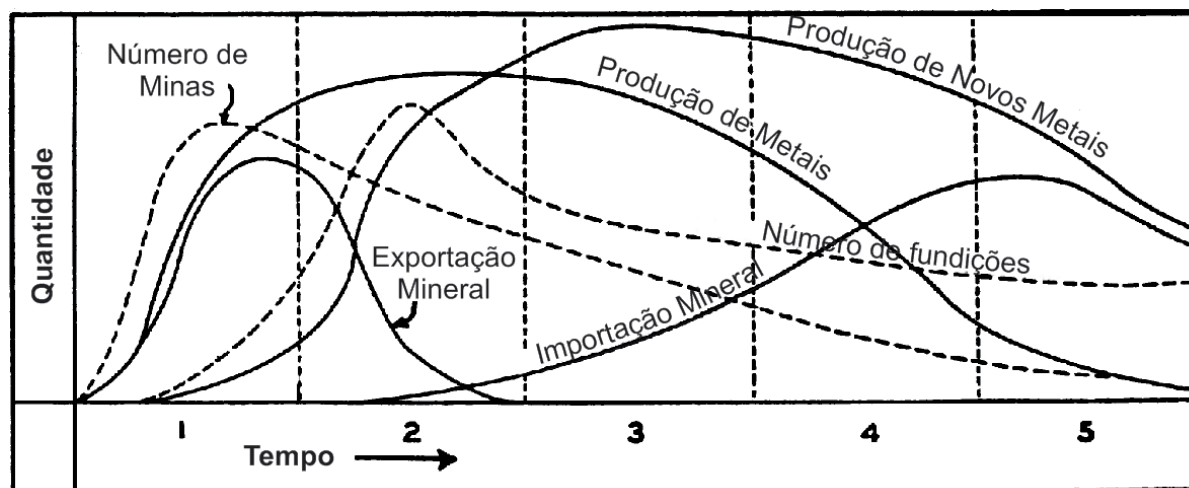


Figura 1.4 - Evolução dos períodos de crescimento da indústria mineral de um país.

Fonte: Hewett (1929)

As curvas de Hewett ajudam a comparar tanto a condição de países, como a situação de diferentes estados ou regiões, no caso de um país de dimensões continentais como o Brasil, em certo intervalo de tempo. Assim, enquanto Pará e Amazonas se encontram no estágio 1; Minas Gerais está na transição dos estágios 2 e 3; São Paulo e Rio de Janeiro situam-se no estágio 5.

Em entrevista para a revista *IHU On-Line* da Unisinos (FACHIN, 2018), o geólogo Paulo Rodrigues aponta aspectos polêmicos. Afirma que a mineração é um dos pilares centrais do ‘modelo de desenvolvimento’ brasileiro, mas, **do modo como tem sido conduzida** (grifo do autor), a atividade coloca “em risco dois patrimônios naturais do país: os recursos minerais e os recursos hídricos”. O tema merece aprofundamento e reflexão.

Segundo o entrevistado Rodrigues, a mineração não promove o desenvolvimento da população local, pois os índices de pobreza nos municípios que mineram ferro na região metropolitana de Belo Horizonte “são sempre mais expressivos” do que outros municípios ao redor (FACHIN, 2018).

Conforme abordado no item 1.5.4 sobre a CFEM, os trabalhos consultados indicam que há casos de bom aproveitamento dos recursos. Porém, o geólogo Paulo Rodrigues assinala ainda que não há registro, na história, de um país que tenha se desenvolvido “com uma economia pautada basicamente na exportação de matérias-primas”:

[...] no caso de uma mineradora, ela está comercializando um bem que pertence à nação. A mineradora recebe uma concessão da União (grifo do original) para extrair e vender o minério da forma que ela quiser, mas não deveria ser assim, porque isso é economia de mercado, e não se pode fazer economia de mercado com uma matéria-prima que pertence a todos, e não somente ao empresário. Então, se uma mineradora vende uma parte da sua produção, ela está vendendo parte da riqueza da nação, sem que a nação tenha a oportunidade de dizer se concorda ou não com essa política comercial (Rodrigues, em entrevista a FACHIN, 2018).

Segundo ilustrado na **Figura 1.4**, as curvas de Hewett parecem favorecer o argumento. É preocupante a escassa vontade política brasileira, no sentido de mudar a condição de mero país exportador de matérias-primas, para a de *player* exportador de serviços especializados e bens processados, acabados, de alta qualidade e valor agregado muito maior. Esse é, afinal, o papel reservado à Engenharia no desenvolvimento tecnológico nacional.

1.6 A GEOLOGIA COMO CIÊNCIA DA MUDANÇA CLIMÁTICA

Felizmente, vivemos hoje em um [intervalo] interglacial. Do ponto de vista geológico, parece razoável dizer que em alguns milênios deveremos adentrar uma nova fase glacial (SEIBOLD, 1994).

A expressão “aquecimento global antropogênico” abrange as mudanças associadas ao aumento da temperatura média global da atmosfera próxima à superfície da Terra, causadas pela atividade antrópica. Para Hardy (2003) e IPCC (2007a, b), dentre outros autores, o aumento vem sendo induzido pelo homem por meio da emissão de CO₂, que é um dos gases de efeito estufa. Gerhard (2007) faz uma crítica aos modelos que são veiculados:

Embora as observações e informações científicas tornem clara uma conclusão cientificamente correta em relação à evolução e à mudança climática global, sistemas de crenças dirigem a mídia, a política e o pensamento de grupos, mantendo vivo um debate desprovido de qualquer objetivo útil, mas que distrai governos e pessoas de mitigar os efeitos dos processos naturais e melhorar a educação pública. [...] As Nações Unidas, uma organização política, é o líder reconhecido no argumento de que os seres humanos são a causa das mudanças climáticas globais como resultado do uso de combustíveis fósseis (GERHARD, 2007, p. 1, tradução nossa).

Desde a origem do planeta Terra, o clima se modifica continuamente. Variações na dinâmica e composição da atmosfera e dos oceanos, erupções vulcânicas e, até mesmo, algumas interferências humanas acompanham e influenciam a evolução climática. As condições atuais do clima resultam de uma herança que deve ser compreendida sob a perspectiva geológica. A Geologia trata a variabilidade climática na escala de milênios, milhares a milhões de anos, classificando os fatores determinantes de acordo com sua intensidade e duração (GERHARD, 2007b, slide 36), enquanto os cientistas da atmosfera se referem a intervalos da ordem de dezenas de anos ou, mesmo, pouco mais de um século, para realizar suas previsões, fundamentadas em medições meteorológicas e na construção das chamadas séries temporais.

Como uma tentativa de conciliar pontos de vista, apresentam-se alguns elementos que ajudam a compreender a Geologia como a ciência da mudança climática, de vez que o sistema climático terrestre somente pode ser reconstituído e interpretado com base em dados obtidos a partir do registro geológico.

A expressão **mudança climática** descreve uma alteração sistemática ou uma “variação estatisticamente significativa tanto nos valores médios dos elementos climáticos como na sua variabilidade, sustentada ao longo de um período temporal finito e compreendendo escalas da ordem de décadas até milhões de anos atrás” (OLIVEIRA et al., 2018, no prelo). Número reduzido de fatores astronômicos, tectônicos e atmosféricos, operando em conjunto e sob diferentes escalas de tempo e de influência, além de variadas ordens de magnitude, determinam a distribuição dos climas ao redor do planeta ao longo do tempo.

Para Oliveira et al. (2017, p. 178), “o clima é marcado pela regularidade e inevitabilidade da mudança”. Assim, para compreender os mecanismos físicos da mudança climática e suas causas (naturais ou antropogênicas), é necessário realizar análise dos ciclos climáticos naturais. A radiação solar é considerada um fator de gênese do clima, porque controla o balanço de radiação recebida/emitada pela Terra, juntamente com os elementos climáticos, que são de várias ordens. Dentre os fatores de primeira ordem, encontram-se a geometria do Sistema Solar, a luminosidade do Sol e a própria existência de uma atmosfera terrestre capaz de exercer o efeito estufa. A distribuição global de continentes e oceanos constitui fator de segunda ordem, enquanto as variações das órbitas da Terra e do Sol pertencem à terceira ordem de magnitude.

Uma vez que a amplitude de variação da temperatura média global é da ordem de 10°C entre uma era glacial e o período interglacial subsequente, as mudanças observadas na temperatura terrestre, desde 1900, são insuficientes para configurar significativa alteração do clima, pois indicam aumento de 0,6°C no valor médio global (OLIVEIRA et al., 2017).

Seibold (1994) descreve contato nítido entre sedimentos datados do início da última fase interglacial, há 140.000 anos, em testemunho de sondagem extraído do Oceano Atlântico, ao largo da África Ocidental. A variação registrada demorou apenas alguns séculos para acontecer, revelando que tais transições podem ser relativamente rápidas, pois o sistema não é linear. Assim, na perspectiva do Tempo Geológico, uma notável conjunção de causas naturais pode deflagrar eventos climáticos como as eras glaciais.

Oliveira et al. (2017, p. 179) concluem que uma parte significativa da recente mudança climática é devida:

[...] a oscilações naturais específicas, motivo pelo qual o aquecimento global antropogênico pode ser questionado. Nesse sentido, Scafetta (2016) aponta que os modelos climáticos convencionais não conseguem reconstruir adequadamente a variabilidade natural do clima. De fato, técnicas de análise avançadas revelam que a variabilidade natural do clima recente consiste na sobreposição de várias oscilações, muitas de origem astronômica, que vão desde a escala decenal até a escala milenar. Segundo o autor, as mesmas considerações levam à conclusão de que os modelos climáticos convencionais superestimam gravemente, em cerca de duas vezes, o aquecimento climático antropogênico.

Corroborando a informação sobre conjunção de causas naturais e deflagração de eventos climáticos em grande escala, destacam-se os trabalhos de Veizer et al. (1999, 2000) e de Shaviv e Veizer (2003), que estudaram isótopos em conchas carbonáticas (foraminíferos, bivalves e belemnitas) do Cambriano até o Neógeno. As análises de mais de 4.500 amostras revelam um aumento no fracionamento

de $\delta^{18}\text{O}$ desde o final do Cretáceo, o que indicaria tendência a uma diminuição da temperatura média global (Figura 1.5), em até 8° C, nos mares tropicais desde o Paleógeno.

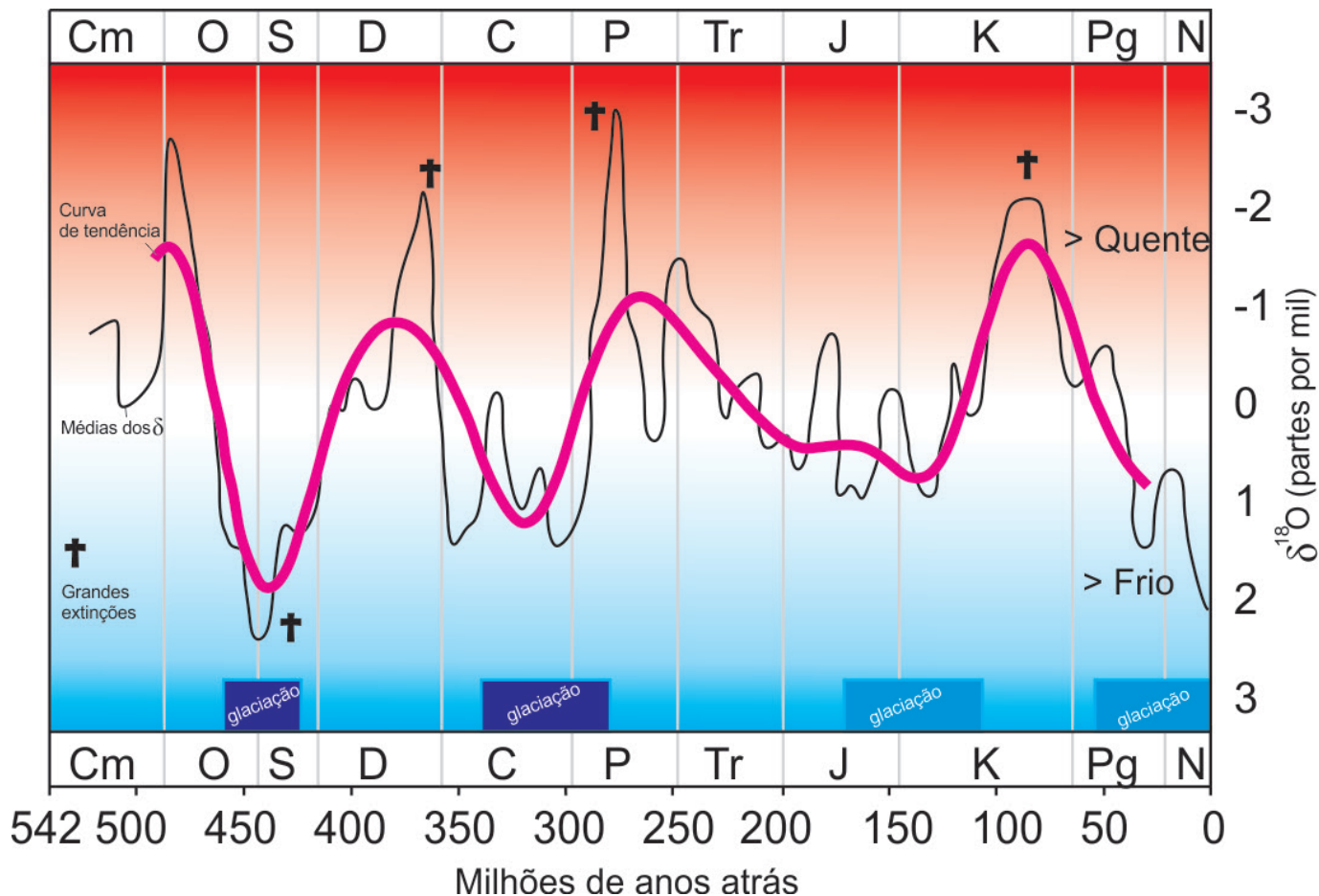


Figura 1.5 - Mudança climática ao longo do Fanerozoico. Indicação de extremos climáticos utilizando variações de $\delta^{18}\text{O}$ em + de 4.500 amostras de conchas carbonáticas (bivalves, foraminíferos e belemnitas). A cruz mostra a coincidência de extremos climáticos com grandes extinções.

Fonte: Veizer et al. (1999, 2000); Shaviv e Veizer (2003); Ceballos et al. (2015)

As variações, em seus extremos, coincidem com as grandes quatro extinções observadas na história do planeta (CEBALLOS et al., 2015): entre o Ordoviciano e o Siluriano, no Neodevoniano, no Eopermiano e no Neocretáceo. No caso desta última, não se descarta a amplificação do efeito catastrófico, devido à queda de um asteroide no Golfo do México (impacto de Chicxulub) e uma atmosfera rica em gases vulcânicos, com participação de intensidade questionada (SCHOENE et al., 2015; SPRAIN et al., 2019).

Devemos lembrar que os inevitáveis ciclos de mudanças climáticas se desenvolveram ao longo do Tempo Geológico. Estudos geoquímicos exclusivamente isotópicos, sobretudo de isótopos estáveis, não conseguem mensurar os efeitos antropogênicos em curtos períodos e locais específicos, como ilhas de calor em metrópoles (LOMBARDO, 1985). Assim, mais uma vez, a Geologia assume importante papel racional, ao propiciar discussões e ponderações relevantes, senão insubstituíveis por qualquer outra ciência, sobre a distinção entre mudanças naturais e aquelas provocadas pelo homem.

1.7 GEOLOGIA COMO COMPONENTE ESSENCIAL NA FORMAÇÃO DE PROFISSIONAIS

Cursos de graduação em muitos ramos da Engenharia, além de Agronomia, Biologia, Química e Física, requerem acentuado rigor na aquisição e aplicação de conhecimentos geológicos para boa formação dos egressos. Indo além, pode-se dizer que o aprendizado de Geologia/Geociências constitui um modo de construir ou aprimorar o caráter do indivíduo, na exata medida em que nos leva a conceber a singularidade de cada etapa evolutiva da Terra e a adquirir uma acentuada visão crítica de nossa própria realidade, das circunstâncias sob as quais vivemos e da necessidade de se valorizar a geobiodiversidade terrestre. A Geoética é componente essencial na formação de diversas categorias profissionais.

Se tomarmos como exemplo a questão da evolução dos seres vivos nas Ciências Biológicas, a componente curricular de Geologia/Geociências ajuda a superar a falsa dicotomia que tem sido propalada como “inevitável”: certas tendências ou concepções contemporâneas que se autodesignam “ciência” não passam de manifestações de fé religiosa.

Assim, a visão criacionista (também conhecida como “Design” Inteligente), que tenta se sobrepor ou, ao menos, se nivelar à Teoria da Evolução, não constitui conhecimento típico da ciência, porque não atende às premissas de ser um conhecimento objetivo, quantitativo e isento de valores. As proposições criacionistas não se conciliam com o conhecimento geocientífico, porque negam o próprio fundamento das Geociências, apoiadas nos conceitos de Tempo Geológico e Evolução. Já se passaram mais de 150 anos, desde que Darwin e Wallace formularam a Teoria da Evolução, e os modernos conhecimentos de Biologia e Geologia continuam a confirmar o acerto do modelo estabelecido.

1.7.1 Disseminação do Conhecimento Geológico

Até onde cabe a uma sociedade pobre concentrar sua capacidade de desenvolvimento de alto risco e custo nas fronteiras da ciência acadêmica, lideradas por nações com interesses de dominação mundial, e descuidar da apropriação do conhecimento e seu desenvolvimento para uso na solução de seus problemas mais básicos e dramáticos? (SOARES, 2018b, p. 294).

Nos dias atuais, qualquer esforço para disseminar o conhecimento geológico é essencial, sobretudo diante da frequente circulação de informações errôneas, equivocadas, ou desprovidas de base científica. Soares (2018b, p. 309) destaca ser necessário que a sociedade seja preparada “para se beneficiar do progresso e ao mesmo tempo valorizá-lo, distinguindo o que é inquietante e consumismo do que é qualidade de vida sustentável”.

Os fundamentos do conhecimento geológico, ou das ciências da Terra, da dinâmica interna e externa das diferentes esferas interativas do planeta são ingenuamente desconhecidos de quase cem por cento da população brasileira, simplesmente porque estes fundamentos não têm parte da educação básica (SOARES, 2018b).

A expansão da internet e o acesso instantâneo às redes sociais, por uma multiplicidade de pessoas, constituem efeitos da Sociedade Informática (SCHAFF, 1985). Entretanto, em qualquer segmento de atividade humana, o indivíduo é obrigado a distinguir conceitos equivocados daqueles cientificamente corretos.

Para construir tal base, há que se envolver o sistema educacional, que é desafiado a explorar a curiosidade de crianças e adolescentes e a “reter sua motivação para que continuem a aprender ao longo da vida e tornar-se cidadãos plenamente civilizados” (ESTRELLA, 2018, p. 3). O autor estende o desafio à Geologia. É importante que nossos professores e geocomunicadores sejam capazes de “contribuir na disseminação da cultura científico-humanística” na humanidade, focalizando, em especial, “os nossos filhos e jovens” (ESTRELLA, 2018, p. 3).

São três as maiores dificuldades para divulgação pública da Geologia, em relação a outras ciências (BRILHA, 2004):

- (1) as escalas de tempo envolvidas remontam a milhares ou milhões de anos, fator que leva muitas pessoas a supor que os fenômenos geológicos sejam irrelevantes diante de problemas atuais concretos que exigem resolução imediata;
- (2) os conceitos espaciais são demasiadamente vastos para os leigos; os geólogos tratam, com naturalidade, de choques de placas tectônicas, abertura e fechamento de oceanos, formação de cadeias de montanhas, além de outros processos e ciclos cuja compreensão escapa do senso comum, e
- (3) a sociedade tecnológica e industrializada desconhece sua extrema dependência de materiais geológicos, rochas e minerais.

A internet e os veículos de mídia multiplicam efeitos de práticas equivocadas, quer no plano individual, quer no contexto de comunidades inteiras, empresas e governos, locais ou nacionais. A perspectiva de Ciência do Sistema Terra (CARNEIRO et al., 2005) integra a Geologia às Geociências e proporciona visão de conjunto do funcionamento do planeta. O entendimento da complexa dinâmica da Terra ajuda a “formar uma perspectiva planetária” (CARNEIRO et al., 2004). Ao mesmo tempo em que os avisos revelam que a crise ambiental “põe em risco a preservação da espécie humana e seu atual patamar de civilização” (CARNEIRO et al., 2005), cada vez mais exige-se da humanidade uma atitude ética perante a própria sociedade e a natureza, conforme assinalam Martins et al. (2015).

A Amazônia é imenso laboratório para novos experimentos e ações educativas. As taxas de derrubada de florestas tropicais na

bacia hidrográfica amazônica aceleraram-se desde meados do século XX, mas recentemente houve tendência de redução, embora alguns especialistas estimem que as florestas tropicais remanescentes na Terra possam desaparecer em menos de 40 anos (MARTINS et al., 2015)

O conhecimento proporcionado pelas Geociências pode ajudar a modificar esse cenário e contribuir para a formação de cidadãos conscientes, capazes de tomar decisões equilibradas e ponderadas sobre atividades humanas que envolvam ocupação e uso do ambiente, materiais naturais e fontes de energia. Parece ser inadiável reintroduzir Geologia e Ciências da Terra na Educação, especialmente no Brasil (CARNEIRO et al., 2004).

Todos esses aspectos evidenciam que a disseminação do conhecimento geológico possui caráter estratégico. É por meio dele – e provavelmente apenas por meio dele – que pessoas curiosas poderão se aproximar do conhecimento geocientífico e, o que é mais importante, novos talentos poderão emergir.

1.7.2 Evolução dos periódicos e páginas de internet

No início da década de 2000, surgiram, na rede mundial de computadores, os primeiros *websites* brasileiros, em português. Com acesso ilimitado e empregando as tecnologias de produção de *websites* disponíveis na época, a maioria foi produzida por alunos de iniciação científica dos cursos de Geologia, supervisionados pelos docentes orientadores. Destaca-se a iniciativa da Universidade Estadual Paulista (Unesp), com o curso de Geologia Ambiental (REIS, 2001), o Banco de Dados de Minerais e Rochas do Museu Heinz Ebert (que gerou as publicações de MACHADO et al., 2002, 2003) e o curso *on-line* de Mineralogia Óptica (disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/petrologia/nardy/elearn.html>), em 2001, amplamente utilizado pelos cursos de Geologia do Brasil (NARDY; MACHADO, 2001). Os dois primeiros foram utilizados por quase duas décadas, como frequente material de consulta nos cursos de Geociências nacionais e portuguesas.

Impulsionados pela internet, vários periódicos de Geociências também colocaram seus artigos *on-line*, sendo que, gradualmente, a versão digital está substituindo a impressa, permitindo acesso universal. Merece destaque, dentre as revistas, o *Brazilian Journal of Geology* (originalmente Revista Brasileira de Geociências), publicado pela Sociedade Brasileira de Geologia, que, desde 2012, publica em inglês, tendo suprimido a versão impressa no mesmo ano. A revista *Terræ Didática*, mantida pelo Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) foi criada em 2005, em formato impresso e *on-line*. Em 2017, *Terræ Didática* suspendeu a versão impressa, tendo assumido periodicidade trimestral em 2018 e incorporado a revista *Terræ*, criada pela Unicamp, em 2004. A fusão abriu espaço para publicar inovações e recursos de alta qualidade e promover o conhecimento científico e educacional. Em 2019, a revista adotou o sistema de publicação contínua, que reduz o tempo entre a aceitação de um trabalho e sua divulgação.

Em 2016, a Geologia nacional ganhou os primeiros aplicativos para *smartphones* e *tablets*, destacando-se o referido *Brazilian Journal of Geology* e, em 2017, o aplicativo “Geologou”, desenvolvido pela aluna Cibele Saudino, da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), com vários conteúdos, todos gratuitos, como dicionário geológico, banco de dados de mineralogia e informações da área.

Depois de 2014, as páginas dedicadas exclusivamente à Geologia nas redes sociais cresceram largamente, organizadas, na grande maioria, por alunos de cursos superiores e cursos técnicos, como, por exemplo, “Sobre Geologia”, criada em 2015, pelo aluno Rafael Ladeia Alexandrino, do Instituto Federal da Bahia (IFBA). Estima-se que existam, atualmente, cerca de 30 páginas, perenes ou intermitentes, no *Facebook* (excluindo aquelas de eventos), sendo esta a plataforma mais utilizada no Brasil em 2019, em comparação com outras redes sociais.

1.8 PERSPECTIVAS FUTURAS DA GEOLOGIA E GEODIVERSIDADE NO BRASIL

As carreiras de Geologia e Engenharia Geológica são pouco divulgadas e, até mesmo, desvalorizadas no Brasil, uma vez que é incipiente a difusão das Geociências para a população em geral e, sobretudo, na escola básica. Isso impede o aparecimento de vocações na área de Ciências da Terra, pois os jovens não se encantam com os estudos e a aquisição de conhecimento nesse campo.

Os diferentes elementos de caracterização da atividade nacional no âmbito da Geologia se desdobram em diversos setores de atividade, todos diretamente ligados a ações de governo. Se a formação de Geólogos e Engenheiros Geólogos continua a ser, portanto, uma questão de Estado, conforme apontaram Azevedo e Terra (2008), o baixo nível de conhecimento do subsolo brasileiro constitui uma ameaça ao exercício de nossa soberania.

1.8.1 As oscilações na demanda de profissionais de Geologia

Segundo registros no sistema Confea/CREA, o Brasil possui 10.896 Geólogos e 832 Engenheiros Geólogos em atividade, mas não há dados precisos sobre distribuição de empregos. Um curioso levantamento de 2017, nos Estados Unidos (WILSON, 2018), revela que 10% dos geólogos bacharéis exercem atividade exploratória, dividida entre mineração (5%), petróleo & gás (5%); 30% prestam serviços na área ambiental; 18% exercem atividades de governança em instituições federais; 18% atuam em educação e instituições de pesquisa, e 24% em outras atividades diversas. A distribuição se altera no caso dos mestres em Geologia nos EUA, pois 25% atuam em atividade exploratória de petróleo (óleo e gás), enquanto mais da metade dos que possuem nível de doutorado trabalha em educação e em institutos de pesquisa.

Assine (1994) e Soares (2018a) assinalam que os empregos para geólogos no Brasil são influenciados pelas variações do

investimento internacional das empresas na exploração de minérios, petróleo e ouro. Podemos acrescentar que as curvas de Hewett (**Figura 1.4**) ajudam a compreender as disparidades regionais na oferta de ocupações para Geólogos e Engenheiros Geólogos: em alguns estados brasileiros predominam as atividades de exploração, enquanto em outros, a atividade de prestação de serviços técnicos especializados é mais requisitada.

A **Figura 1.6** representa as oscilações no investimento internacional em prospecção de ouro, bem como dos demais bens minerais, e em petróleo. A primeira forte expansão de contratação de profissionais de Geologia ocorreu no início da década de 1970, acompanhando o firme investimento em exploração mineral (excluindo ouro), entre 1960 e 1980, “motivada pela nova tecnologia de prospecção geoquímica, com análises por absorção atômica” (SOARES, 2018a). O notável volume de descobertas provocou queda no valor dos bens minerais e progressiva redução de investimentos no final do milênio.

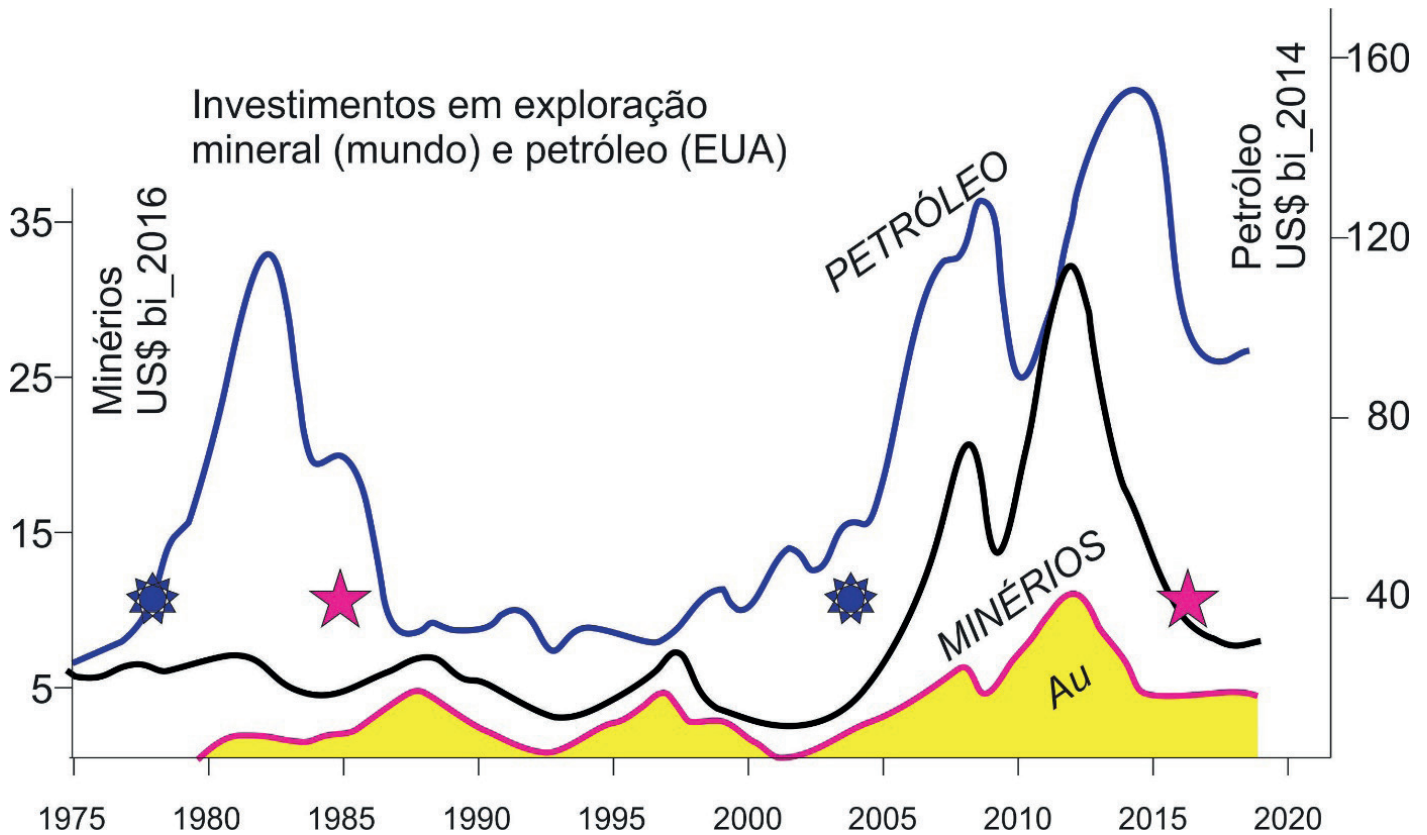


Figura 1.6 - Investimentos em exploração mineral no mundo (em US\$ bi de 2016, excluindo ouro) e petróleo nos EUA (em US\$ bi de 2014) e relação com a oferta (estrelas azuis) e extinção (estrelas vermelhas) de contratos para profissionais de Geologia.

Fonte: modificado de Assine (1994) e Soares (2018a)

Ao final dos anos 1980, a queda dos preços internacionais de bens minerais, aliada à redução dos preços de petróleo, motivou a extinção de muitos empregos, como mostrado na **Figura 1.6** (ASSINE, 1994). A atividade geológica vivenciou anos críticos de 1984 a 2002. No ano seguinte, 2003, houve novo impulso dos investimentos em exploração de quase todos os bens minerais, exceto urânio e diamantes, atingindo “[...] dez vezes mais que na média da fase de depressão anterior – um terço somente em ouro. Uma euforia na atividade geológica tomou conta no mundo. Também no Brasil.” (SOARES, 2018a).

Em 2012, inicia-se forte recuo, mantendo-se a queda até 2018. Quando as reservas se reduziram, o petróleo voltou a se valorizar, provocando retomada dos investimentos, o que gerou novo pico de descobertas entre 2009-2010. A partir de 2012, o excesso de produção causou queda vertiginosa do preço do barril. Em 2016, as oportunidades de trabalho para os geólogos despencaram, tanto na exploração como na produção (SOARES, 2018a).

Podemos concluir que o mercado de trabalho para Geólogos e Engenheiros Geólogos, no Brasil, é sensível às variações na atividade exploratória mundial (SOARES, 2018a). Isso provoca oscilações na demanda de profissionais da área geológica e, quando a contratação entra em queda, provoca situações aflitivas para muitos egressos. Infelizmente, a procura pelos cursos de Geologia é igualmente contaminada pelas variações.

1.8.2 Os profissionais de Geologia e as ações de Estado

O número de cursos superiores, apesar da ampliação verificada em décadas recentes, não atende às necessidades estratégicas de desenvolvimento econômico e social do país. Não pode ser menosprezada a questão da autorização de novos cursos e controle

daqueles em vigor, a exemplo do que ocorre em todas as áreas da Engenharia. Eventuais deficiências na formação profissional poderão causar prejuízos irreparáveis no futuro. Os exemplos de Mariana e Brumadinho não admitem dúvidas. Embora não sejam únicos, são casos recentes que causaram comoção em nível nacional e internacional.

O mapeamento básico e a geração de conhecimento geológico são atividades necessárias e permanentes, para apoiar os demais segmentos da indústria e a própria sociedade. Como vimos, em outros países, o mapeamento básico evoluiu no campo da modelagem 3-D e da previsão de fenômenos, com apoio em sistemas digitais avançados. Embora a cartografia 3-D, como técnica de coleta de dados, ainda esteja no início (PAVLIS; MASON, 2017), os países desenvolvidos vivenciam verdadeira revolução, em que o mapa geológico é apenas a “ponta do *iceberg*” do mapeamento 3-D. Sofistica-se a produção de conhecimento básico para subsidiar ações do poder público e empresas privadas.

O país mantém um serviço geológico nacional e atingiu notável *expertise* no campo de Petróleo e Gás, mas não há entidades similares à CPRM/SGB no plano estadual. Alguns estados possuem sistemas residuais em funcionamento, como o DRM-RJ, enquanto a totalidade dos Sistemas Estaduais de Geologia e Mineração foi desativada em anos recentes. O prejuízo para o país jamais foi devidamente dimensionado.

A inexistência de SGs regionais bem estruturados aumenta a responsabilidade exclusiva da CPRM/SGB pela execução dos levantamentos geológicos no território nacional e introduz mais dificuldades, pela escassez de prováveis parceiros potenciais (BERTOLDO, 2000).

O Estado não pode se omitir nas atividades de autorização, licenciamento, fiscalização e controle nas áreas de Meio Ambiente, Desastres Naturais, Desastres Induzidos pelo Homem, Geoconservação, Geodiversidade e, até mesmo, nos campos da Saúde Pública e Geomedicina. A participação empresarial é bem-vinda, além de indispensável para aportar o investimento necessário, gerar riquezas e desenvolver projetos nos campos da Mineração, Petróleo & Gás, Energia, Geoturismo, Água Subterrânea e Mananciais de Superfície. Nesses campos, poderia existir uma fértil trama de relações sociais entre o governo, o setor privado e a comunidade acadêmica (BERTOLDO, 2000), se existissem serviços geológicos estaduais conectados com a CPRM/SGB.

1.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Se a formação de Geólogos e Engenheiros Geólogos é questão de Estado, é preciso valorizar essas profissões. O bem-sucedido caso do pré-sal revela que não se pode falar em soberania, enquanto perpetuar o atual quadro de desconhecimento do subsolo brasileiro.

O atraso chega a ser da ordem de décadas, na comparação com os países desenvolvidos, como mostrou Soares (2018b): os primeiros geólogos começam a se formar no Brasil cerca de 80 anos mais tarde; houve atraso equivalente, até que o país começasse a aproveitar seus carvões; a produção de petróleo em território brasileiro levou, praticamente, um século para ter início.

Iniciativas bem sucedidas como os Sistemas Estaduais de Geologia e Mineração foram interrompidas, sem considerar seus resultados e os benefícios sociais e econômicos obtidos. A decisão foi política, pois as fontes de recurso mudaram de nome, mas não se extinguíram. É difícil estimar o tempo necessário para equiparar o conhecimento geológico nacional ao de países europeus, bem como Canadá, EUA e Austrália, superando a falta de recursos e pessoal treinado. A análise dos dados sugere que levará mais de um século para que o grau de conhecimento de nosso subsolo possa ser comparado ao existente, hoje, nesses países, onde o conhecimento geológico evoluiu e se sofisticou, graças a modernas tecnologias digitais.

Nosso atraso parece se perpetuar, graças ao baixo conhecimento que os tomadores de decisão e a população em geral possuem sobre todos esses temas:

Em algumas ciências, como nas geociências e nas ciências sociais e tecnologias, temas regionais podem ser mais importantes, embora a regionalidade não implique limitação científica em virtude de seu potencial de extensão ao mundo globalizado. Nota-se, entretanto, que essas mesmas ciências, com foco regional, são quase ausentes tanto no ensino básico como nos cursos de graduação (SOARES, 2018b, p. 310).

A pesquisa geocientífica produzida por nossas universidades e centros de pesquisa é compatível com padrões internacionais, mas os exemplos e situações expostos no presente Capítulo, nos campos da Geologia, Mineração, Petróleo & Gás, Meio Ambiente, Aproveitamento de Água Subterrânea e Geração de Conhecimento Básico e Aplicado revelam que o atraso brasileiro resulta da escassa e difusa vontade política. Não basta exportar matérias-primas, é preciso capacitar pessoal especializado e estimular a troca comercial de bens e serviços tecnologicamente avançados, cujo valor agregado é muito maior.

A longa trajetória de sucessos neste país continental, rico em geobiodiversidade, mostra a dimensão do desafio de transformar a dura realidade atual. Esperamos que os dados reunidos nesta obra incentivem os jovens, seus professores e colegas a se mobilizarem para ampliar o conhecimento e empregá-lo em favor da resolução de problemas reais da sociedade brasileira.

O desafio educacional dos dias atuais foi resumido, de modo incisivo, por Richard Riley, em 2011 (MELO, 2018), quando era Secretário de Governo da administração Clinton, nos EUA, ao ponderar que as sociedades devem “preparar profissionais para atuar em empregos (ocupações) que ainda não existem; para usar tecnologias que ainda não foram inventadas e para solucionar problemas que ainda não sabemos que são problemas”.

Esse, certamente, não é o caso das carreiras de Geologia e Engenharia Geológica, no Brasil, que continuarão a ser insubstituíveis, por muitas décadas futuras.

Revisão dos conceitos apresentados

- A função primordial dos Geólogos e Engenheiros Geólogos é desenvolver o conhecimento de Geologia, a partir da acurada leitura e interpretação do registro geológico, que está disperso por todo o planeta.
- A Terra é um planeta dinâmico que, ao longo de bilhões de anos, manteve registro bem incompleto dos produtos da interação cíclica entre os processos naturais e a atividade dos seres vivos que a povoaram.
- Assim como a paisagem atual resulta da interação de processos geológicos, climáticos, hidrogeológicos, pedológicos, biológicos e tectônicos, a herança tectônica resultou de processos naturais que controlaram a moderna distribuição dos recursos minerais e energéticos.
- A Lei 4.076/62 regulamenta as profissões de Geólogo e define suas competências no Brasil. As necessidades de conhecimento do subsolo ampliaram-se muito desde então, tendo surgido novos desafios, como na questão ambiental e nos campos da valorização e conservação do patrimônio natural. Uma vez que o território ainda é mal conhecido, persistem as necessidades de mapeamento geológico, prospecção e pesquisa mineral, e exploração de petróleo que inspiraram a Lei de 1962.
- A Geoética articula a visão sistêmica da Geologia com as implicações éticas, sociais e culturais da pesquisa e prática geológica: as rupturas de barragens de disposição de rejeitos de mineração de ferro, em Mariana, MG (novembro de 2015) e Brumadinho, MG (janeiro de 2019) causaram desastres ambientais de proporções incalculáveis, além da perda de vidas humanas. Assim, os fatores geológicos precisam estar presentes no conceito de sustentabilidade ambiental.
- O desafio brasileiro de qualificação profissional no campo das engenharias é enorme, mas uma parte importante das deficiências resulta de fragilidades encontradas no ensino médio.
- Nos cursos brasileiros de Geologia e Engenharia Geológica, é essencial integrar o saber e a pesquisa com a formação profissional, para capacitar o egresso a bem aproveitar novas oportunidades de especialização e encaixar-se na diversidade crescente de ocupações.
- Informações geológicas são indispensáveis para planejar e gerenciar cidades, estados e regiões brasileiras, mas a base de conhecimento disponível ainda está muito aquém do nível mínimo desejável.
- As atividades de mapeamento básico e geração de conhecimento geológico, que definem a missão do Serviço Geológico do Brasil, jamais se esgotam, porque são necessárias para apoiar a própria sociedade, bem como diversos segmentos da indústria.
- O grau de conhecimento do subsolo brasileiro está muito aquém do existente hoje em países europeus, Canadá, EUA e Austrália.
- Nos anos 1970-1980, foram criados Sistemas de Geologia e Mineração em diversos estados, com recursos da cota-parte estadual de um imposto específico, trazendo prosperidade a muitos municípios. A existência dos Sistemas foi efêmera, embora os recursos ainda existam, como Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM). O nível de aproveitamento dos recursos da CFEM pelos municípios mineradores é muito desigual.
- Embora o país mantenha um Serviço Geológico e tenha atingido notável *expertise* no campo de Petróleo & Gás, não há entidades similares à CPRM/SGB no plano estadual. Em alguns estados, funcionam sistemas embrionários, como o DRM-RJ, mas foram desativados, praticamente, todos os Sistemas Estaduais.
- Em outros países, o mapeamento básico tem evoluído no campo da modelagem 3-D e para o mapeamento geológico 3-D, que permite avançada compreensão de fenômenos e de situações geológicas particulares, que se tornam críticas para muitas ações do poder público e empresas privadas.
- A Geologia é a ciência da mudança climática, porque é somente a partir de dados obtidos do registro geológico que se pode reconstituir e interpretar o sistema climático terrestre.
- É inadiável fortalecer e valorizar as disciplinas geológicas nos cursos de graduação das Engenharias, Agronomia, Biologia, Química e Física, pois a aquisição e a aplicação de conhecimentos geológicos são fundamentais para diversos campos do conhecimento.
- No Brasil, é essencial reintroduzir Geologia e Ciências da Terra na educação básica, para que novos talentos possam surgir, à medida que os jovens tomem contato com o conhecimento geocientífico.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Prof. Dr. Paulo Cesar Soares, pela avaliação crítica do texto e pelas sugestões valiosas, que ajudaram a aprimorar o trabalho. Agradecem, também, à Dra. Lúcia Travassos da Rosa Costa, chefe do Departamento de Geologia da CPRM, pela disponibilização de dados.

REFERÊNCIAS

- ABREU, S. F. de. Recursos Minerais do Brasil. 2 ed. São Paulo: Cia. Editora Nacional. 1975. 222 p.
- ALMEIDA, F. F. M. de. Os fundamentos geológicos. In: AZEVEDO, A. de e colaboradores. Brasil, a Terra e o Homem. São Paulo: Comp. Editora Nacional, 1964. v. I, p. 55-120.
- ALVES, F. Quem lembra da Abemin? Brasil Mineral, n. 356, nov. 2015. Versão on-line. Disponível em: <http://www.flip3d.com.br/web/pub/signus/index.jsp?edicao=3060#page/3>. Acesso em: 02 jan. 2019.
- AMADOR, F. Contribuições da história da ciência para os processos de desenho curricular. Revista da Educação, Lisboa, Portugal, v. XVII n. 1, p. 9-30, 2010. Disponível em: http://revista.educ.ie.ulisboa.pt/arquivo/vol_XVII_1/Artigo1_Filomena%20Amador_Form.pdf. Acesso em: 29 dez. 2018.
- AMERICAN GEOLOGICAL INSTITUTE (AGI) & THE NATIONAL PARK SERVICE (NPS). America's Geologic Heritage: An Invitation to Leadership. On-line: American Geological Institute, 2015. Disponível em: http://www.earthsciweek.org/sites/default/files/Geoheritage/GH_Publicaton_Final.pdf. Acesso em: 07 set. 2016.
- ANDRADA E SILVA, J. B. de. Mineralogia. O Patriota, v. 2, n. 1, p. 12, 1813.
- ANDRADE, W. S.; CARNEIRO, C. D. R.; BASILICI, G. Didactic environments for teaching and developing abilities in geological 3D visualization. In: CARNEIRO, C. D. R.; GONÇALVES, P. W.; IMBERNON, R. A. L.; MACHADO, F. B.; CERRI, C. A. D. (ed.). Geosciences Teaching and History. 2018. Campinas: SBG, p. 286-292. Disponível em: http://www.ige.unicamp.br/geosci2018/wp-content/uploads/sites/38/2018/10/2018_ProceedingsGeoSciEdFinal.pdf. Acesso em: 14 jan. 2019.
- ANDREWS, S. Spatial thinking with a difference: an unorthodox treatise on the mind of the geologist. AEG News, v. 45, n. 4, 2002. v. 46, n. 1-3, 2003. Disponível em: <https://www.sarahandrews.net/images/Spatial%20Thinking%20with%20a%20Difference.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2019.
- ASMUS, H. E.; GUAZELLI, W. Descrição sumária das estruturas da margem continental brasileira e das águas oceânicas e continentais adjacentes. Hipóteses sobre o tectonismo causador e implicações para os prognósticos do potencial de recursos minerais. In: Estruturas e tectonismo da margem continental brasileira e suas implicações nos processos sedimentares e avaliação do potencial de recursos minerais. Rio de Janeiro, PETROBRAS/DNPM-CPRM/DHN/CNPq, Série Projeto Remac, n. 9, p. 187-189, 1981.
- ASSINE, M. L. Repensando os cursos de graduação em Geologia. Cadernos IG-Unicamp, v. 4, n. 1, p. 34-65, 1994.
- AZEVEDO, R. L. M. de; TERRA, G. J. S. A busca do petróleo, o papel da Petrobras e o ensino da Geologia no Brasil. B. Geoci. Petrobras, v. 16, n. 2, p. 373-420, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/296484911_A_busca_do_petroleo_o_papel_da_Petrobras_e_o_ensino_da_Geologia_no_Brasil. Acesso em: 04 fev. 2019.
- BASILICI, G.; SILVA A. M. B. Projeto Pedagógico Geologia e Geografia. Curso de Graduação em Geologia-Bacharelado, Geografia-Bacharelado, Geografia (Noturno), Modalidades: Bacharelado e Licenciatura. Campinas: Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, 2010, 192 p. (inédito).
- BERG, R. C.; MATHERS, S. J.; KESSLER, H.; KEEFER, D. A. (ed.). Synopsis of Current Three-dimensional Geological Mapping and Modeling in Geological Survey Organisations. Illinois State Geological Survey, Circular 578, 2011, 92 p.
- BERG, R. C.; MACCORMACK, K.; RUSSEL, H. A. J.; THORLEIFSON, L. H. (ed.). Three-dimensional geological mapping. In: Three-Dimensional Geological Mapping. Illinois. Workshop extended abstracts. Illinois: Illinois State Geological Survey. p. 93-95, 2018. Disponível em: http://library.isgs.illinois.edu/Pubs/pdfs/ofs/2018/ofs2018_1.pdf. Acesso em: 09 fev. 2019.
- BERTOLDO, A. L. Avaliação das atividades de levantamento geológico e dos serviços geológicos nacionais: uma abordagem comparativa internacional. 2000. 147 f. Tese (Doutorado em Administração e Política de Recursos Minerais) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. Disponível em: repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/287077/1/Bertoldo_ArnoLuis_D.pdf. Acesso em: 09 fev. 2019.
- BERTOLDO, A. L. O conhecimento geológico no Brasil. Portal do Geólogo, 11 jul. 2006. Disponível em: <http://www.geologo.com.br/o%20conhecimento%20geol%C3%B3gico%20no%20brasil.htm>. Acesso em: 05 jan. 2019.
- BRASIL. Decreto nº 40.783, de 18 de janeiro de 1957. Institui a Campanha de Formação de Geólogos. Rio de Janeiro, 1957.
- BRASIL. Lei nº 4.076, de 23 de junho de 1962. Regula o exercício da profissão de geólogo. Brasília, 1962.
- BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Resolução CNE/CES n. 387/2012, de 7 novembro de 2012. Institui as diretrizes curriculares nacionais para o curso de graduação em Geologia e em Engenharia Geológica, bacharelados. Brasília (DF), 7 nov. 2012. (Relator Luiz Roberto Liza Curi, Proc. 23001.000110/2007-41).
- BRILHA, J. B. R. A Geologia, os Geólogos e o Manto da Invisibilidade. Comunicação e Sociedade, v. 6, p. 257-265, 2004. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/2863>. Acesso em: 09 fev. 2019.
- BRILHA, J. B. R. A Importância dos Geoparques no Ensino e Divulgação das Geociências. Geologia USP, Publ. espec., v. 5, p. 27-33, out. 2009. Disponível em: www.journals.usp.br/guspe/article/download/45388/49000. Acesso em: 04 fev. 2019.
- CAMPBELL, G. The Leading Edge. Our shared geoheritage. Earth Science Week, set. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1190/tle35090800.1>.
- CARNEIRO, C. D. R. Perspectivas do profissional de geociências num cenário de retomada do crescimento econômico brasileiro. Geonomos, v. 3, n. 2, p. 23-33, 1995. Disponível em: www.igc.ufmg.br/geonomos/PDFs/3_2_23_33_Carneiro.pdf. Acesso em: 29 dez. 2018.
- CARNEIRO, C. D. R.; GONÇALVES, P. W.; NEGRÃO, O. B. M.; CUNHA, C. A. L. Ciência do Sistema Terra e o entendimento da “máquina” planetária em que vivemos. Belo Horizonte, Geonomos, v. 13, n. 1, p. 11-18, 2005. Disponível em: <http://www.igc.ufmg.br/geonomos/indice13.htm>. Acesso em: 12 jan. 2019.
- CARNEIRO, C. D. R.; HERRMANN, H. Fim do Pró-Minério: o que virá depois? Brasil Mineral, Parte I: v. 120, p. 46-48, Parte 2: v. 121, p. 30-33, 1994.
- CARNEIRO, C. D. R.; TOLEDO, M. C. M. de; ALMEIDA, F. F. M. de. Dez motivos para a inclusão de temas de Geologia na Educação Básica. Rev. Bras. Geoc., v. 34, n. 4, p. 553-560, 2004. DOI: 10.25249/0375-7536.2004344553560.
- CARNEIRO, C. D. R.; GONÇALVES, P. W.; NEGRÃO, O. B. M.; CUNHA, C. A. L. Docência e trabalhos de campo nas disciplinas Ciência do Sistema Terra I e II da UNICAMP. Rev. Bras. Geoc., v. 38, n. 1, p. 130-142, 2008. DOI: 10.25249/0375-7536.2008381130142.
- CASTRO, P.; RUCHKYS, Ú.; MANINI, R. A sociedade civil organizada e o rompimento da barragem de Fundão, Mariana (MG): porque é preciso difundir a geoética. Terrae Didactica, v. 14, n.4, p. 439-444, 2018. DOI: <https://doi.org/10.20396/td.v14i4.8654194>.
- CEBALLOS, G.; EHRlich, P. R.; BARNOSKY, A. D.; GARCÍA, A.; PRINGLE, R. M.; PALMER, T. M. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. Science Advances, v. 1, n. 5, p. 1-5, 2015. DOI: 10.1126/sciadv.1400253.
- CHEW III R. T. A Geologist's Opportunity, The Good News. Journal of Geological Education, v. 29, n. 1, p. 22-25, 1981. DOI: <https://doi.org/10.5408/0022-1368-29.1.22>.
- CHRISTOPHERSON, R. W. Geossistemas. Uma introdução à geografia física. 7. ed. Tradução: Francisco Eliseu Aquino et al. Porto Alegre: Bookman, 2012. 727 p.
- CONFEA. CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA. Resolução nº 218, de 29 de junho de 1973. Discrimina atividades das diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Rio de Janeiro, 1973.

- CONFEA. CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA. Resolução nº 1.073, de 19 de abril de 2016. Regulamenta a atribuição de títulos, atividades, competências e campos de atuação profissionais aos profissionais registrados no Sistema Confea/Crea para efeito de fiscalização do exercício profissional no âmbito da Engenharia e da Agronomia. Brasília, 2016.
- CONSULTANTS 500 TEAM. The Future of the Professional Services Industry. Portal Consultants 500. [2016?]. Disponível em: <https://www.blog.consultants500.com/professional-services-in-general/the-future-of-the-professional-services-industry/>. Acesso em: 03 jan. 2019.
- CORDANI, U. G.; ERNESTO, M.; DIAS, M. A. S.; MENDONÇA, C. A.; SARAIVA, E. S. B. G. Ensino de Geociências na universidade. *Estudos Avançados*, v. 32, n. 94, p. 331-343, 2018. DOI: 10.1590/s0103-40142018.3294.0020. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/152703/149206>. Acesso em: 06 jan. 2019.
- CPRM/SGB. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Plano estratégico 2017/2021. Criando os 5 para os próximos 50 anos. Brasília: CPRM/SGB, 2017. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/media/sobre/plano_estrategico.pdf. Acesso em: 08 fev. 2019.
- CPRM/SGB. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Missão, Visão, Valores e Princípios. Brasília: CPRM/SGB. [2016?]. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Sobre-a-CPRM/Missao%2C-Visao%2C-Valores-e-Principios-19>. Acesso em: 08 fev. 2019.
- CURI, L. R. L. Diretrizes curriculares nacionais para o curso de graduação em Geologia e em Engenharia Geológica, bacharelados. Brasília (DF), Conselho Nacional de Educação. 2012. (Proc. 23001.000110/2007-41).
- DANTAS, A. S. L.; MACHADO, I. F.; ANDRADE, J. G. Geological Surveys of the World. In: Conference ICOGS Symposium, 33. International Geological Congress, 2008. Oslo, Norway: IUGS, 2008.
- DANTAS, A. S. L. Tendencias en la Actuación de los Servicios Geológicos Nacionales y de los Conocimientos Geológicos del Subsuelo. Atas dela XII Asamblea Ordinária de ASGMI, 2016, Bogotá: Asociación de los Servicios Geológicos y Mineros Ibero Americanos, 2016.
- DANTAS, A. S. L. Perfis de atuação dos Serviços Geológicos no Mundo. Relatório para United Nations Economic of Africa (UNECA). Adis-Abeba, Etiópia, 2017. (Inédito).
- DANTAS, A. S. L. As distintas estruturas e formas de atuação dos Serviços Geológicos do Mundo. In: Curso de Especialização em Gestão do Setor Mineral e Energético. PUC-RJ. Escola de Negócios/MME, 2018. (Material didático).
- DERBY, O. A. The Serra do Espinhaço, Brasil. *Journal of Geology*, Chicago, v. 14, p. 374-401, 1906.
- DNPM-PE. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, PERNAMBUCO. Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais. Recife: DNPM-PE. sem data. Disponível em: <http://www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/Cfem.php>. Acesso em: 20 fev. 2019.
- DORR II, J. V. N. Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. Washington, D.C.: U.S. Geological Survey Professional Paper, v. 641-A, p. 1-110, 1969.
- DORR II, J. V. N.; HERZ, N.; BARBOSA, A. L. M.; SIMONS, G. C. Esboço geológico do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais, Brasil. DNPM, Rio de Janeiro, Publ. Esp., n. 1, 120 p., 1959.
- EDDY, J. A fragile Seam of Dark Blue Light. *Proceedings of the Global Change Research Forum*. USGS Circular 1086, p. 15, 1993.
- ELLISON, R. A.; BOOTH, S. J.; STRANGE, P. J. The British Geological Survey LOCUS Project: a source of high quality geological maps and computer generated 3-D models of London. *Episodes*, v. 16, p. 383-388, 1993. Disponível em: <http://www.episodes.org/articleDetail.do>. Acesso em: 02 jan. 2019.
- ENRÍQUEZ, M. A. R. S. Maldição ou dádiva? Os dilemas do desenvolvimento sustentável a partir de uma base mineira. 2017. 449 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2017. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/6417?mode=full>. Acesso em: 02 jan. 2019.
- ERNESTO, M.; CORDANI, U. G.; CARNEIRO, C. D. R.; DIAS, M. A. S.; MENDONÇA, C. A.; SARAIVA, E. S. B. G. Perspectivas do ensino de Geociências. *Estudos Avançados*, v. 32, n. 94, p. 331-343, 2018. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0021>.
- ESCHWEGE, W. L. von. Quadro Geognóstico do Brasil e a provável rocha matriz dos diamantes. Tradução do original de 1822: RENGGER, F. E. *Geonomos*, v. 13, n. 1, 2, p. 97-109, 2005. Disponível em: <http://www.ige.ufmg.br/geonomos/indice13.htm>. Acesso em: 28 jan. 2019.
- ESTRELLA, G. O. A perspective for Geoscience Education for improving the future of humanity. In: CARNEIRO, C. D. R.; GONÇALVES P. W.; IMBERNON, R. A. L.; MACHADO, F. B.; CERRI, C. A. D. (ed.). *Geosciences Teaching and History*. Campinas: SBG, 2018, p. 3-7. (Conferência de abertura). ISBN 978-85-479-0067-0. Disponível em: <http://www.ige.unicamp.br/geoscienced2018/en/papers/>. Acesso em: 28 jan. 2019.
- FACHIN, P. Mineração e o jogo dos sete erros. Entrevista especial com Paulo Rodrigues. São Leopoldo: Unisinos, Revista IHU on-line, v. XVIII, n. 531, 2018. Disponível em: <http://www.ihu.unisinos.br/entrevistas/549486-mineracao-e-o-jogo-dos-sete-erros-entrevista-especial-com-paulo-rodrigues>. Acesso em: 26 jan. 2019.
- FERREIRA, T. R. Royalties minerais e capacidade de gestão em governos locais: um estudo em municípios mineradores de Minas Gerais. 122 f. 2013. Dissertação (Mestrado em Administração Pública e Governo) – Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, SP, 2013. Disponível em: https://gvpesquisa.fgv.br/sites/gvpesquisa.fgv.br/files/thamiris_rodrigues_ferreira.pdf. Acesso em: 02 jan. 2019.
- FIGUEIRÔA, S. F. M. Mineração no Brasil: aspectos técnicos e científicos de sua história na colônia e no império (séculos XVIII-XIX). *América Latina en la Historia Económica*. v. 1, n. 1, 1994.
- FYFE, W.S. As ciências da Terra e a sociedade: as necessidades para o século XXI. *Estudos Avançados*, v. 11, n. 30, p. 175-190, 1997. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40141997000200012>.
- GERHARD, L. C. Introduction to Geological Perspectives of Global Climate Change. In: Tulsa Geological Society meeting, 2007, Tulsa. Disponível em: <http://www.searchanddiscovery.com/documents/2007/07005gerhard/images/gerhard%20notes.pdf>. Acesso em: 03 jan. 2019.
- GOULD, S. J. Seta do tempo, ciclo do tempo: mito e metáfora na descoberta do tempo geológico. Tradução: Carlos Afonso Malferrari. São Paulo: Companhia das Letras, 1991. 221 p.
- GOULD, S. J.; ELDRIDGE, N. Punctuated equilibria: The tempo and mode of evolution reconsidered. *Paleobiology*, v. 3, n.2, p. 115-151, 1977. DOI: 10.1017/S0094837300005224.
- GUIMARÃES, J. E. P. História da Mineração. São Paulo, SP: Art Editora, 1981.
- HARDY, J. T. Climate Change. Causes, Effects, and Solutions. Chichester, England: John Wiley & Sons, 2003.
- HEWETT, D. F. Cycles in Metal Production. New York: The American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, 1929. 31p.
- IMBERNON, R. A. L.; VALLE, W. Values and geoethic conflicts involving tailings dam: the Samarco Case, Mariana, MG, Brazil. In: CARNEIRO, C. D. R.; GONÇALVES P. W.; IMBERNON, R. A. L.; MACHADO, F. B.; CERRI, C. A. D. (ed.). *Geosciences Teaching and History*, 4. 2018, Campinas, SP: SBG, 2018. p. 177-181. ISBN 978-85-479-0067-0. Disponível em: <http://www.ige.unicamp.br/geoscienced2018/en/papers/>. Acesso em: 03 jan. 2019.
- IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Fourth Assessment Report: Climate Change Geneva: IPCC, 2007a. Disponível em: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/contents.html. Acesso em: 08 mar. 2014.
- IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007b.

- KASTENS, K. A.; MANDUCA, C. A.; CERVATO, C.; FRODEMAN, R.; GOODWIN, C.; LIBEN, L. S.; MOGK, D. W.; SPANGLER, T. C.; STILINGS, N. A.; TITUS, S. How Geoscientists Think and Learn. *Am. Geophys. Union, EOS, Transactions*, v. 90, n. 31, 2009. Disponível em: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/eost2009EO31>. Acesso em: 06 jan. 2019.
- KASTENS, K.; PISTOLESI, L.; PASSOW, M. J. Analysis of Spatial Concepts, Spatial Skills and Spatial Representations in New York State Regents Earth Science Examinations. *Geosci. Educ.*, v. 62, p. 278-289, 2014. Disponível em: <http://earth2class.org/site/wp-content/uploads/2015/06/JGE-Spatial-Thinking-article.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2019.
- KESSLER, H.; CAMPBELL, D.; FORD, J.; GILES, J.; HUGHES, A.; JACKSON, I.; PEACH, D.; PRICE, S.; SOBISCH, H. G.; TERRINGTON, R.; WOOD, B. Building on geological models. The vision of an environmental modelling platform. In: BERG, R.C.; RUSSELL, H. A.; THORLEIFSON, L.H. Three-dimensional geological mapping. Illinois: Illinois State Geological Survey, 2009. p. 24-30. DOI: 10.13140/RG.2.1.1495.3041.
- KUIPER, I. D. The dry-erase cube: making three-dimensional visualization easy. *J. Geosc. Educ.*, v. 56, n. 3, p. 261-286, 2008.
- LEGGET, R. F. What every city should do about Geology-and its underground. Great Britain: Pergamon Press. *Underground Space*, v. 4, n. 5, p. 273-277, 1980.
- LINQUEVIS, F. L.; MARTINS, J. R. S.; CARNEIRO, C. D. R. Um novo enfoque para o artigo “Plataforma Continental Jurídica, Recursos do Pré-Sal e Ensino de Geociências”. *Campinas, Terræ*, v. 13, n. 1-2, p. 23-30, 2016. Disponível em: http://www.ige.unicamp.br/terrae/V13/T_V13_3.html. Acesso em: 18 jan. 2018.
- LOMBARDO, M. Ilha de calor nas metrópoles: uma análise do exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 1985.
- MACHADO, F. B., ZANARDO, A., GALEMBECK, T. M. B., NARDY, A. J. R. Enciclopédia de minerais. São Paulo: Ed. UNESP. 2002. CD-ROM. 550 p.
- MACHADO, F. B.; GODOY, A. M.; ARTUR, A. C.; ZANARDO, A.; GALEMBECK, T. M. B.; NARDY, A. J. R. Atlas de rochas. São Paulo: Editora UNESP. v. 1, 2003. CD-ROM. 120 p.
- MACHADO, I. F. Recursos Minerais: Política e Sociedade. São Paulo: Pró-Minério/Blücher, 1989. 410 p.
- MACHADO, I. F. Introduction to mining. *Ciência Viva*, Portugal, 1989. Disponível em: www.cienciaviva.pt/img/upload/Introduction%20to%20mining.pdf. Acesso em: 18 jan. 2019.
- MACHADO, I. F.; FIGUEIRÔA, S. F. M. 500 years of mining in Brazil: a brief review. *Resources Policy*, v. 27, p. 9-24, 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/222550142_500_years_of_mining_in_Brazil_A_brief_review. Acesso em: 08 fev. 2019.
- MACHADO, M. M. M.; AZEVEDO, U. R. de; RENGER, F. E. A evolução do entendimento da geologia do Quadrilátero Ferrífero: uma história registrada em mapas. *Rev. Bras. Cartogr.*, v. 67, n. 4, p. 747-758, 2015. Disponível em: <http://www.lsie.unb.br/rbc/index.php/rbc/article/view/1258>. Acesso em: 28 jan. 2019.
- MANTESSO-NETO, V. Origens e desenvolvimento do conhecimento geológico do Brasil. In: HASUI, Y.; CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIDA, F. F. M.de; BARTORELLI, A. (ed.). *Geologia do Brasil*. São Paulo: Ed. Beca, 2012. p. 788-796.
- MARTINS, L.; BONITO, J.; MARQUES, L.; CARNEIRO, C. D. R. Desenvolvimento sustentável: algumas linhas de ação para a Amazônia. *Boa Vista, RR. Olhares Amazônicos*, v. 4, n. 1, p. 700-719, 2015. Disponível em: <http://ufr.br/roa/index.php/21-volume-4-numero-1>. Acesso em: 10 jan. 2017.
- MARTINS, J. R. S.; CARNEIRO, C. D. R. Plataforma continental jurídica, recursos do pré-sal e ensino de Geociências. *Campinas, Terræ*, v. 9, n. 1, p. 61-109, 2012. Disponível em: <http://www.ige.unicamp.br/terrae/V9/PDFv9/plataforma%20continental.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2019.
- MATHERS, S. J.; BURKE, H. F.; TERRINGTON, S.; THORPE, R. A.; DEARDEN, J. P.; WILLIAMSON, J. P.; FORD, J. R. A geological model of London and the Thames Valley, southeast England. *Proceedings of the Geologists' Association*, v. 125, n. 4, p. 373-382, 2014.
- McDONOUGH, W.; BRAUNGART, M.; DALE, D. A building like a tree, a campus like a forest: sustainable design comes to New England Higher Education. *Connection: The Journal of the New England Board of Higher Education*, v. 17, n. 1, p. 16-18, 2002.
- MEINERT, L. D.; ROBINSON, G. R.; NASSAR, N. T. Mineral resources: reserves, peak production and the future. *Resources*, v. 5, n. 14, 2016.
- MELO, M. T. de. A Empregabilidade do Engenheiro no Brasil: cenários e perspectivas. 2018. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/1259154/>. Acesso em: 20 fev. 2019.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Proposta de Diretrizes Curriculares Nacionais para o curso de graduação em Geologia e em Engenharia Geológica, bacharelados. Parecer CNE/CES, nº 387, 2012. Brasília, 2012.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. CÂMARA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR. Resolução nº 1, de 6 de janeiro de 2015. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação na área da Geologia, abrangendo os cursos de bacharelado em Geologia e em Engenharia Geológica e dá outras providências. Brasília, 2015.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, NRC. Future Roles and Opportunities for the U.S. Geological Survey. Washington, DC: The National Academies Press, 2001. DOI: <https://doi.org/10.17226/10069>.
- NARDY, A. J. R.; MACHADO, F. B. Mineralogia Óptica. E-learning. Rio Claro: Unesp, 2001. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/petrologia/nardy/learn.html>. Acesso em: 12 fev. 2019.
- NOVAIS, F. A. Portugal e Brasil na crise do antigo sistema colonial (1777-1808). 5 ed. São Paulo: Hucitec, 1989.
- OLIVEIRA, M. J. de; CARNEIRO, C. D. R.; BAPTISTA, G. M. M.; VECCHIA, F. V. Ciclos climáticos e causas naturais das mudanças do clima. *Terræ Didática*, v. 13, n. 3, p. 149-184, 2017.
- OLIVEIRA, M. J. de; CARNEIRO, C. D. R.; VECCHIA, F. V. (2018). Mudanças climáticas. In: CALIJURI, M. C.; CUNHA, D. G. F. (ed.). *Engenharia Ambiental: Conceitos, Tecnologia e Gestão*. 2 ed. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, 2018. (Cap. 16). (no prelo).
- PACHECO, C. A. A formação de engenheiros no Brasil: desafio ao crescimento e à inovação. São Paulo: Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IEDI), 2010. Disponível em: www.iedi.org.br/admin_ori/pdf/20100723_engenharia.pdf. Acesso em: 05 jan. 2019.
- PAVLIS, T. L.; MASON, K. A. The New World of 3D Geologic Mapping. *GSA Today*, v. 27, 2017.
- POTAPOVA, M. S. Geologia como uma ciência histórica da Natureza. Tradução: Conrado Paschoale. *Terræ Didática*, v. 3, n. 1, p. 86-90, 2007. Disponível em: http://www.ige.unicamp.br/terrae/didatica/v3/v3_a7.html. Acesso em: 02 jan. 2019.
- PRICE, R. A. National geological surveys: their present and future roles. *Episodes*, v. 15, n. 2, p. 98-100, 1992.
- REIS, F. A. G. V. Curso de Geologia Ambiental Utilizando Técnicas de Educação a Distância Via Internet. 2001. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2001. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/>. Acesso em: 12.fev.2019.
- ROCHA, J. Pesquisadores definem propostas de ações para Brumadinho. *Jornal da Ciência*, Belo Horizonte, MG, 29 jan. 2019. Disponível em: <http://www.jornaldaciencia.org.br/edicoes/?url=http://jcnoticias.jornaldaciencia.org.br/1-pesquisadores-definem-propostas-aco-es-brumadinho/>. Acesso em: 10 fev. 2019.
- RUSSELL, H. A.; BERG, R. C.; THORLEIFSON, L. H. Introduction. Three-dimensional geological mapping: an international perspective. In: *Three-Dimensional Geological Mapping*. Illinois. Workshop extended abstracts. Illinois: Illinois State Geological Survey. p. iii-vi, 2011.
- SCHAFF, A. A Sociedade Informática: as conseqüências sociais da segunda revolução industrial. São Paulo: Ed. Unesp/Brasiliense, 1995. 155 p.
- SCHOBENHAUS, C.; MANTESSO NETO, V. Os Mapas Murais e a memória geológica. In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R.; BRITO-NEVES, B.B.

- (Org.). Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Editora Beca, 2004, v. 1, p. 435-459.
- SCHOENE, B.; SAMPERTON, K. M.; EDDY, M. P.; KELLER, G.; ADATTE, T.; BOWRING, S. A.; KHADRI, S. F. R.; GERTSCH, B. U-Pb geochronology of the Deccan Traps and relation to the end-Cretaceous mass extinction. *Science*, v. 347, p. 182-184, 2015
- SEIBOLD, E. The seafloor as part of our environment. The winners of the Blue Planet Prize p. 120-126, 1994. Disponível em: www.af-info.or.jp/blueplanet/doc/essay/1994essay-seibold.pdf. Acesso em: 03 jan. 2019.
- SHAVIV, N. J.; VEIZER, J. Celestial driver of Phanerozoic climate? *Geological Society of America. GSA Today*, v. 13, n. 7, p. 4-10, 2003. Disponível em: <http://www.geosociety.org/gsatoday/archive/13/7/pdf/i1052-5173-13-7-4.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2019.
- SOARES, P. C. Geologia e o nosso futuro. In: *Geopar, Geologia do Paraná em Foco*, 2, Curitiba, 2018a. (texto inédito Geologia - o nosso futuro).
- SOARES, P. C. Contradições na pesquisa e pós-graduação no Brasil. *Estud. av.*, São Paulo, SP, v. 32, n. 92, p. 289-313, 2018b. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/0103-4014.20180020>.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA. COMISSÃO ESPECIAL DE ESTUDO DO SERVIÇO GEOLÓGICO NACIONAL. Bases para uma política brasileira de pesquisa geológica básica. São Paulo: SBG, 1985. 99 p.
- SPRAIN, C. J.; RENNE, P. R.; VANDERKLUYSEN, L.; PANDE, K.; SELF, S.; MITTAL, T. The eruptive tempo of Deccan volcanism in relation to the Cretaceous-Paleogene boundary. *Science*, v. 363, p. 866-870, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aav1446>.
- VEIZER, J.; ALA, D.; AZMY, K.; BRUCKSCHEN, P.; BUHL, D.; BRUHN, F.; CARDEN, G. A. F.; DIENER, A.; EBNETH, S.; GODDERIS, Y.; JASPER, T.; KORTE, C.; PAWELL, F.; PODLAHA, O. G.; STRAUSS, H. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ evolution of Phanerozoic seawater. *Chemical Geology*, v. 161, n. 1-3, p. 59-88, 1999. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0009-2541\(99\)00081-9](https://doi.org/10.1016/S0009-2541(99)00081-9).
- VEIZER, J.; GODDERIS, Y.; FRANÇOIS, L. M. Evidence for decoupling of atmospheric CO_2 and global climate during the Phanerozoic eon. *Nature*, v. 408, n. 6813, p. 698-701, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1038/35047044>.
- WHITE, I. C. Relatório final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil. 1908. Rio de Janeiro: DNPM, 1988. Parte I, p.1-300, Parte II, p. 301-617. (ed. Fac-similar).
- WILSON, C. Status of Recent Geoscience Graduates 2017. Alexandria, EUA: American Geosciences Institute, 2018. Disponível em: https://www.americangeosciences.org/sites/default/files/ExitSurvey_2017_Online_041018.pdf. Acesso em: 05 fev. 2019.
- ZALÁN, P. V. Recursos petrolíferos. In: HASUI, Y.; CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIDA, F. F. M. de; BARTORELLI, A. (ed.). *Geologia do Brasil*. São Paulo: Ed. Beca, 2012. cap 33, p. 833-837.

Capítulo 2

O BRASIL, O PETRÓLEO E A GEOLOGIA

Ricardo Latgé Milward de Azevedo

Rogério Loureiro Antunes

SUMÁRIO

2.1 APRESENTAÇÃO

2.2 A EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE PETRÓLEO NO BRASIL

- 2.2.1 A busca por petróleo no século XIX e na primeira metade do século XX
- 2.2.2 Os primeiros passos da Petrobras
- 2.2.3 Os resultados iniciais da exploração e a formação de geólogos
- 2.2.4 O desafio da plataforma continental brasileira
- 2.2.5 Bacia de Campos – descobrir e produzir quebrando paradigmas
- 2.2.6 A exploração e a produção em águas profundas
- 2.2.7 A crise do final dos anos 1990 e a retomada das contratações no início de 2000
- 2.2.8 Resgate do projeto nacional-desenvolvimentista
- 2.2.9 O Pré-Sal – mais um desafio para a Petrobras e o Brasil
- 2.2.10 A missão permanente de explorar e produzir petróleo nas demais bacias
- 2.2.11 A Operação Lava-Jato e seus reflexos
- 2.2.12 A afirmação do liberalismo – a quem serve e até quando?

2.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Afinal, o Brasil tem ou não tem petróleo ? Essa era uma questão intrigante para os gestores públicos brasileiros até a primeira metade do século XX. Depois de quase 100 anos de tímidos resultados, o Presidente Getúlio Vargas sanciona a lei que institui o monopólio da União na exploração, produção e refino de petróleo no país e cria a Petrobras, para dar conta da missão de assegurar a oferta deste bem estratégico aos brasileiros. A partir deste momento, a história do petróleo no Brasil se torna indissociável da Petrobras. Dos poucos resultados iniciais nas bacias terrestres, ao avanço para o mar, buscando petróleo em águas cada vez mais profundas, a Petrobras soube forjar gerações de profissionais bem preparados, dispondo das melhores ferramentas e técnicas, para ousar localizar e produzir petróleo em qualquer ponto do território nacional, não importando as adversidades encontradas. A descoberta das gigantescas jazidas de óleo e gás, contidas nos carbonatos do Pré-Sal, é o atestado maior desta epopeia genuinamente verde e amarela. À frente deste processo estiveram geólogos e outros profissionais envolvidos na difícil tarefa de desvendar o segredo dos sistemas petrolíferos das bacias sedimentares brasileiras. Um relato conciso de 160 anos de história da busca por petróleo no Brasil não pode deixar ao largo os diferentes momentos político-econômicos do país e as decisões institucionais decorrentes. A posse de petróleo está associada a exemplos do que se tem de melhor e de pior na história da humanidade. A cobiça internacional versus as decisões das populações locais, quanto ao caminho mais adequado para o aproveitamento de importantes jazidas em seus territórios, levam a interesses e sentimentos contraditórios, com disputas que, não raro, terminam em guerras. Até a criação da Petrobras, a dúvida entre os brasileiros era quanto à existência ou não de petróleo no subsolo do país. Agora, a disputa está centrada no direito e na forma de usufruir da excepcional riqueza do Pré-Sal. Além da soberania energética, ganha envergadura a potencialidade de desenvolvimento científico, tecnológico, industrial e social. Não há dúvidas de que as empresas brasileiras, a academia e os profissionais envolvidos no setor tecnológico têm capacidade de dar conta da tarefa de manter a autossuficiência energética do Brasil no século XXI, produzindo o petróleo do Pré-Sal. O padrão de consumo energético tem correspondência direta com a qualidade de vida e, lamentavelmente, o Brasil, em 2017, amargava a 79ª posição em consumo de energia per capita, em que pese ser a oitava economia mundial. Portanto, há muito que avançar e o petróleo continuará a ser a principal fonte energética à disposição da humanidade, ainda que perca espaço para os recursos renováveis. Ao apreciar a história bem-sucedida da busca por petróleo no Brasil, são oferecidos argumentos quanto ao essencial protagonismo do Estado nesta tarefa, tendo como premissa bem servir aos legítimos donos, o povo brasileiro.

2.1 APRESENTAÇÃO

A busca por petróleo no Brasil inicia-se na segunda metade do século XIX e seus aspectos técnicos, legais e institucionais são marcados por intensos debates na sociedade brasileira quanto ao melhor caminho a seguir. A evolução das principais descobertas é cotejada frente a momentos político-econômicos importantes para o país e suas consequências institucionais, seja nos marcos legais, como também no enorme esforço de capacitação e de difusão de saberes geocientíficos no Brasil.

O período do Império até o ano de 2007 foi objeto do artigo “A busca do petróleo, o papel da Petrobras e o ensino da Geologia no Brasil”, de Azevedo e Terra (2008), que embasa boa parte dos primeiros tópicos do presente texto. Recomenda-se aos interessados buscarem, no original, mais detalhes e/ou as fontes das informações sobre a abordagem histórica daquele período.

Completa o trabalho, uma narrativa dos acontecimentos da última década, marcada por radicais mudanças políticas, econômicas e sociais, ainda objeto de grande controvérsia. Em especial, ganham relevância as teias malélicas descortinadas pela Operação Lava-Jato, que envolveram autoridades públicas, dirigentes da Petrobras, de outros órgãos públicos e de grandes empresas privadas brasileiras e estrangeiras. Por certo, de todas as resoluções adotadas, as mais paradoxais foram aquelas que suspenderam muitas contratações de bens e serviços pela Petrobras, comprometendo o enorme portfólio de projetos estratégicos para o país. A falta de respostas institucionais rápidas levou ao colapso de boa parte da engenharia brasileira e a cadeia produtiva associada, fatos que geraram impactos sociais e econômicos ainda não superados.

Além destes aspectos, examina-se o ocorrido no setor de petróleo no Brasil, passados 20 anos da quebra do monopólio, com a instituição de um sistema competitivo na exploração e produção de petróleo no território nacional, e a criação da Agência Nacional do Petróleo (ANP). Desde então, empresas de todas as dimensões e nacionalidades, incluindo estatais e as maiores petrolíferas privadas, as majors, se envolveram nesta empreitada. Com isto, cria-se a oportunidade de considerações sobre a atuação e os resultados obtidos por tais empresas, cotejando a natureza e perfis societários das mesmas.

Obviamente, qualquer narrativa histórica carrega sua subjetividade que, não raro, estimula comentários e/ou contestações dos leitores preocupados em preservar uma análise precisa sobre o tema abordado. Não obstante, independente de eventuais vieses ideológicos, impossível contestar o papel essencial do Estado, particularmente, de sua estatal, a Petrobras, na superação de todos os obstáculos para localizar e produzir petróleo no Brasil.

2.2 A EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE PETRÓLEO NO BRASIL

Não houve como fugir nessa abordagem histórica da exploração e produção de petróleo (E&P) ao cartesianismo imposto pela cronologia dos fatos. Mas oportuno comentar que dos doze subitens destes capítulos, que cobrem os 160 anos da busca por petróleo e sua apropriação pelos brasileiros, metade deles tratam de fatos ocorridos nos vinte últimos anos. Este detalhe mostra o quão intensa tem sido as mudanças neste setor na história recente do país. Também amplia a responsabilidade dos autores, porquanto tratam de temas presenciados, quando não vividos diretamente, por muitos dos leitores deste artigo.

2.2.1 A busca por petróleo no século XIX e na primeirametade do século XX

A exploração oficial de petróleo no Brasil inicia-se no Império, em 1858. Importa destacar a pouca relevância que tinha o assunto até o final da Primeira Guerra Mundial, quando o petróleo se mostrou um bem essencial e estratégico, com uso em larga escala. As ações relevantes do governo imperial e os primeiros anos do governo republicano são apresentados no **Quadro 2.1**. Merece destaque a criação das instituições públicas pioneiras, dirigidas a formar profissionais e gerir os conhecimentos geocientíficos no país.

Por quase 100 anos, ao longo de todo o regime imperial e nos primeiros 65 anos da República, a pesquisa e a exploração de petróleo no Brasil estiveram abertas aos empreendimentos privados. Todavia, foram as instituições públicas, de então, que tiveram sucesso em encontrar e produzir hidrocarbonetos comercialmente. Sob a égide do recém-criado Conselho Nacional do Petróleo (CNP), em 1939, pela primeira vez jorrou petróleo em um poço perfurado no Brasil, o DNPM-163, em Lobato (BA). Dois anos depois, também na Bacia do Recôncavo, se teve a confirmação do Campo de Candeias, abrindo perspectivas animadoras, logo reforçadas com a descoberta dos campos de petróleo Aratu, Itaparica e Dom João. As reservas e a produção cresceram. Pequenas refinarias experimentais foram implantadas em Candeias e Aratu. A indústria do petróleo converteu-se em prioridade nacional.

Quadro 2.1 - Fatos históricos relevantes nos primeiros 50 anos da busca por petróleo no Brasil.

Fatos Históricos Relevantes
1858 - primeira concessão dirigida à exploração de hidrocarbonetos, carvão e/ou xisto betuminoso, na Bahia
1860 - criação da Secretaria dos Negócios da Agricultura, Comércio e Obras Públicas, para exercer as atividades de mineração e hidrocarbonetos
1864 - Decreto Imperial outorga a primeira concessão específica para prospecção e lavra de petróleo em Camamu, na Bahia, tendo um cidadão inglês como beneficiário
1875-1877 - expedições científicas realizadas pela Comissão Geológica do Império legam o primeiro mapa geológico do Brasil
1876 - criação do curso de Engenharia de Minas da Escola de Minas de Ouro Preto, o primeiro em condições de formar geocientistas brasileiros
1897 - primeira sondagem destinada à busca de petróleo comercial, em Bofete (SP), tendo o poço produzido somente água sulfurosa
1907 - criação do primeiro órgão brasileiro dedicado à Geologia, o Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil (SGMB)

Na segunda metade da década de 1930, a contundente defesa do General Horta Barbosa em favor da estatização das atividades petrolíferas no Brasil fez aflorar, na sociedade brasileira, a ideia do monopólio estatal do setor do petróleo. Em 1936, na condição de Presidente do Clube Militar, envolveu-se no debate sobre a existência, ou não, de petróleo no subsolo brasileiro, passando, dois anos depois, a dirigir o recém-criado Conselho Nacional do Petróleo (CNP), diretamente subordinado à presidência da República. Em 1948, surgiu a campanha “O Petróleo é Nosso”, lema oriundo do movimento estudantil. Esta mobilização levou à criação, pelo governo federal, em 1951, de um grupo de trabalho, com a participação de profissionais do CNP, para a elaboração de “um anteprojeto de lei destinado a reorganizar as atividades governamentais no domínio da exploração do petróleo”. Em dezembro do mesmo ano, o Presidente Getúlio Vargas enviou ao Congresso Nacional o projeto que criou a Petróleo Brasileiro S.A. Depois de muitos debates, em 3 de outubro de 1953, Vargas sancionou a Lei nº 2.004, que criou a Petrobras, com a tarefa de exercer, em nome do Estado, o monopólio estatal da exploração, produção e refino de petróleo. O Quadro 2.2 apresenta a realidade do setor quando da promulgação da Lei. Por sua vez, a Figura 2.1 mostra as principais descobertas realizadas entre 1941 e 2007, quando do anúncio do Pré-Sal.

Quadro 2.2 - Setor petróleo no Brasil em outubro de 1953.

Atividade	Realidade
Reservas recuperáveis	17 milhões de barris
Produção	2.700 bpd
Consumo de derivados	137 mil bpd
Refinarias	Mataripe (BA), processando 5 mil bpd, e Cubatão, em construção
Navios petroleiros	20, com capacidade de transportar 221.295 toneladas

Obs: 1. Um barril equivale a 159 litros. 2 bpd = barris por dia

Fonte: Azevedo e Terra (2008)

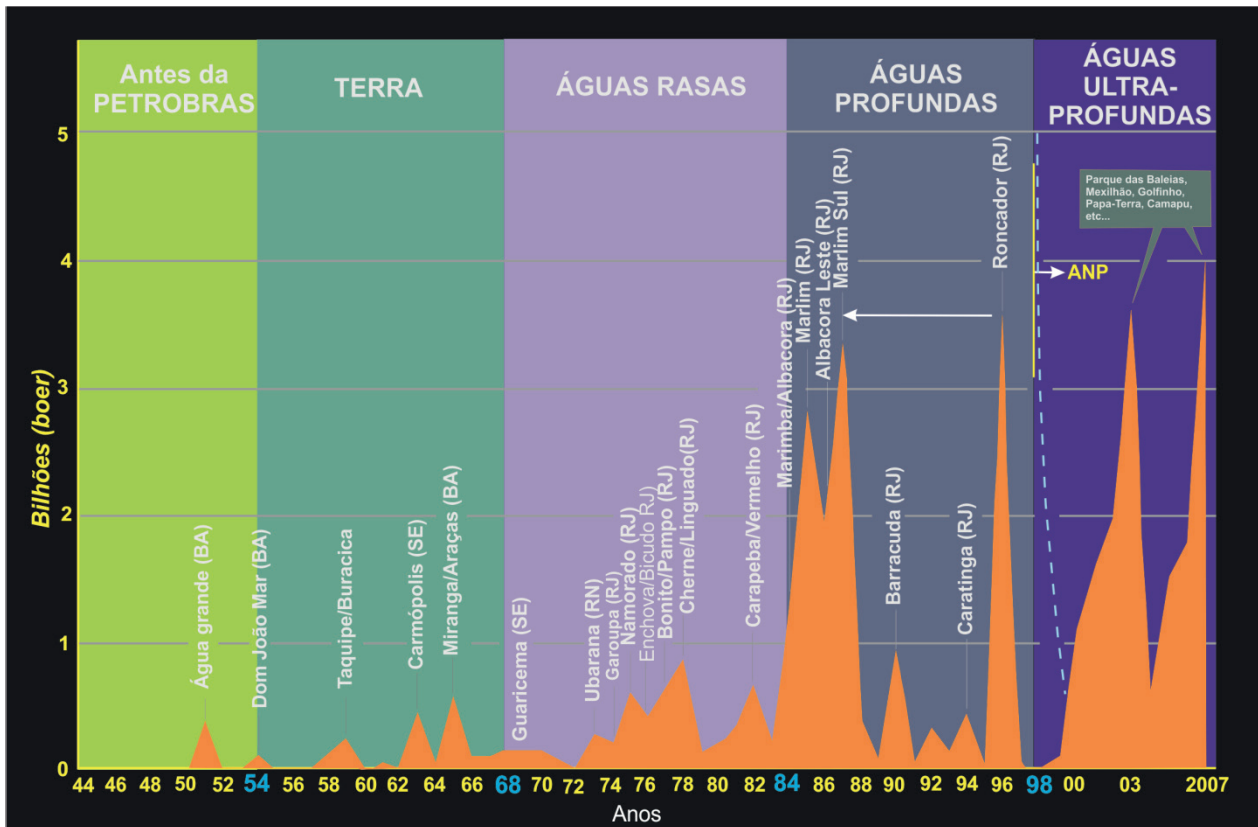


Figura 2.1 - Histórico das principais descobertas realizadas pela Petrobras.

Fonte: Azevedo e Terra (2008)

2.2.2 Os primeiros passos da Petrobras

Quando a Petrobras começa a operar, em maio de 1954, incorpora como um dos pilares estratégicos a preocupação em desenvolver competências, para garantir o suprimento de petróleo e derivados, e buscar a autossuficiência do país neste insumo estratégico. A estatal se materializa, aglutinando parte dos serviços e funcionários públicos, a maioria composta por técnicos vindos do CNP.

A falta de profissionais brasileiros habilitados na atividade petrolífera faz com que a empresa tome duas decisões estratégicas. A primeira consiste em recorrer imediatamente à contratação de mão-de-obra no Brasil e no exterior, para a estruturação das atividades da empresa. A segunda decisão leva a criar o Centro de Aperfeiçoamento e Pesquisas de Petróleo (CENAP), integrado ao sistema acadêmico brasileiro, com o propósito de formar e capacitar pessoal técnico, em quantidade e qualidade para acompanhar o ritmo de desenvolvimento do esforço industrial. A decisão da Diretoria da Petrobras, em sua primeira reunião, de designar o geólogo norte-americano Walter K. Link, para chefiar o Departamento de Exploração, espelha, simbolicamente, a carência de profissionais especializados no país. Ex-empregado da *Standard Oil*, a escolha motiva amplo questionamento, por ter um estrangeiro ocupando o principal cargo na exploração de petróleo, no país.

Ao assumir seu posto, em 1955, Link implanta a política sugerida pelo seu conterrâneo, o geólogo e professor emérito Arville Irving Levorsen, autor de várias e consagradas obras sobre a Geologia de Petróleo, que atuara como consultor para o CNP, poucos anos antes. Fundamentava-se na presença de geólogos na estrutura de poder, apoiados por um eficiente e valorizado departamento de Geologia, com a operação atuando de forma descentralizada, por distritos, e contando com dezenas de geólogos e geofísicos estrangeiros contratados.

Neste período, a Petrobras consolida sua política de formação de quadros, para substituir, mais à frente, os profissionais estrangeiros. São criados, também, programas para a formação acadêmica em universidades estrangeiras e cursos de pós-graduação no Brasil, para formar profissionais em diversas áreas da indústria do petróleo. Para os geólogos, a preocupação era que tivessem uma formação em nível equivalente ao grau de engenheiro, com forte base em Química, Física, Matemática e Ciências Naturais.

Em paralelo, amadurece no meio acadêmico e no âmbito do poder público, a importância de se implantar, urgentemente, cursos de Geologia no Brasil. Assim, em fins de 1956, o Ministério da Educação e Cultura designa uma comissão para avaliar a criação dos primeiros cursos de Geologia nas universidades brasileiras. Um ano depois, o então Presidente da República, Juscelino Kubitschek, assina o decreto criando a Campanha de Formação de Geólogos (CAGE), com o objetivo de “assegurar a existência de pessoal especializado em Geologia, em quantidade e qualidade suficiente às necessidades nacionais, nos empreendimentos públicos e

privados”. Com suporte financeiro da União, a decisão é de pronto implementada e, em abril de 1957, iniciam-se as atividades dos cursos sediados em Ouro Preto, São Paulo, Recife e Porto Alegre. Dois outros começam em 1958: no Rio de Janeiro e em Salvador. No final de 1959, forma-se a primeira turma de geólogos brasileiros, em São Paulo.

A **Figura 2.2** mostra a série histórica referente à criação de cursos de Geologia, Engenharia Geológica, Geofísica e Licenciatura em Geociências em Geociências no Brasil, processo que se fez de forma descontínua e fortemente influenciado por diretrizes governamentais.

Na **Figura 2.3a**, tem-se a evolução do quadro de geólogos e geofísicos da Petrobras, com detalhes quanto ao ingresso anual para o período 1975 a 2007 (**Figura 2.3b**). Apreciados em conjunto, os gráficos comprovam como a instituição de uma política educacional pública respondeu, a contento, à demanda de profissionais para um setor econômico nascente – do petróleo.

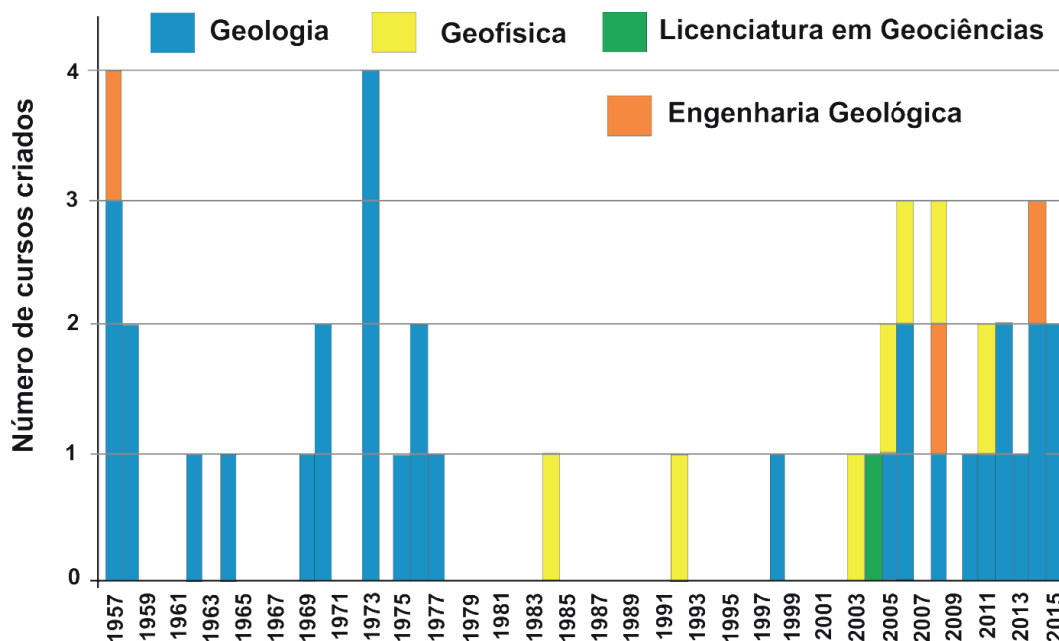


Figura 2.2 - Criação de cursos de Geologia, Engenharia Geológica, Geofísica e Licenciatura em Geociências no Brasil.

Fonte: modificado de Azevedo e Terra (2008)

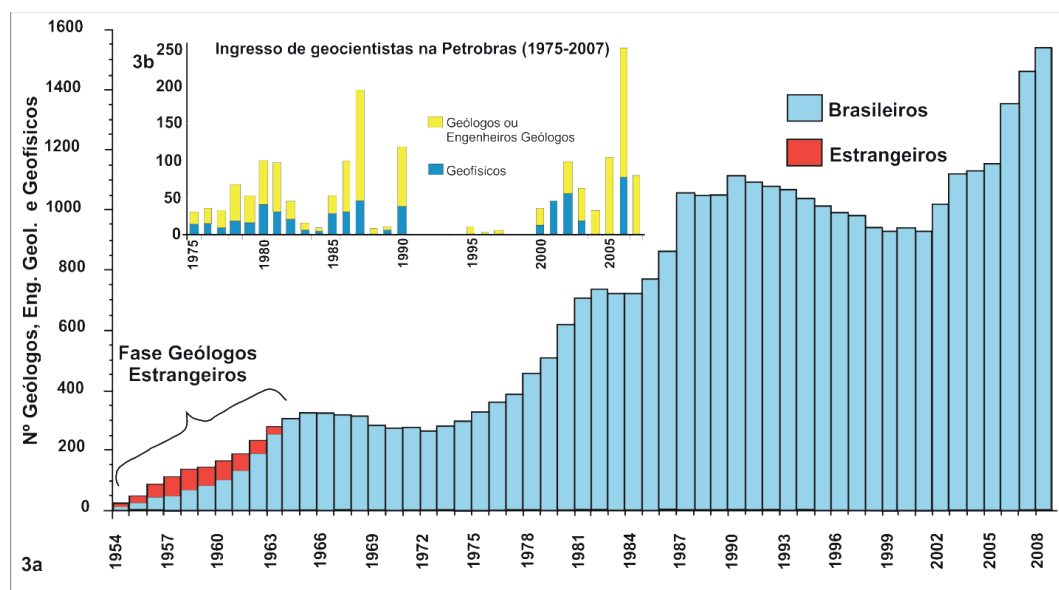


Figura 2.3 – Número de geocientistas na Petrobras. 3a - Evolução do quadro de geólogos e geofísicos na Petrobras; 3b - Ingresso anual destes profissionais no período 1975 a 2008.

Fonte: Azevedo e Terra (2008)

2.2.3 Os resultados iniciais da exploração e a formação de Geólogos

Walter Link inicia sua gestão apostando na descoberta, em curto prazo, de grandes campos de petróleo, designados *bonanza fields*, em analogia com as bacias paleozóicas norte-americanas. Com o Departamento de Exploração de Petróleo ainda em formação, ocorre a descoberta de petróleo no poço NO-1-AM (Nova Olinda, 1), no estado do Amazonas, em março de 1955, uma locação do CNP que, embora subcomercial, ajuda a consolidar a nascente Petrobras. O otimismo cresce e a descoberta de jazidas comerciais na Amazônia passa a ser, para muitos, apenas uma questão de tempo e de disponibilidade financeira.

A empresa adquire sondas e aumenta, consideravelmente, o número de equipes geofísicas. As locações de poços, suportadas por estudos de Geologia de Superfície e de Geofísica (Gravimetria e Sísmica), amparados por complexos sistemas logísticos, concentravam-se na Amazônia e no Recôncavo Baiano. Nos anos de 1956 e 1957, a pesquisa por petróleo estende-se a outras bacias sedimentares e os resultados exploratórios mostravam-se satisfatórios, comparados aos de outras regiões no mundo. As reservas do país mais que duplicam e descobertas subcomerciais importantes são realizadas em Sergipe, Alagoas e no Amazonas. Não obstante, começam a surgir os primeiros sinais de impaciência, em face dos modestos volumes descobertos, apontando a necessidade de repensar as estratégias exploratórias.

Em 1960, Link encaminha à Presidência e à Diretoria da Petrobras o que ficou conhecido como o “Relatório Link”, que resumia suas percepções pessimistas em relação à maior parte das bacias brasileiras. Os novos dirigentes da empresa, indicados pelo recém-empossado Presidente Jânio Quadros, encomendam a Pedro de Moura e Décio Oddone, profissionais com longa experiência no CNP e na Petrobras, uma reavaliação das conclusões do Relatório Link, os quais creditam os resultados insatisfatórios às escolhas dos modelos geológicos que orientavam os trabalhos de exploração. Como exemplo, cita-se o fato do modelo escolhido ser adequado a regiões orogênicas, paleozóicas, produtoras de petróleo nos EUA, mas que não se ajustava, satisfatoriamente, às bacias sedimentares brasileiras. Ganha força a ideia vigente, entre os exploracionistas brasileiros, de que a ocorrência de petróleo no Brasil deveria ter condicionamentos estratigráficos e/ou mistos, que eram de detecção bem mais subjetiva.

Independente dos resultados exploratórios, a passagem de Link na Petrobras contribuiu, sobremaneira, para a estruturação e a formação de uma equipe técnica brasileira, que viria a assumir a exploração de petróleo ao fim do seu contrato, em 1960. Talvez, sua maior falha tenha sido não entender, na plenitude, o desafio delegado pela sociedade brasileira à Petrobras – encontrar petróleo no território e ser um agente do desenvolvimento nacional.

Com Pedro de Moura assumindo a chefia do Departamento de Exploração, os técnicos brasileiros passam, definitivamente, a conduzir a exploração de petróleo da Petrobras. Apesar das principais atividades continuarem dirigidas, inicialmente, para a Bacia do Recôncavo, há um importante aumento das operações na Bacia de Sergipe-Alagoas, que resultaram nas descobertas das acumulações de Tabuleiro dos Martins e Coqueiro Seco, em Alagoas, e, principalmente, Carmópolis, no estado de Sergipe, em 1963. O avanço exploratório nos anos seguintes revelou ser este o primeiro campo gigante brasileiro (mais de 500 milhões de barris de reserva).

Moura preocupa-se, também, em organizar laboratórios regionais e introduzir melhorias tecnológicas no método sísmico. Sob sua gestão, acontece o primeiro levantamento sísmico da plataforma continental brasileira, do Maranhão ao Espírito Santo (**Figura 2.4**). Em 1965, o método de reflexão sísmica tem o seu valor confirmado com a descoberta do campo de Miranga, no Recôncavo, e iniciam-se as aplicações de perfis elétricos e sônicos nos poços das bacias sedimentares de Alagoas, Recôncavo e Jequitinhonha e Paraná.

Três outros fatos importantes para a história da Petrobras marcam a década de 1960. Em 1961, a Petrobras chega aos 100 mil barris diários de produção (**Figura 2.5**). Um ano depois, alcança a autossuficiência na produção dos principais derivados, com o início de funcionamento de três refinarias, localizadas em Duque de Caxias (RJ), Betim (MG) e Canoas (RS).

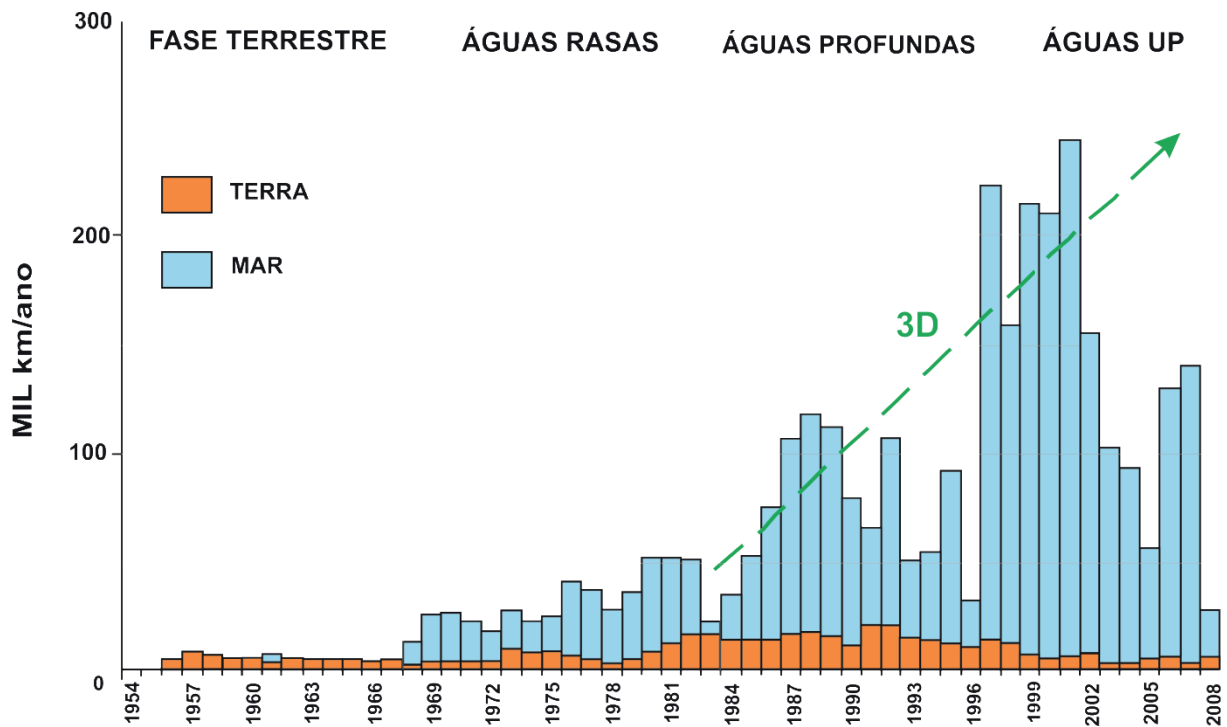


Figura 2.4 - Atividades sísmicas realizadas pela Petrobras, de 1954 a 2008.

Fonte: Azevedo e Terra (2008)

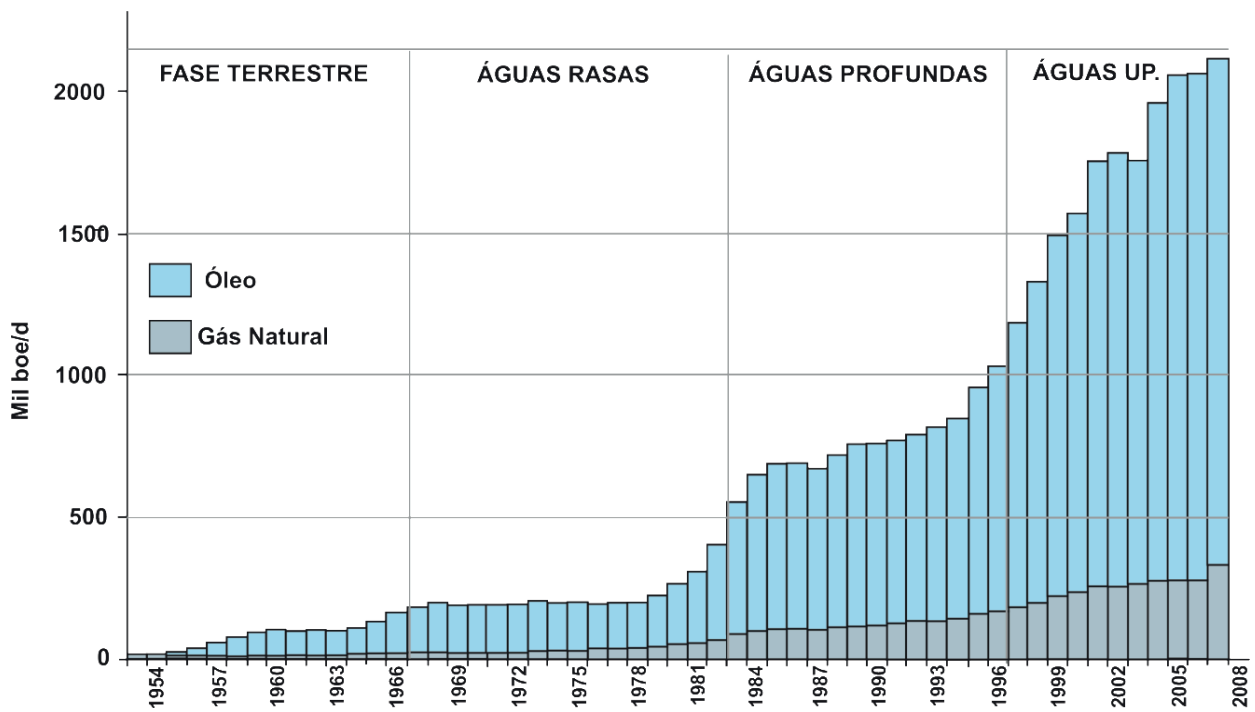


Figura 2.5 - Produção de óleo e gás natural da Petrobras, de 1954 a 2008.

Fonte: Azevedo e Terra (2008)

A expansão do parque de refino mudou a estrutura das importações radicalmente, que passa a ser 8% de derivados contra 92% de petróleo bruto. Há que se destacar a criação do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (CENPES), em 1963, estruturado, inicialmente, para desenvolver pesquisas na área do abastecimento e que viria, mais tarde, suportar as demais áreas tecnológicas da companhia.

2.2.4 O desafio da plataforma continental brasileira

Em 1965, assume o Departamento de Exploração, Franklin de Andrade Gomes, com o propósito de dirigir ações exploratórias para o mar. Em 1968, já com o geólogo Carlos Walter Marinho Campos à frente daquele órgão, a empresa perfura o primeiro poço na plataforma continental brasileira, o 1-ESS-1-ES, em frente ao litoral capixaba, sem sucesso para a presença de petróleo.

A ampliação e a melhoria dos dados sísmicos e as interpretações geológicas levam, no mesmo ano, à descoberta da primeira acumulação de petróleo no mar, o Campo de Guaricema, em Sergipe. Considerada, originalmente, uma acumulação pequena e com o preço internacional do petróleo, na época, em torno de US\$ 3 o barril (**Figura 2.6a**), a decisão de desenvolver o campo é do então presidente da Companhia, General Ernesto Geisel, tendo em mente, não só o aspecto emblemático, de afirmar o domínio da extensão marinha do território brasileiro, como para servir na capacitação dos técnicos da Petrobras em produzir petróleo no mar. Até hoje, Guaricema produz em bases econômicas. Este campo é um bom exemplo da imprevisibilidade inerente ao negócio petróleo.

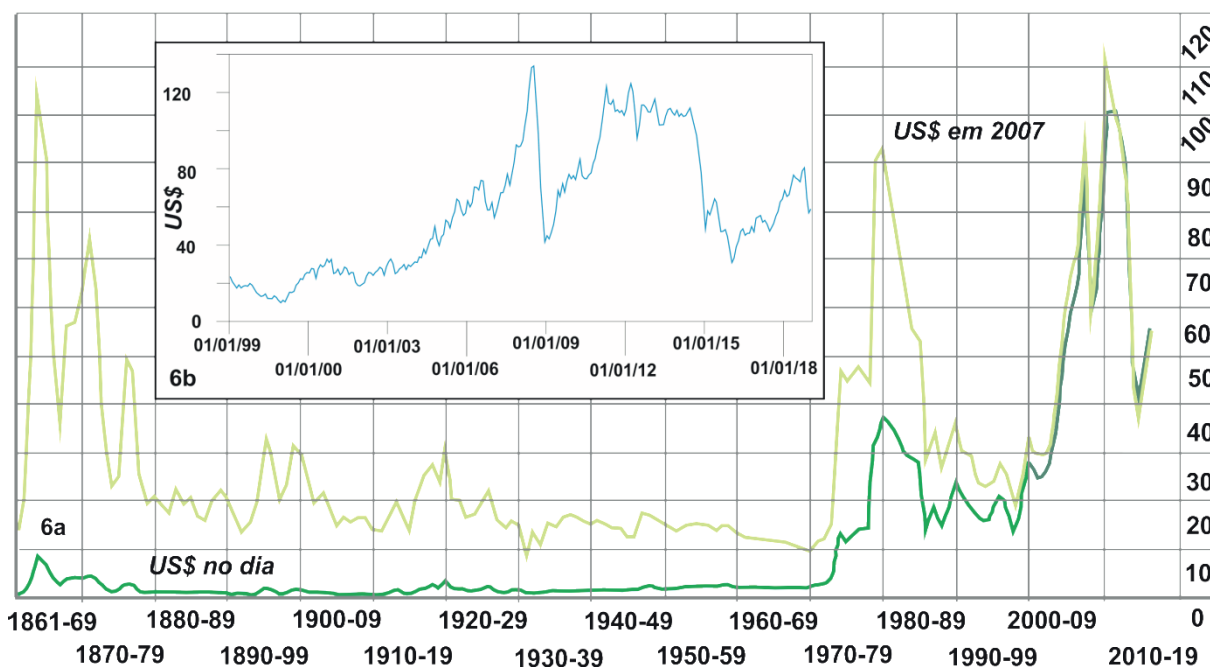


Figura 2.6 – Histórico do preço do petróleo no mercado internacional. **6a** - Preço médio anual do petróleo em US\$/b (BP's *Statistical Review of World Energy*, 2018); **6b** - Evolução do valor no início de cada mês no período de janeiro de 1989 a janeiro de 2019

Fonte: *US Energy Information Administration* (2019)

Merece aqui uma digressão sobre o complexo processo da interpretação geológica, que recomenda a conjugação verbo “estar”, em vez do “ser”. O caso de Guaricema traz ensinamentos neste aspecto, onde o questionamento permanente do modelo geológico acabou legando a identificação do processo dominante na formação de muitos reservatórios produtores de petróleo nas bacias da margem continental brasileira. A interpretação inicial associou os arenitos produtores de Guaricema a depósitos de frente deltaicas, portanto, acumulados em águas rasas. Os argumentos foram suficientes para desconsiderar a presença de foraminíferos, tidos de águas profundas, encontrados nos folhelhos encaixantes. Não se conhecia, à época, processos geológicos que legassem depósitos arenosos em águas profundas. Mas, com a observação, à época, de novas linhas sísmicas, perpendiculares à costa, visualizou-se um aparente sistema progradante, formado por cunhas sedimentares, com arranjo arquitetural típico de plataforma e talude.

Com as identificações de padrões similares em seções sísmicas na Bacia de Campos, o então Diretor de Exploração, Carlos Walter Marinho Campos, firma convênio com o Bureau of Economic Geology, da Universidade do Texas, para estudar o pacote sedimentar Cretáceo Superior e Paleógeno das bacias da margem continental brasileira. A escolha deveu-se ao fato de o Diretor daquele órgão norte-americano ter publicado as primeiras menções sobre sistemas deposicionais siliciclásticos em ambientes marinhos profundos,

com sedimentos de largo espectro granulométrico, trazidos de uma área-fonte alhures, por processos de corrente de densidade, turbilhonar. O produto deste processo são os turbiditos, normalmente um corpo de sedimentos distribuídos de forma alongada e/ou espreada, que exhibe segregação dos grãos transportados, com as frações mais finas ocupando, progressivamente, os locais mais distantes da área-fonte. Por ser um processo episódico, que transporta de matações à argila de uma área situada a montante, os turbiditos acabam envelopados por argilas ou carbonatos pelágicos, que são os constituintes predominantes na sedimentação em ambientes distais. Os turbiditos passaram, desde então, a fazer parte da vida dos técnicos da Petrobras.

Em que pese o sucesso de Guaricema, da segunda metade da década de 1960 à alvorada dos anos 1970, não houve novas descobertas importantes, como já apresentado na **Figura 2.1**. As reservas brasileiras mostram um decréscimo preocupante nos campos terrestres, mas o petróleo barato e a necessidade de expansão da demanda de derivados levaram a privilegiar os investimentos em refino (**Figuras 2.7 e 2.8a**). Duas refinarias são modernizadas, uma construída e duas outras incorporadas aos ativos da Petrobras.

Nesse período, reduz-se o número de geólogos e geofísicos da Companhia, como apresentado na **Figura 2.3a**. Além da ênfase ao suprimento de derivados de petróleo, impulsionado por elevadas taxas anuais do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, o descenso no número de geocientistas na empresa decorre da expansão da demanda por profissionais para inventariar o potencial mineral do território nacional, chancelados pelos governos federal e estaduais. A criação destes órgãos públicos estimulou a constituição de 11 novos cursos de Geologia, entre a segunda metade da década de 1960 e na década de 1970: Unesp, UFC, UFRRJ, UFPR, UFMG, Unisinos, Unifor, UFRN, UFAM, UFMT e UERJ, mostrados, de forma numérica, na **Figura 2.2**.

O desafio da exploração no mar, em meio a muitas incertezas e dependências de tecnologias e serviços, determina nova política de apropriação tecnológica e formação de pessoal. No período de 1967 a 1973, ocorre uma redução no número de poços perfurados em terra, o aumento nos poços no mar (**Figura 2.9**) e a expansão dos investimentos em sísmica, tanto no acesso a novas tecnologias, como na capacitação dos técnicos da Petrobras nessa área de conhecimento, como indicado na **Figura 2.4**.

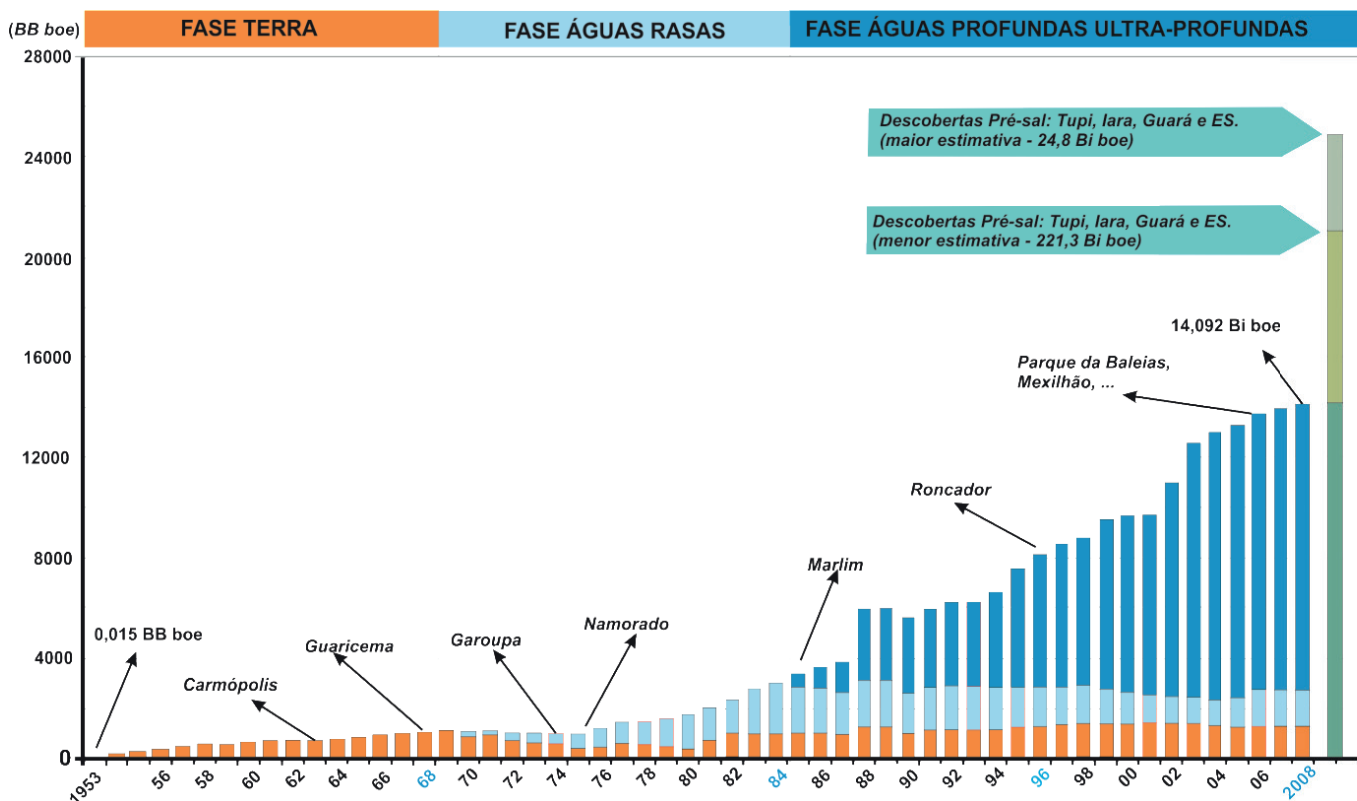


Figura 2.7 - Evolução das reservas de óleo e gás natural da Petrobras no Brasil, de 1954 a 2008.

Fonte: Azevedo e Terra (2008)

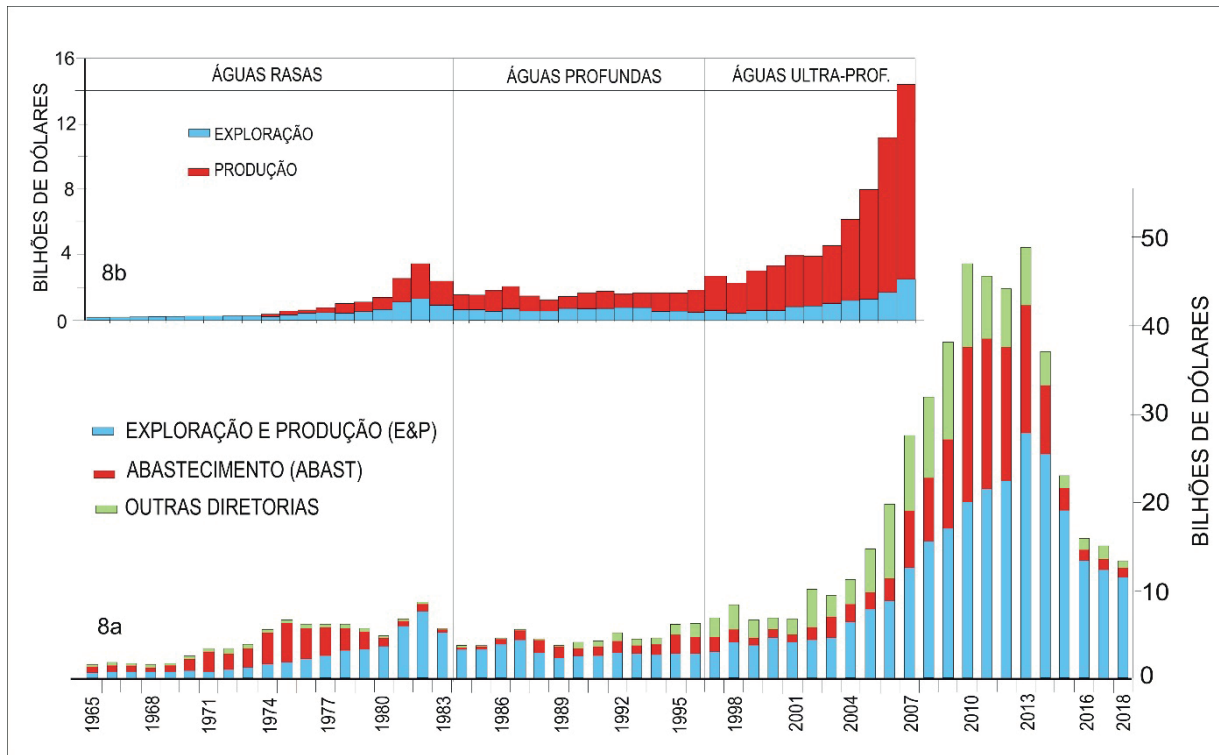


Figura 2.8 – Investimentos realizados pela Petrobras (PETROBRAS, 2019?). **8a** – Investimento por diretorias; **8b** - parcelas dirigidas à exploração e à produção entre 1954 e 2008.

Fonte: Azevedo e Terra (2008)

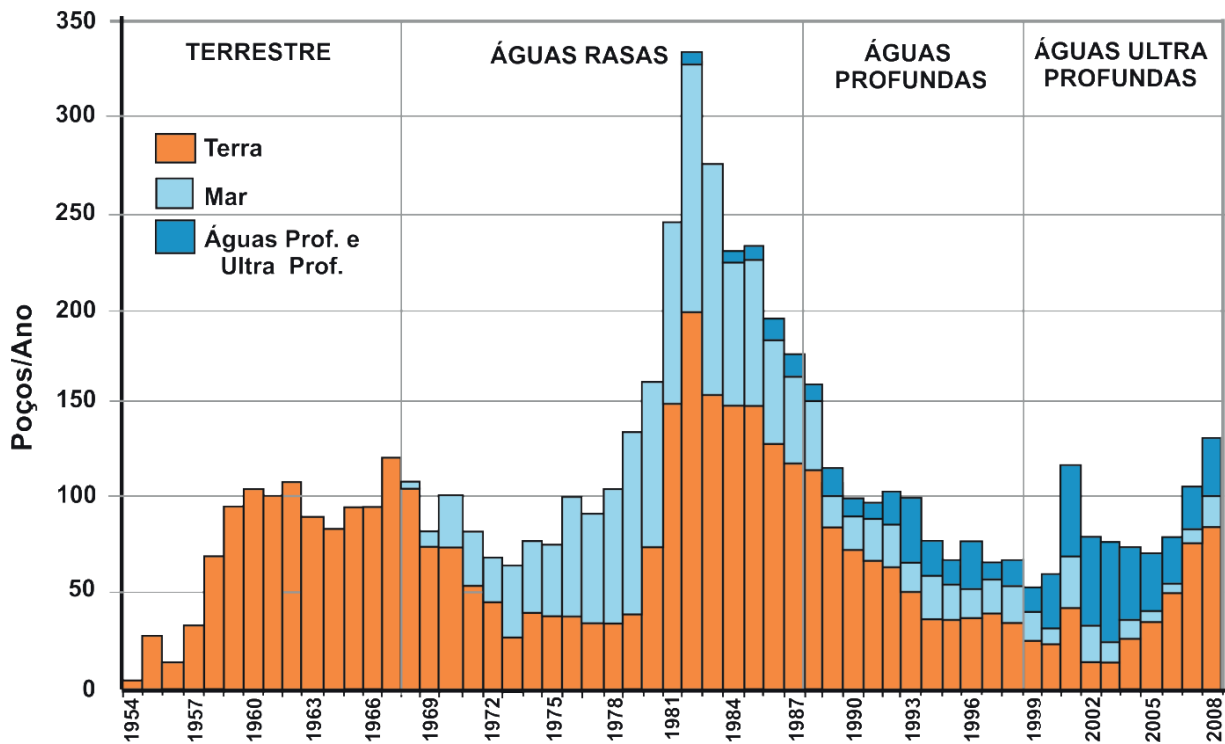


Figura 2.9 - Número de poços perfurados pela Petrobras de 1954 a 2008.

Fonte: Azevedo e Terra (2008)

Todo este quadro se torna mais complexo com o início de nova guerra entre árabes e judeus, em outubro de 1973, cujo impacto maior no plano econômico materializa-se em expressivo aumento do valor do barril de petróleo, passando do patamar de US\$ 3 para US\$ 10 o barril, conforme mostrado na **Figura 2.6a**.

A defasagem entre a produção nacional, de 170 mil bpd, e o consumo de petróleo, próximo a 500 mil bpd, somado à insuficiente resposta das bacias terrestres, impulsionam a investida para o mar, premiada com a descoberta, ainda em 1973, do Campo de Ubarana, na plataforma potiguar, como ilustrado na **Figura 2.1**. O agravamento do cenário econômico leva também a Companhia a estender sua ação ao Oriente Médio, passando a adquirir petróleo em condições mais favoráveis, diretamente dos países produtores, e a atuar como *trading*, exportando manufaturados e produtos primários brasileiros. Neste caso, facilitou a inserção brasileira naquele mercado e a negociação com o governo iraquiano, no processo de nacionalização do Campo de Majnoon, um super-gigante, descoberto, em 1977, pela Braspetro, o braço de exploração e produção da Petrobras no exterior (ESTRELLA, 2016).

A primeira metade da década de 1970 lega, também, importantes avanços científicos, que se incorporam às análises das bacias marginais brasileiras, com destaque para a demonstração, por Asmus e Ponte (1973), dos estágios evolutivos das bacias da margem continental do Brasil, com base na teoria da Tectônica de Placas. Descortinava-se, minimamente, o que esperar da Geologia Sedimentar sob o mar.

2.2.5 Bacia de Campos – descobrir e produzir quebrando paradigmas

Foi uma época de grande desafio para exploração - descobrir novas e grandes jazidas, para evitar a importação de petróleo, tornou-se premente para a economia do país. Uma das decisões imperiosas foi ampliar o número de geólogos e geofísicos da empresa (vide **Figura 2.3a**). No final do ano de 1974, o navio Petrobras II confirmou a primeira acumulação comercial na Bacia de Campos, o Campo de Garoupa, em reservatórios carbonáticos albianos e, subordinadamente, arenitos turbidíticos. Nos anos seguintes, a condição prolífica da região foi comprovada com as descobertas dos campos de Badejo, Namorado, Enchova, Bicudo, Bonito, Pampo, Cherne e Linguado (vide **Figura 2.1**), desvendando novos reservatórios como as coquinas da seção rifte, os turbiditos de assoalho de bacia e os basaltos fraturados.

Começa, então, o desafio de produzir óleo com 100 metros de lâmina d'água, numa época em que o limite tecnológico no país estava em 30 metros. A opção encontrada foi testar a solução de um sistema antecipado de produção no Campo de Enchova, que se resumia em colocar um poço pioneiro ou de extensão em produção e transferir todo o óleo extraído para um petroleiro fundeado nas proximidades. Praticamente, três meses após a escolha desta solução, o primeiro sistema flutuante, com a cabeça do poço a 110 metros de lâmina d'água, estabelece o recorde de tirar petróleo de um campo marítimo descoberto pouco mais de seis meses antes. A partir daí, a Petrobras começa a ousar e desenvolver sua própria tecnologia de águas profundas, tendo como referência muitas soluções adotadas em campos do Mar do Norte.

Outro fato político importante e controverso na segunda metade da década de 1970 foi a permissão para empresas estrangeiras e nacionais explorarem petróleo sob regime de “Contratos de Exploração com Cláusulas de Riscos”. Este instrumento legal serviu, principalmente, para comprovar a enorme diferença nos investimentos, disposição em correr riscos e superar desafios tecnológicos da Petrobras frente às demais concorrentes, estrangeiras e/ou nacionais. Digno de registro é o hercúleo esforço dos técnicos da Paulipetro, um consórcio formado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) e a Companhia Energética de São Paulo (CESP), para encontrar petróleo na Bacia do Paraná. Os Contratos de Risco, como eram chamados, foram, definitivamente, encerrados com a promulgação da Constituição de 1988. Nas duas décadas de vigência dos contratos, as empresas privadas, dentre elas as majors, lograram apenas a descoberta do campo de gás de Merluza, na Bacia de Santos, pela Shell, e outros quatro pequenos campos de petróleo na Bacia Potiguar, descobertos pela empresa brasileira Azevedo Travassos.

Em 1979, acontece o segundo choque do petróleo, decorrente da Revolução Iraniana. O preço do barril aproxima-se da marca de US\$ 40 (vide **Figura 2.6a**), agrava a balança comercial e o cenário econômico brasileiro, em face de a produção, próxima de 200 mil bpd, supre apenas um sexto da demanda nacional (vide **Figura 2.5**). Medidas são tomadas para reduzir o consumo, como a restrição à abertura de postos de gasolina nos finais de semanas e a criação do Pró-álcool. É estabelecida a meta de produzir 500 mil bpd no Brasil, em 1985, apostando-se na avaliação dos técnicos da Petrobras sobre o potencial da Bacia de Campos, cujo sistema petrolífero é desvendado por Estrella e colaboradores (ESTRELLA et al., 1984).

O modelo define a seção lacustre, que antecedeu a formação do Atlântico Sul, como o principal gerador para todas as bacias da margem sudeste e leste brasileira e sua contraparte, na África. Todos estes fatores dão mais segurança para a Petrobras buscar e perfurar prospectos exploratórios em águas profundas, com lâmina d'água acima de 300 metros.

A premente necessidade de ampliar a produção nacional e as perspectivas de que as melhores jazidas estavam mar adentro motivaram a Engenharia da Petrobras a elaborar soluções tecnológicas inéditas, jamais testadas pela indústria mundial do setor petrolífero. Neste esforço, foi decisiva a postura integradora da estatal, principalmente por meio de convênios do CENPES com o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE/UFRJ). Outro aspecto determinante foi a adoção, pela Petrobras, de um modelo de gestão, que buscava soluções ágeis para os gargalos operacionais, por meio da integração entre os que lidavam diretamente com os desafios de explorar, produzir e refinar, e os profissionais do CENPES, contando com a

retaguarda acadêmica. Esta experiência proporcionou uma verdadeira revolução, pelas enormes oportunidades de inovações de equipamentos e processos para extrair petróleo em águas profundas.

Entre 1979 e os primeiros anos da década de 1980, a Petrobras aumenta, substancialmente, os investimentos em exploração e produção de petróleo (vide **Figura 2.8b**), bate recordes sucessivos de número de poços perfurados por ano e inicia as primeiras perfurações em águas profundas (vide **Figura 2.9**).

As novas descobertas restringem-se, inicialmente, aos campos de Carapeba e Vermelho, também na Bacia de Campos (vide **Figura 2.1**). O aprofundamento da estagnação econômica mundial, a explosão da dívida externa e da inflação brasileiras levam, nos anos de 1982 a 1984, a Petrobras a reduzir investimentos e o ingresso de novos empregados, principalmente os geocientistas (vide **Figuras 2.3b e 2.8a**).

2.2.6 A exploração e a produção em águas profundas

Os conhecimentos adquiridos no primeiro decênio de exploração das bacias sedimentares da margem continental brasileira levam a descobertas de vários campos em águas profundas na Bacia de Campos, entre os quais, os gigantes Albacora, em 1984, e Marlim, em 1985 (vide **Figura 2.1**). A curva das reservas da Petrobras, que cresciam a taxas modestas desde a segunda metade da década de 1970, têm um vertiginoso incremento em 1988 (vide **Figura 2.7**). Os investimentos para acelerar a produção dos dois campos gigantes da Bacia de Campos asseguraram alcançar a meta dos 500 mil bpd antes da data prevista (vide **Figura 2.5**). Aos anos favoráveis para a exploração e produção seguiu-se a depreciação dos preços internacionais do petróleo, que voltaram ao nível dos US\$ 15 por barril, entre 1986 e 1988 (vide **Figura 2.6a**). A correlação inversa entre resultados de exploração e produção não é um fato incomum na indústria do petróleo, refletindo, não raro, necessidades das empresas em priorizar, ora a descoberta de “petróleo novo”, ora de produzi-lo. É mister ressaltar que, embora válida, esta simplificação, nem de longe, expressa a complexidade das decisões em relação a um produto tão estratégico como o petróleo.

A ousadia e a desenvoltura da Engenharia da Petrobras, no desafio de produzir petróleo em águas profundas, são reconhecidas, pela primeira vez, em 1992, com o recebimento do principal prêmio da indústria mundial de petróleo *offshore*, o *OTC Distinguished Achievement Award for Companies, Organizations, and Institutions* (OTC, 2018). As façanhas destacadas foram: o desenvolvimento de sistemas de produção em lâminas d'águas superiores a 700 metros; a instalação inédita de uma monoboia a 405 metros abaixo do nível do mar, e, por estabelecer, com as comunidades científicas e técnicas participantes, programas de desenvolvimento voltados para o aprimoramento dos sistemas em águas profundas.

Digno de orgulho para os brasileiros foi também iniciar a produção de um campo de óleo leve e gás isolado, no “coração” da floresta amazônica, a cerca de 650 quilômetros de Manaus. A acumulação de Urucu, descoberta em 1986, entrou em produção dois anos depois, com a Petrobras produzindo petróleo com respeito ao meio ambiente e absoluta redução dos impactos da atividade sobre a região. Talvez, represente uma das primeiras experiências de empreendimento fundamentado no desenvolvimento sustentável, antes deste conceito de gestão se consagrar mundialmente. O óleo de Urucu é o mais “leve” produzido no país (41° Grau API - *American Petroleum Institute*, que é uma escala arbitrária que mede a densidade dos líquidos derivados do petróleo; quanto maior o valor, menos viscoso e denso é o óleo), o que facilita o seu processamento nas refinarias e permite o melhor aproveitamento na produção de gasolina, nafta petroquímica, óleo diesel e Gás Liquefeito de Petróleo (GLP).

Mas, nem tudo são flores na história da estatal na década de 1980. Em agosto de 1986, um incêndio causado por um *blowout* (produção descontrolada de hidrocarbonetos) provoca a evacuação da Plataforma de Enchova. Um cabo de baleeira se rompe durante o abandono, cai em queda livre no mar, matando 37 trabalhadores. Foi o acidente mais sério em número de vítimas na história da Petrobras.

Os anos 1980 são marcados, também, por grandes modificações nos processos de treinamento de geólogos e geofísicos na Petrobras. A empresa estimula a participação em cursos de pós-graduação, utilizando-se de convênios com universidades brasileiras. Esta iniciativa levou a fazer vultosos investimentos em infraestrutura universitária e reforçar seu corpo docente, inclusive, com profissionais estrangeiros, de forma a cobrir eventuais lacunas em áreas específicas da Geologia de Petróleo. Além dos empregados da Petrobras, alunos bolsistas participavam dos programas de mestrado e doutorado. Adotando a abordagem holística da “Estratigrafia de Sequências”, uma nova forma de análise de sequências sedimentares, apoiada nos avanços do imageamento sísmico, estes cursos lograram melhorar a capacitação técnica dos geólogos e geofísicos da empresa, com o aumento do número de mestres e doutores formados no Brasil.

Uma iniciativa de grande importância foi buscar maior integração de conhecimentos entre profissionais da Engenharia e Geologia, tanto na gestão interna de processos da Petrobras, como também em nível da formação de pós-graduandos. Neste caso, em 1987, em parceria com a Unicamp, elaborou-se o “Programa Integrado de Pesquisa e Formação de Recursos Humanos em Engenharia de Petróleo” (UNICAMP, 2018). Esta e outras iniciativas acadêmicas, bem avançadas em nível mundial, tinham como finalidade a formação de profissionais com elevada capacitação científica, para transitar na interseção entre as Ciências Exatas newtonianas e o campo muito interpretativo das Geociências, fator essencial para a boa gestão da complexa interação rocha-fluido, que marca os reservatórios de petróleo.

O período, entre o final da década de 1980 e os primeiros momentos de 1990, caracteriza-se por uma conjuntura econômica bastante adversa no país, com inflação elevadíssima e um processo eleitoral que, depois de 25 anos permitia, por meio de eleições

diretas, a ascensão de um civil à Presidência da República. Neste pleito, disputava-se, de forma mais aberta, modelos econômicos antagônicos, o que, naturalmente, acaba afetando a execução das atividades das estatais, até mesmo a Petrobras, marcada por uma relativa estabilidade e com tradição em realizar planejamentos de médio e longo prazos.

Ainda neste período, registram-se grandes alterações na vida política nacional. Macrovisões distintas, tendo no centro a discussão sobre a dimensão do aparato estatal na economia brasileira, passaram à ordem do dia. A abordagem nacional-desenvolvimentista, implantada em 1986, com o Plano Cruzado, é substituída, progressivamente, por planos econômicos moldados em bases ortodoxas, restritivos ao investimento público e, mais adiante, privatizantes, como foram os planos Bresser (1987), Verão (1989), Collor I (1990) e Collor II (1991). Essa inflexão para uma política mais liberal-conservadora mantém estagnados os investimentos de exploração e produção (vide **Figura 2.8b**) e promove significativa redução no ingresso de geólogos e geofísicos na Petrobras, a partir de 1988, assim se mantendo até os anos 2000, com a honrosa exceção de 1990, decorrente de desfecho judicial de um processo seletivo de 1989 (vide **Figura 2.3b**). Soma-se a isto, o fato de que os primeiros geocientistas brasileiros que ingressaram na Petrobras alcançavam a condição de aposentadoria, contribuindo para reduzir o número total de profissionais na empresa (vide **Figura 2.3a**).

Foi nesse período recessivo para o setor de petróleo e de mineração que surgem os cursos de Geofísica, os primeiros na USP, em 1984, e na UFBA, em 1992 (vide **Figura 2.2**). Esta modalidade vai se tornar bem mais numerosa com a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação, em 1996, e a da Lei do Petróleo, com a instituição da ANP, em 1997, quando se ampliam, de modo geral, as formações específicas, em nível de graduação, em todas as áreas tecnológicas. Isto refletia uma imposição da lógica reducionista na academia, bem “ao gosto do mercado”. Em contraparte, a Unicamp, em 1998, cria o curso de Geologia, com a interessante inovação de ter uma base comum com a Geografia, talvez, como alternativa para fazer frente ao adverso momento da Geologia na década de 1990, época de hegemonia do “Estado Mínimo”.

2.2.7 A crise do final dos anos 1990 e a retomada das contratações no início de 2000

Na segunda metade da década de 1990, o Governo Federal opta por uma política generalizada de privatização das estatais. Fortes resistências no plano interno e externo impedem que este processo alcance seu propósito na Petrobras. Não obstante, em 1995, o Congresso Nacional aprova alteração na Constituição que, entre outras medidas, retira a exclusividade da Petrobras na exploração e produção de petróleo no Brasil, pondo fim ao regime de monopólio estatal. Dois anos depois, é promulgada a Lei nº 9.478/97, a Lei do Petróleo, que abre a exploração e produção de petróleo e gás natural a outras companhias, com o acesso obtido por concessão de blocos, e cria a Agência Nacional do Petróleo (ANP), para administrar a atividade em nome do Estado. É dado um prazo de um ano para a Petrobras definir suas áreas de interesses exploratórios e, em seguida, mais três anos para avaliação das 115 áreas por ela escolhidos, informalmente batizados como os “Blocos Azuis”, ou os “Blocos da Rodada Zero”. A partir de 1999, iniciam-se rodadas de licitação de blocos aos interessados em explorar petróleo no Brasil, conduzido pela ANP.

Tamanhas alterações políticas no plano institucional, direcionadas para a redução do papel do Estado na economia, não poderiam deixar de estar acompanhadas por mudanças no modelo de gestão da Petrobras. No plano dos recursos humanos, adota-se o incentivo a aposentadorias, as demissões voluntárias gratificadas e o cancelamento de novas contratações. Cresce, exponencialmente, o número da mão-de-obra terceirizada e são reduzidas as verbas para treinamento.

Com os preços do petróleo bastante deprimidos e com portfólio exploratório carregado pelos blocos requeridos da “Rodada Zero”, a Petrobras escolhe por participar, quase que exclusivamente, associada a outras empresas nas duas primeiras rodadas de licitações de blocos (**Figura 2.10**). A política exploratória vigente, entre 1996 e 2002, preconiza a redução do risco via parcerias, aliada à entrada de capital estrangeiro por meio da venda da operação ou de percentuais de blocos exploratórios. Em relação às bacias terrestres, domina a tese de que devia ter a sua exploração e produção transferida para pequenas empresas nacionais.

No geral, os investimentos em exploração caem, com redução do número de poços, não obstante aumentam os gastos com sísmica. Poucas descobertas marcam o período, tanto por parte da Petrobras, como por parte das concorrentes. Porém, algumas exceções se notabilizam, como as acumulações, em turbiditos, em águas profundas de Roncador (um campo super-gigante) e Jubarte, na Bacia de Campos, nos anos de 1996 e 2001, respectivamente, e de Piranema, na Bacia de Sergipe/Alagoas, em 2001, todas feitas pela Petrobras. No início dos anos 2000, reforça-se a tendência de as empresas de petróleo concentrarem seus esforços exploratórios na Bacia de Campos. Além da confirmação de sua prolificidade, somava-se ao fato do preço do petróleo estar em torno de US\$ 28 o barril.

As companhias petrolíferas detentoras de concessões de blocos logo iniciam demandas ao governo para reduzir as taxações, alegando o alto risco de se descobrir petróleo no Brasil (índice de sucesso menor que 10%), o predomínio de óleo com baixo grau API (“pesado” a “ultrapesado”), a limitada área dos campos e o fato de se concentrarem em águas profundas. As pressões para que o governo reduzisse royalties e participações especiais, não raro, carregavam a ameaça da saída do país. O fato é que o histograma de participação estrangeira nas licitações promovidas pela ANP cai a partir de 2001, chegando ao extremo em 2002, como mostra a **Figura 2.10**. Muitas dessas companhias voltavam a pôr em dúvida a existência efetiva de bons prospectos no Brasil.

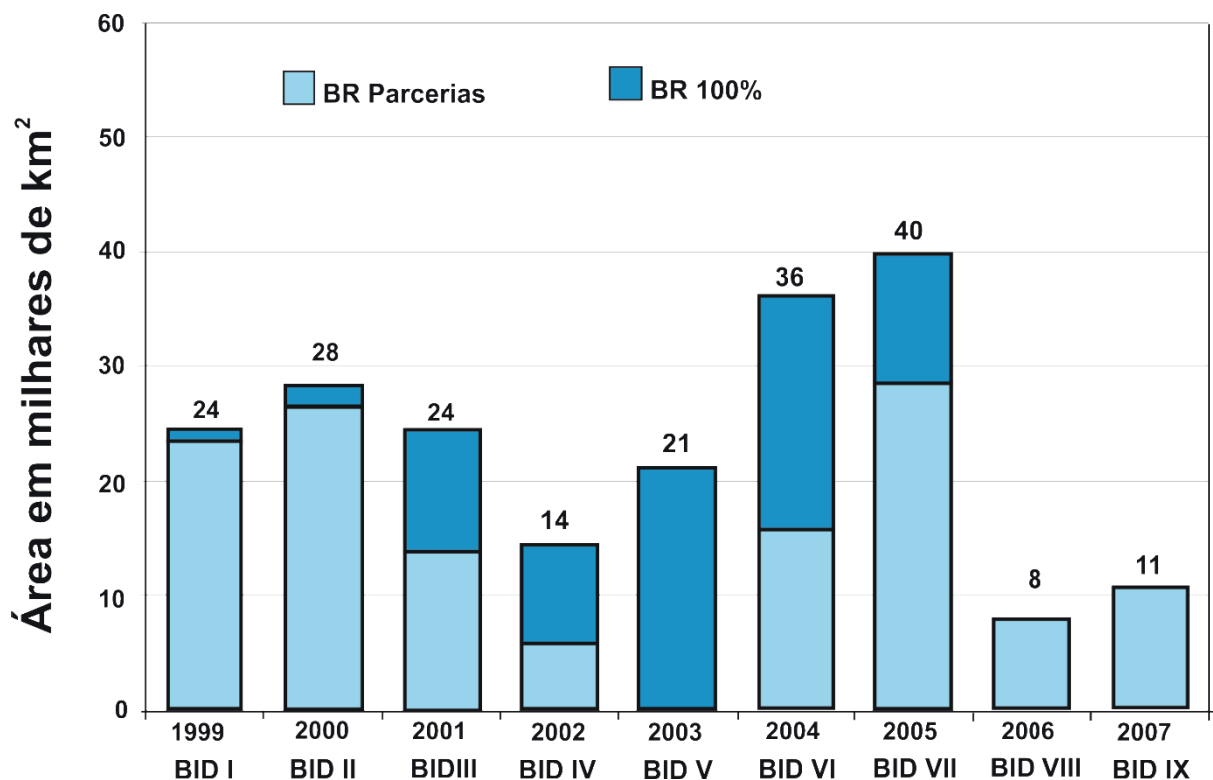


Figura 2.10 - Participação da Petrobras nas licitações de blocos exploratórios da ANP.

Fonte: Azevedo e Terra (2008)

Verdade é que a Petrobras não ficou imune e nem à margem desse movimento. Ao final de 2002, a pouco menos de um ano do término de suas concessões da Rodada Zero, havia um grande número de excelentes prospectos ainda não testados, que seriam, inexoravelmente, devolvidos de forma integral à ANP, para futura licitação.

Premida pelas novas regras da Lei do Petróleo, que exigia colocar, rapidamente, os campos em produção, mas, confiante em suas soluções tecnológicas para extrair petróleo em águas profundas, a Petrobras iniciou a exploração dos seus campos gigantes, fazendo com que a curva de produção crescesse a taxas elevadas, a partir de 1996 (vide **Figura 2.5**). Assim, adotou a solução de construir as unidades de produção no exterior, de terceirizar as atividades operacionais e reduzir seus ativos, com a venda de campos de petróleo, tanto em terra como no mar. A maior transferência na área de exploração e produção envolveu os campos de Bijupirá e Salema, na Bacia de Campos. Descobertos pela Petrobras, em 1990, e em produção desde 1993, foram vendidos para Enterprise Oil (operadora) e Odebrecht, sendo que, dois anos mais tarde, foram transferidos para a Shell. Na área do abastecimento, houve a transferência da Refinaria Alberto Pasqualine para a Repsol, revertida no final da década de 2010.

A abertura do setor petróleo às companhias privadas, em 1997, também trouxe a ameaça da evasão de mão-de-obra treinada pela Companhia. Este fato, somado à ausência quase absoluta de novas admissões profissionais desde 1991 (vide **Figura 2.3b**), ao aumento das tarefas de avaliar as áreas requeridas, aos prazos mais exíguos para o desenvolvimento da produção e ao incremento no número de novos relatórios, frutos de exigências legais da ANP, contribuíram para reduzir o tempo disponível de capacitação de profissionais de geociências. Assim, foram suspensos os cursos de pós-graduação no exterior, os convênios com universidades brasileiras e os programas internos de treinamento sofreram fortes retrações.

Merece registro o fato de a nova Lei do Petróleo determinar que 1% da despesa bruta com Participação Especial da produção de hidrocarbonetos passe a ser alocada em programas de treinamentos, pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) ligados a áreas de interesse do setor. Metade deste recurso deve ser investido, obrigatoriamente, em instituições de ensino e pesquisa no Brasil, credenciadas pela ANP, e, a outra metade, em atividades desta natureza, internas às concessionárias produtoras de petróleo. Para formar profissionais, a ANP cria, em 1999, o Programa de Recursos Humanos. Nos dez primeiros anos são investidos cerca de R\$ 150 milhões, em 36 instituições de ensino brasileiras em 16 estados, sendo que oito relacionadas a atividades geocientíficas.

Os anos de 2000 e 2001 são marcados por fortes impactos à imagem da empresa e ao próprio uso do petróleo. Ocorrem dois grandes vazamentos de óleo, que provocaram graves danos ambientais na Baía de Guanabara (RJ) e no Rio Iguazu (PR), e o naufrágio da Plataforma P-36. O número de funcionários efetivos da Petrobras havia sido reduzido substancialmente e foi inevitável a associação deste fato como uma das causas dos acidentes. A partir disto, já em 2000, retoma-se o ingresso de empregados, dentre os quais os geocientistas, para cobrir o enorme *deficit* de mão-de-obra especializada (**Figura 2.3b**). A estrutura de treinamento passa a ser conduzida pela recém-criada Universidade Corporativa (UC).

A P-36 integrava um conjunto de unidades de produção de petróleo (plataformas e *FPSO's - Floating, Production, Storage and Operation*), adquiridas e adaptadas no exterior, e o sinistro ampliou, por motivos diversos, o prazo para o recebimento de novas unidades. O atraso na entrada em operação das unidades planejadas para os campos de Barracuda (P-43), Caratinga (P-48) e Albacora Leste (P-50), todos situados na Bacia de Campos, ameaçava a manutenção do incremento da curva de produção. Enquanto isto, por falta de encomendas, ocorria a deterioração do parque industrial brasileiro ligado à construção naval, em claro descompasso com a demanda da Petrobras.

Apesar destas notícias negativas, novamente o trabalho dedicado e criativo dos técnicos da estatal, junto com a academia e os institutos de pesquisas, promoveu avanços notáveis em tecnologia no desenvolvimento do Campo de Roncador. Passados somente 27 meses de sua descoberta, inicia-se a primeira produção de petróleo em lâmina d'água de mais de 1.800 metros. Por este feito, a Petrobras recebeu, pela segunda vez, o prêmio maior da OTC (OTC, 2018).

2.2.8 Resgate do projeto nacional-desenvolvimentista

A campanha presidencial, em 2002, volta a trazer, como um dos temas mais importantes, o papel do Estado como indutor do desenvolvimento brasileiro. A escolha pela população de um projeto intervencionista leva a profundas reorientações na política adotada na Petrobras, suportada por expressiva e crescente ampliação dos investimentos que vai se manter até 2014 (vide **Figura 2.8a**). Assume a Diretoria de Exploração e Produção da Petrobras (DE&P), em 2003, o Geólogo Guilherme de Oliveira Estrella, com vasta experiência na atividade e ardoroso nacionalista.

Na exploração e produção, passam a ser prioridade: investir em novas fronteiras para ampliar o número de áreas produtoras de petróleo; implementar tecnologias inovadoras para aumentar o fator de recuperação dos reservatórios produtores, sustando a venda de campos de petróleo; e alcançar a autossuficiência, mantendo uma confortável relação reserva/produção (em torno de 15 a 20 anos).

Num primeiro momento, centram-se os investimentos nos prospectos dos vários blocos da “Rodada Zero”, cujo prazo para devolução à ANP era inferior a seis meses. Entre janeiro e agosto de 2003, são perfurados 54 poços, que levaram à descoberta de 5,6 bilhões de barris de óleo e gás natural, confirmando o elevado potencial petrolífero de várias bacias marginais brasileiras, além da Bacia de Campos. Dentre outras, o óleo leve descoberto no Campo de Golfinho, na Bacia do Espírito Santo, o óleo pesado do Parque das Baleias, na porção capixaba da Bacia de Campos, o gás de Mexilhão, na Bacia de Santos e, no Nordeste, há a confirmação de petróleo leve em Piranema, na porção marítima da Bacia de Sergipe/Alagoas, todos em reservatórios turbidíticos. Ampliam-se, auspiciosamente, as áreas prolíficas em petróleo na margem continental brasileira.

A licitação de blocos exploratórios de 2003, organizada pela ANP, mostra a Petrobras atuando de forma arrojada e, praticamente, sem concorrentes, preocupada em ampliar sua área total de concessão, tanto em terra como no mar (vide **Figura 2.10**). A ausência de grandes empresas internacionais nesta rodada foi interpretada como estratégia para sensibilizar o governo recém-empossado da necessidade de redução dos royalties e participações especiais, sob o risco da reorientação de seus investimentos em exploração para outros países.

Nas licitações seguintes, aumenta o número de companhias de petróleo interessadas em explorar blocos associadas à Petrobras. Por certo, contribuíram para esta mudança de postura a elevação no preço internacional, as vastas e distintas situações exploratórias existentes nas bacias sedimentares brasileiras, muitas com risco e prêmios elevados, e o incontestado conhecimento geológico das bacias sedimentares brasileiras por parte dos geocientistas da Petrobras.

Em termos da produção, em 2003 e 2004 são definidas soluções negociadas junto à KBR (Halliburton), para a retomada das obras das plataformas P-43 e P-48 e acelerar o ritmo da construção da P-50. É implementada, nas licitações da P-51 (Marlim Sul) e da P-52 (Roncador), a decisão política de assegurar a realização de, pelo menos, 65% das obras no Brasil. Esta decisão levou o Governo Federal a criar o Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural (Prominp) para “ampliar a participação da indústria nacional no fornecimento de bens e serviços, e colocá-la em um patamar de competitividade de classe mundial, de forma a traduzir os massivos programas de investimentos do setor em geração de emprego e renda para o país” (PROMINP, 2013).

Foi dada ênfase, também, para desenvolver e testar tecnologias com propósito de ampliar o fator de recuperação de hidrocarbonetos em campos em avançado estágio de exploração, em especial aqueles em terra. As facilidades logísticas e os menores custos e riscos das operações habilitavam os campos terrestres como laboratórios mais adequados para melhoria na extração de petróleo dos reservatórios, antes de serem aplicados em campos no mar. Adicionalmente, dispor de campos em terra é sempre um fator estratégico-militar que não deve ser desprezado.

Responsável pela administração da carteira de projetos e aportes financeiros determinados pela Cláusula de Investimentos em PD&I, o CENPES cria, em 2006, redes temáticas, organizadas por núcleos regionais. As parcerias com a academia e as instituições de pesquisas asseguram recursos em infraestrutura e a expansão de pesquisas de interesses comuns, vinculadas à indústria do petróleo. Em 2016, 122 universidades e institutos de pesquisa, contando com 265 novos laboratórios, participavam de 49 redes temáticas, dentre estas, as redes de Geotectônica, Geoquímica, Geofísica, Sedimentologia e Estratigrafia. Em números totais, entre 1998 a 2017, a Cláusula de Investimentos representou um aporte de cerca de 13,3 bilhões de reais, com a Petrobras respondendo por 92,5% deste total. Foram contratados, ou iniciados, mais de 10 mil projetos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico (ANP, 2017a). Atualmente, 137 instituições encontram-se credenciadas, com um total de 773 unidades de pesquisa em todo o país, como mostra o mapa da **Figura 2.11**.

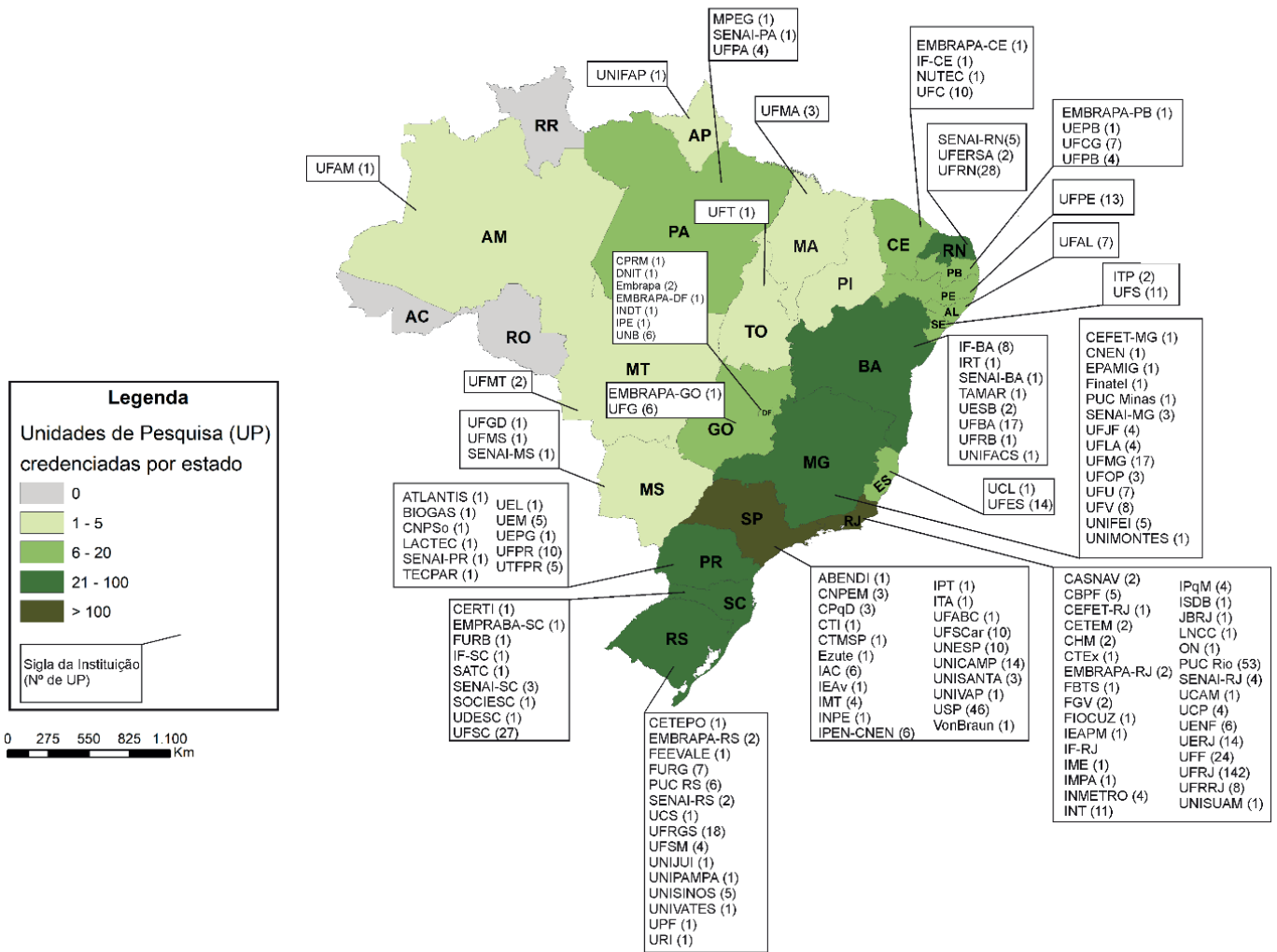


Figura 2.11 – Instituições de PD&I credenciadas por estado, em 2017.

Fonte: ANP (2017a)

A política de pessoal da Petrobras também sofre uma reorientação a partir de 2003, com a ampliação do número de especialidades distintas. Houve um incremento de 60% do efetivo de empregados, com o número de geólogos e geofísicos alcançando a soma de 1.542, ao final de 2008 (vide Figura 2.3a). São reintroduzidos os cursos de formação para profissionais recém-admitidos, de forma a compensar a lacuna de quase dez anos sem contratação. São estruturados cursos específicos, direcionados à ampliação de conhecimentos ligados à exploração e produção de óleo e gás em águas profundas. Valorizam-se os treinamentos realizados em convênio com universidades e as excursões de campo, no Brasil e no exterior, para compreender os processos que regem a sedimentação em ambientes análogos àqueles que legaram as rochas encontradas nas bacias brasileiras.

Em abril de 2006, com a entrada em produção da P-50, o Brasil atinge a tão esperada autossuficiência em produção de petróleo, um sonho acalentado pelos brasileiros, desde a criação da Petrobras. Todavia, no mesmo ano, o governo boliviano recém-eleito, de Evo Morales, decide rever os contratos com as empresas de petróleo que atuam em seu país. A situação impacta diretamente o Brasil, por força de importar da Bolívia boa parte do suprimento do gás consumido nas regiões Sudeste e Sul. Para fazer frente a esta nova situação e assegurar, em médio prazo, a autossuficiência deste produto, a Petrobras cria o Plano de Antecipação da Produção de Gás (Plangás), que estabelece um conjunto de ações para antecipar a produção e distribuição de gás de suas concessões nas bacias de Santos, Campos e Espírito Santo.

A decisão do governo boliviano reforça a necessidade de investimentos da Petrobras em blocos com riscos e prêmios exploratórios maiores e, dentre estes, avaliar oportunidades da presença de gás em reservatórios mais profundos, sob a espessa camada de sal, das

bacias da margem sudeste. Os resultados deste esforço mudam, definitivamente, a história do petróleo no Brasil, com a descoberta de uma nova província petrolífera, o Pré-Sal.

A segunda metade da década de 2000 é também um período de resgate para a Geologia brasileira, com uma série de iniciativas do Governo Federal, no sentido de recuperar, política e administrativamente, as estruturas oficiais ligadas à mineração e à gestão territorial. A forte valorização das *commodities* minerais e o aumento da dependência do país por determinados insumos contribuíram para consolidar a diretriz política de melhor conhecer o potencial mineral do Brasil. Prova está na criação de mais seis novos cursos de Geologia, nos estados de Sergipe, Roraima, Espírito Santo, Rio Grande do Sul, Pará e Bahia, alguns em cidades do interior. O mesmo ocorreu em relação à Geofísica, com o surgimento de quatro novos cursos, e um de Engenharia Geológica (vide **Figura 2.2**). Acompanhando esta bonança, ampliava-se o mercado de trabalho, após mais de uma década de forte contração.

2.2.9 O Pré-Sal – mais um desafio para a Petrobras e o Brasil

No ano de 2000, a Petrobras, arremata, em leilão da ANP, quatro blocos contíguos na Bacia de Santos, abrangendo uma enorme área de cerca de 20.000 km², em lâminas d'águas superiores a 2.000 metros. O conjunto de blocos, denominado *Cluster*, tinha a Petrobras como operadora, liderando quatro consórcios, com parcerias distintas com grandes empresas internacionais. Iniciava-se, naquele momento, uma verdadeira epopeia técnica/gerencial para manter os consórcios íntegros e desenvolver, pela equipe de exploração da estatal brasileira, um estudo regional capaz de aquilatar melhor o potencial para petróleo na extensa área e testar sua interpretação com a perfuração de poços pioneiros (PINHEIRO MACHADO, 2018).

Inicialmente, os estudos geológicos apontavam como objetivo principal a seção pós-sal, embora linhas sísmicas regionais mostrassem uma grande estrutura do embasamento, sob espessa camada de sal, com uma seção rifte bem desenvolvida. A perfuração de um poço descartou a hipótese de sucesso para a presença de petróleo no pós-sal, todavia, deu alento para testar a estrutura mais antiga, uma nova fronteira exploratória na Bacia de Santos, com riscos e prêmios elevadíssimos. O novo projeto impunha escolher, nessa extensa área, os locais das primeiras e decisivas perfurações. As alternativas eram distantes da costa (cerca de 300 km), sob lâminas d'água superiores a 2.000 metros, e tendo que atravessar mais de 4.000 metros de sedimentos, sendo mais de 1.000 metros compostos por sal, que impõem grandes obstáculos à perfuração. Poços pioneiros nestas condições ultrapassam a soma dos US\$ 100 milhões e poucos eram, à época, os navios-sondas habilitados e disponíveis no mercado internacional para fazê-los.

A adoção das melhores técnicas, dos equipamentos mais modernos, a enorme base de conhecimentos e dados, e um amplo e detalhado levantamento sísmico tornaram possível a elaboração de modelos deposicionais criativos e altamente funcionais. Estes modelos levaram a Petrobras e seus sócios a perfurarem, entre 2005 e 2006, os poços-chaves designados Parati e Tupi, que confirmaram a presença de petróleo em estratos carbonáticos, imediatamente abaixo do sal. Em 2007, o poço de extensão, perfurado na área de Tupi, igualmente bem-sucedido, assegurou a presença de uma espessa coluna de hidrocarbonetos, num reservatório com boa permoporosidade. Os técnicos da Petrobras já haviam então recuperado, do enorme banco de dados da empresa, as informações necessárias para dar segurança quanto à ampla extensão destes carbonatos portadores de óleo leve e gás, atestando tratar-se de uma nova e gigantesca província petrolífera.

Em novembro de 2007, poucos dias antes da 9ª Rodada de Licitação da ANP, o Presidente Lula foi informado, pela Petrobras, sobre este fato, que imediatamente convoca o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE). Este Conselho decide, então, retirar do leilão 41 blocos na área de ocorrência desta gigantesca província petrolífera. Determina, também, que o Ministério de Minas e Energia avalie, no prazo mais curto possível, as mudanças necessárias no marco legal que contemplasse um novo paradigma de exploração e produção de petróleo e gás natural, iniciado por esta descoberta, respeitando os contratos em vigor (BRASIL, 2007). No mesmo dia, o Presidente Lula anuncia aos brasileiros esta notícia, consagrando o nome de Pré-Sal, conforme cunhado pelos geólogos que estiveram à frente desta descoberta.

Em que pese ser um termo ambíguo, de caráter genérico, indicando algo anterior à existência de um sal, o Pré-Sal na Geologia de Petróleo do Brasil é uma unidade de rocha-reservatório de composição calcária, oriunda, principalmente, de ações microbianas muito antigas. Distribuída ao longo da porção distal das bacias de Santos e Campos (**Figura 12a**), subjacentes a estes carbonatos estão os folhelhos ricos em matéria orgânica, as rochas geradoras do petróleo, cujos sedimentos foram acumulados em antigos lagos formados nos primeiros estágios do processo que levou à separação dos continentes sul-americano e africano. Sobre os reservatórios carbonáticos, há uma espessa camada de sal que funciona como selo. Tem-se, neste caso, um exemplo ideal para acumulação de óleo e gás: o Pré-Sal.

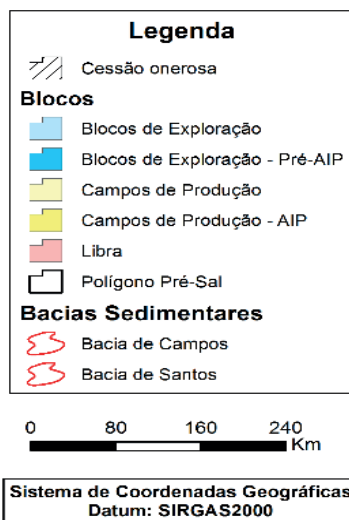
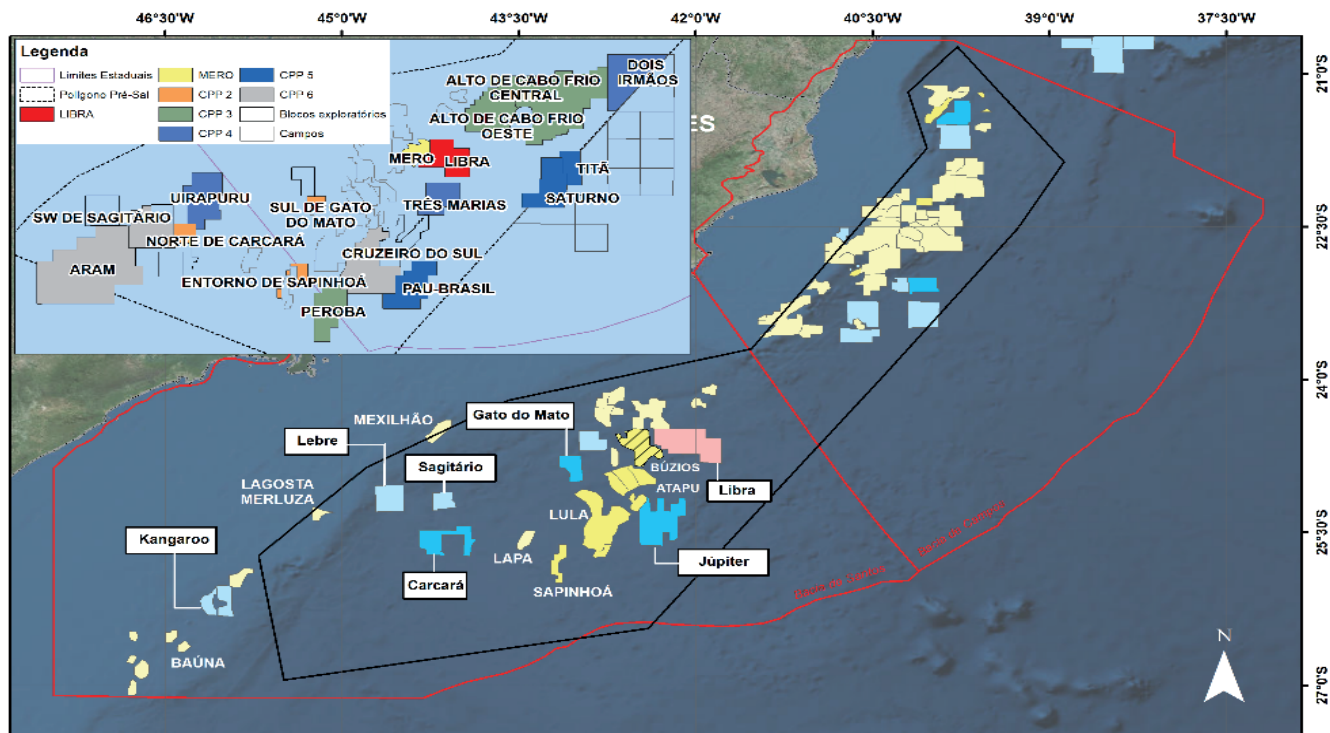


Figura 2.12 – 12a - Polígono do Pré-Sal; 12b - Detalhe das áreas objetos de rodadas de Partilha de Produção.

(Fonte: PPSA, 2018a, b)

Ao contrário dos turbiditos, os calcários microbiais do Pré-Sal são rochas bioinduzidas, com arranjos texturais complexos, onde a qualidade do sistema poroso que contém os hidrocarbonetos varia muito. Compreender os segredos destes reservatórios carbonáticos exigiu da equipe de exploração e produção, e do CENPES o estudo de análogos geológicos antigos e recentes mundo afora. Igualmente relevante foi o desenvolvimento de técnica quanto à avaliação dos poços e os processamentos especiais dos dados sísmicos, que permitiram aquilatar, com mais precisão, a extensão e qualidade dos reservatórios.

A Petrobras preocupou-se, também, em investir na formação, em nível de pós-graduação, dos seus profissionais geólogos, geofísicos e engenheiros em universidades estrangeiras mais afeitas ao estudo dos processos de sedimentação que legam estes tipos de rochas. Houve, ainda, investimentos para a construção, no Brasil, de um centro de excelência de pesquisa e ensino sobre sedimentação carbonática e, particularmente, os microbialitos, o Unespetro, na Unesp Rio Claro (SP). A capacitação de cerca de uma centena de profissionais da Petrobras, outras tantas dezenas de mestradados e doutorados, e as excelentes publicações científicas sobre os processos de formação, características e ocorrências destes microbialitos no Brasil tornaram este centro uma referência mundial.

Passados pouco mais de dez anos de seu anúncio, as reservas e a produção do Pré-Sal foram além das melhores expectativas.

Os desafios tecnológicos que surgiram foram, paulatinamente, superados, sob a liderança da Petrobras como operadora de todas as atividades. A delimitação mais precisa da distribuição do petróleo permitiu a individualização e cubagem dos campos na área do *Cluster*, bem como de outros prospectos exploratórios nas bacias de Santos e Campos. Os volumes de óleo recuperável já descobertos no Pré-Sal foram estimados em cerca de 40 bilhões de barris e, no mínimo, outros 176 bilhões ainda estão por serem descobertos (GANDRA, 2015). Oito destes campos são super-gigantes ou gigantes, todos na Bacia de Santos e descobertos entre 2006 e 2012. São os campos de Lula, Lapa, Sapinhoá, Búzios, Sépia, Iara/Entorno de Iara, Itapu e Sul de Sapinhoá. A estes, acrescenta-se a já conhecida região do Parque das Baleias, no Espírito Santo, que também revelou significativas reservas na seção Pré-Sal. O seu gigantismo se justifica, não só pela qualidade do reservatório, mas também pela continuidade física, por mais de 800 km na margem continental brasileira. O **Quadro 2.3** apresenta os dados do Campo de Lula (originalmente designado Tupi), uma das maiores acumulações de petróleo do Pré-Sal.

Quadro 2.3 – Alguns dados sobre a produção do Campo de Lula, um dos maiores do Pré-Sal.

Unidade de produção/Capacidade de processamento	Petróleo (bod)	Gás Natural (m ³ /d)
FPSO Cidade Angra dos Reis	100.000	5.000.000
FPSO Cidade Itaguaí	150.000	8.000.000
FPSO Cidade Mangaratiba	150.000	8.000.000
FPSO Cidade Maricá	150.000	6.000.000
FPSO Cidade Paraty	120.000	5.000.000
FPSO Cidade Saquarema	150.000	6.000.000
FPSO P-66	150.000	6.000.000
FPSO P-69	150.000	6.000.000
FPSO P-67	150.000	6.000.000
<i>Número de poços em fev. 02/2018: 42 produtores e 38 injetores</i>		
<i>Produção acumulada até 2017: 736 milhões barris de óleo e 32.121 milhões de m³ de gás natural</i>		

Fonte: ANP (2018a)

Com a confirmação dos grandes volumes de óleo e gás natural no Pré-Sal, a Petrobras empreendeu uma série de ações, com vistas a obter informações que levassem à antecipação da produção no menor prazo possível. Procurou-se, neste caso, seguir a experiência bem-sucedida na Bacia de Campos, na década de 1980, onde, por meio de ações sinérgicas, envolvendo diversas áreas de competência, a Companhia conseguiu, rapidamente, adequar tecnologias e mobilizar logística, além de recursos críticos, para colocar em produção os campos descobertos.

A utilização de novos métodos, técnicas e equipamentos na perfuração e produção do Pré-Sal levaram ao reconhecimento nacional e internacional dos engenheiros da Petrobras. As perfurações dos poços passaram a ser mais rápidas e menos onerosas. A compreensão das particularidades dos reservatórios contribuiu para melhor definir os projetos dos poços exploratórios, cujo acerto técnico/gerencial se confirma por suas elevadas produtividades. Dados da ANP (julho de 2018) informam que os 87 poços produtores respondem por 1,821 boed (barris de óleo equivalente por dia, isto é, óleo mais gás), média de 21 mil boed por poço, respondendo por cerca de 55,1% dos 3,305 milhões boed produzidos no Brasil (ANP, 2019). Estes resultados decorrentes da implementação de soluções inéditas, bem-sucedidas para a produção de petróleo em águas ultraprofundas e a redução significativa no tempo de perfuração e completação dos poços asseguraram à Petrobras, pela terceira vez, receber o prêmio maior da OTC, em 2015 (OTC, 2018).

Entretanto, o impacto mais significativo ocorreu nas esferas política e econômica nacional, com a dimensão das descobertas motivando o governo brasileiro a propor um conjunto de novas leis, denominado Novo Marco Regulatório do Petróleo. Após três anos de intensos debates na sociedade, três novas leis foram aprovadas pelo Congresso Nacional e sancionadas, em 2010, pelo Presidente Lula, que criaram:

a) o regime de Partilha de Produção, exclusivo para novas licitações no chamado polígono de ocorrência do Pré-Sal, no qual a Petrobras assumia a condição de operadora única. Criou, ainda, um Fundo Social, destinado à educação e à saúde, financiado pela parcela cabida à União da produção petróleo pelo regime de partilha (BRASIL, 2010a);

b) a Cessão Onerosa, pela qual o Governo Federal outorgou à Petrobras o direito de explorar exclusivamente 5 bilhões de barris de petróleo recuperáveis em áreas definidas do Pré-Sal, recebendo em troca ações da empresa, em volume definido após chamada pública de aumento de capital da estatal (BRASIL, 2010b). Esta solução determinava um ajuste de contas após cinco anos, tendo em vista o avanço das investigações geológicas e, com isto, uma melhor cubagem das áreas cedidas; e

c) a Empresa Brasileira de Administração de Petróleo e Gás Natural S.A. - Pré-Sal Petróleo S.A. (PPSA), para representar a União na execução dos contratos de partilha de produção (BRASIL, 2010c).

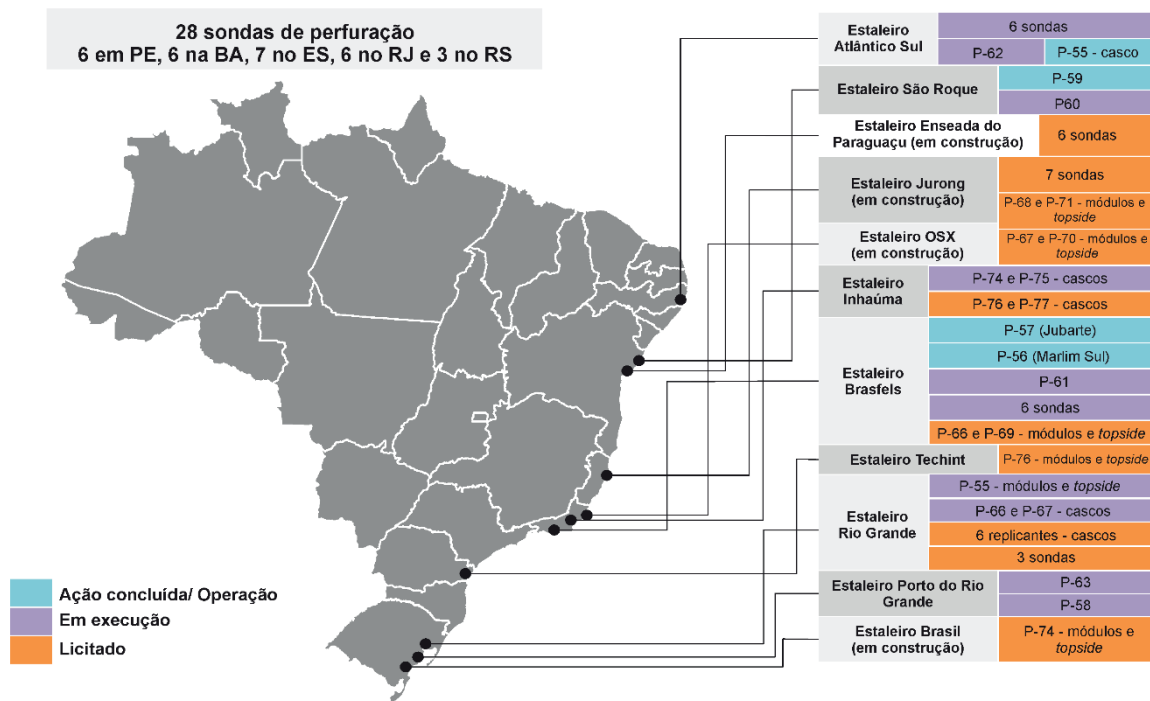
Em outubro de 2013, a ANP realiza o leilão do Campo de Libra, o primeiro prevendo a exploração de petróleo na camada Pré-Sal sob o regime de partilha. Ocorre protegido por forte aparato de segurança, para evitar manifestações populares contrárias à venda deste ativo. O consórcio vitorioso é formado pela Petrobras, as estatais chinesas CNPC e CNOOC, e a Shell, conquistando o direito de produzir uma das maiores reservas de petróleo do Brasil. Pela primeira vez, as grandes empresas petrolíferas internacionais passaram a dispor de reservas relevantes no país.

A magnitude da reserva do Pré-Sal elevou a escala de contratação de bens e serviços para outro patamar, gerando enorme expectativa de um ciclo virtuoso na economia do Brasil, com expansão científica, tecnológica e industrial, e, no bojo disto, a oferta de empregos de qualidade.

Com efeito, capitalizada pelo processo da Cessão Onerosa, os planos de investimentos da Petrobras se expandiram, substancialmente, no período 2010 a 2013 (vide **Figura 8a**). Tendo como paradigma o conteúdo local, “de fazer ou adquirir no Brasil tudo o que pudesse aqui ser feito ou adquirido”, a estatal foi além, preocupando-se em identificar os principais equipamentos importados, com o fito de, progressivamente, em articulação com a academia e indústrias nacionais, desenvolver políticas que levasse, em médio prazo, à nacionalização destes produtos, ampliando o parque fabril nacional.

A política de conteúdo local expandiu-se, também, em termos de obrigações percentuais nos editais de licitações de blocos de petróleos. Mister dizer, que todas estas iniciativas não consolidaram a unidade ideal em favor da política de conteúdo local, seja na esfera do governo federal, na própria Petrobras, ou no setor empresarial. Isto é compreensível, em face dos múltiplos interesses e ideologias que, histórica e permanentemente, se digladiam sobre a conveniência, ou não, de um maior dirigismo e intervenção governamental na economia brasileira.

O impressionante aumento do número de equipamentos marítimos estimados inicialmente para a produção do Pré-Sal justificava não só a ocupação plena, como a criação de novos estaleiros. A demanda de numerosas encomendas da Petrobras fez com que as grandes empresas nacionais se associem a conceituados armadores multinacionais, para fabricação de sondas, plataformas, as complexas unidades de produção do tipo FPSO, no país (ALONSO, 2013). Reativam-se ou abrem-se também estaleiros de menor porte, para a construção de barcos de apoio de todos os tipos. Procurou-se, neste processo, estimular a descentralização do novo parque fabril naval, antes concentrado no Estado do Rio de Janeiro (**Figura 2.13**). Estas contratações desdobram-se em milhares de aquisições de bens e serviços, com a consolidação de importantes e desejáveis redes de fornecedores também regionalizadas, apoiadas, em grande parte, pelo Prominp, criado em 2003 (PROMINP, 2013).



Fonte: Adaptado do 7º balanço do PAC 2, 2013

Figura 2.13 - Cenário da indústria naval em 2012.

Fonte: Macedo (2013)

Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), a política de conteúdo local, as novas encomendas da Petrobras e o aumento da produção *offshore* fizeram com que o setor naval avançasse, em média, 19,5% ao ano, entre 2000 e 2013 (CAMPOS NETO; POMPERMAYER, 2014). De 2007 a 2016, foram concluídas 605 embarcações, 12 novos estaleiros foram construídos e criados mais de 80 mil empregos diretos e 400 mil indiretos, além da qualificação da mão-de-obra da cadeia produtiva do setor e o desenvolvimento da economia dos municípios do entorno dos estaleiros (SINAVAL, 2018).

Evidente está, portanto, a plena condição técnica da Petrobras de levar a bom termo a exploração e a produção do Pré-Sal como operadora. Por certo, um adequado e planejado ritmo de expansão da produção, nos diferentes campos que opera, continua a ser o melhor caminho para permitir que o ganho de escala e o desafio de elaborar novas soluções para produzir petróleo a 300 km da costa e em lâminas d'água superiores a 2.000 metros. Só assim, de fato, os avanços tecnológicos e de conhecimentos poderão ser apropriados em plenitude pelas empresas de Engenharia, fortalecendo as cadeias industriais brasileiras e gerando empregos de qualidade no país.

A dimensão do Pré-Sal teve, ainda, dois outros desdobramentos absolutamente distintos, que merecem ser registrados. No primeiro caso, contribuiu para a justa expectativa de expansão do mercado de trabalho para geocientistas, o que fez surgir, na última década, dez cursos de Geologia, Engenharia Geológica e/ou Geofísica, quatro deles conduzidos por instituições privadas (vide **Figura 2.2**). O segundo aspecto foi a reativação, em 2008, pela Marinha dos Estados Unidos da sua Quarta Frota. Desativada desde o final da Segunda Guerra Mundial, as forças navais norte-americanas estarão agora dedicadas a supervisionar os mares da América Latina e do Caribe: o petróleo e suas vicissitudes.

2.2.10 A missão permanente de explorar e produzir petróleo nas demais bacias

Incluindo a plataforma continental, cerca de dois terços do todo o território nacional é recoberto por rochas sedimentares, cujas idades variam do Proterozoico ao Recente. Em quase todas estas bacias sedimentares, coube à Petrobras desvendar seus sistemas petrolíferos. Com o fim do monopólio, a missão de inventariar, deter e compartilhar com interessados o conhecimento da Geologia de Petróleo, no país, passou a ser da ANP. Esta tarefa não se fez sem controvérsias, seja pelo histórico debate quanto à conveniência, ou não, de abrir mão do monopólio, dispondo o Estado brasileiro da Petrobras, ou em face das inflexões nas políticas dos sucessivos governos ao longo dos pouco mais de 20 anos de existência da ANP. A situação é compreensível, em se tratando do tema petróleo, num país tão complexo, com tanto potencial e, por isto, tão disputado como o Brasil.

O desenrolar e os resultados das licitações de blocos para a exploração de petróleo, conduzidos pela ANP, a partir de 1997, constituem mais uma faceta intrigante na história recente na busca por petróleo no Brasil. O modelo inicialmente estabelecido foi o da Concessão. Com as mudanças legislativas decorrentes da descoberta do Pré-Sal, a exploração e a produção de petróleo são regidas, atualmente, por contratos de Concessão, Partilha de Produção e/ou o “excepcionalíssimo” contrato de Cessão Onerosa.

Somam 15 as rodadas de licitações de blocos exploratórios por contratos de Concessão (ANP, 2018b). De 1999 a 2008, foram realizados dez leilões, um a cada ano. Não obstante os questionamentos judiciais e as manifestações de rua contrárias às suas realizações, apenas nas 8ª e 9ª rodadas (2006 e 2007), ocorreram modificações nos certames dignos de registros. Embora tenha ocorrido, a 8ª Rodada foi anulada por decisão judicial, devido a questionamentos quanto aos critérios utilizados no pregão. Na 9ª Rodada, houve as retiradas dos 41 blocos do Pré-Sal alguns dias antes da realização do leilão.

Os comportamentos da Petrobras, das *majors* e outras empresas menores nos primeiros dez leilões, bem como os principais resultados exploratórios foram comentados nos itens anteriores. Cabe, então, completar a análise da década de 2010, incluindo as cinco rodadas mais recentes, que leiloaram áreas fora do polígono do Pré-Sal, pelo regime de Concessão. O primeiro aspecto que se destaca está no fato de que se encontram distribuídas irregularmente no tempo, com duas rodadas ocorridas em 2013 (11ª e 12ª), a 13ª em 2015, a 14ª em 2017 e a 15ª em 2018.

Quando se trata de diretrizes para a apropriação de reservas de petróleo, o viés ideológico não pode ser desconsiderado, mas, o fato é que o impacto do anúncio do Pré-Sal contribuiu para a descontinuidade das licitações. Afinal, a garantia daquela reserva e o grande número de blocos, ainda em avaliação, contratados nos leilões anteriores, justificariam, plenamente, qualquer decisão de um gestor público em reduzir a velocidade de oferta de novas áreas para exploração. Outro fator relevante a ser considerado foi “o estouro da bolha imobiliária nos EUA”, em 2008, que colapsou muito as estruturas especulativas da economia mundial. Em menos de um mês, o preço do barril de petróleo chegou a desvalorizar cerca de US\$ 70, pondo fim ao surpreendente incremento, que o levou de menos de 30 para 110 dólares, entre 2003 e 2008 (vide **Figura 2.6b**).

É oportuno, neste ponto, uma rápida digressão sobre o surgimento, neste período, de novas empresas de médio porte no Brasil, algumas criadas por profissionais egressos da Petrobras, que procuraram formar suas equipes cooptando técnicos da estatal. A mística da proliferação das bacias brasileiras, após o advento do Pré-Sal, e o elevado preço do barril de petróleo abriram espaço, também, para especulações oportunistas, como anunciar expectativas de bilhões de barris em blocos que sequer contavam com um poço perfurado.

Além do Pré-Sal, nos últimos dez anos, houve outras descobertas importantes no Brasil, com destaque para a confirmação do potencial de óleo leve e gás em águas profundas e ultraprofundas da Bacia de Sergipe/Alagoas. Nesta bacia, em 2007, a Petrobras colocou em operação o primeiro sistema flutuante cilíndrico do mundo a produzir, armazenar e exportar petróleo, formato geométrico

que minimiza os desgastes provocados pelas ondas do mar. Este sistema foi instalado no Campo de Piranema, em lâmina d'água de 1.100 metros. Além da novidade tecnológica, concebida pela indústria naval norueguesa, que motivara, há muito, estudos pelo CENPES, havia um aspecto geológico altamente relevante nesta jazida - a presença de óleo leve em estratos de arenitos turbidíticos neocretáceos, tendo sido gerado em folhelhos da seção marinha com idade albo-turoniana (CAMPOS NETO; SOUZA LIMA, 2007).

Os conhecimentos obtidos em Piranema abriram uma nova fronteira exploratória com grande sucesso. Entre 2010 e 2015, foram perfurados pela Petrobras, sozinha ou em consórcio, vários poços bem-sucedidos para presença de óleo leve e gás, em diferentes blocos em águas ultraprofundas, distando em torno de 100 km de Aracaju. Prospectos promissores, cunhados como Barra, Farfan (PETROBRAS, 2015a), Moita Bonita (PETROBRAS, 2015b), Cumbe e Muriú, confirmam um sistema petrolífero eficiente, com potencial para se tornarem os mais novos campos gigantes do Brasil.

Dentre as descobertas conduzidas por empresas privadas, por certo a mais importante, desde a instituição do regime de Concessão, foi o conjunto de campos de gás na porção maranhense da Bacia do Parnaíba, feitas pela OGX Maranhão, em 2010 (IMIRANTE, 2010). O mérito está não só na pujança do volume de gás, mas em poder ter desvendado o sistema petrolífero numa bacia paleozoica, há muito relegada a um plano secundário, na busca por petróleo. Em 2016, a Paraíba Gás Natural (PGN), que adquiriu os direitos de exploração e produção da área, anunciou a operação dos campos de Gavião Real, Gavião Vermelho e Gavião Azul, com uma expectativa de produção de 5,89 bilhões de metros cúbicos de gás (BASTOS, 2016).

No mar, em 2005, a Devon fez a descoberta de maior relevância em termos comerciais, fora as da Petrobras. Trata-se do Campo de Polvo, um ativo que teve pico de produção de 28 mil barris de óleo pesado/dia (19° API), reserva provada da ordem de 13 milhões de barris, que, atualmente, produz 9,2 mil boed, pelo seu terceiro proprietário, a Petrório (APIMEC, 2017). O conjunto de campos Tubarão Tigre, Tubarão Gato e Tubarão Areia, declarados comerciais pela OGX, em 2012, não confirmaram a produção esperada, tendo a empresa comunicado à ANP, cerca de um ano depois, a decisão de suspender o desenvolvimento da produção nos mesmos (OGX, 2013).

Esses casos trazem à tona facetas sombrias consequentes à abertura da exploração e produção de petróleo sob o regime de Concessão. Além de especulações quanto a reservas e mudanças de titularidades das empresas detentoras dos ativos, que diluem a formulação de projetos de produção de médio e longo prazos, são, também, recorrentes as reorientações nas prioridades de muitas empresas estrangeiras em explorar petróleo no Brasil. Os motivos divulgados são diversos, mas, por certo subjacente a eles, está a estratégia de maximizar seus resultados e garantir reservas em qualquer lugar do planeta, usando a influência econômica e política para construir os cenários mais adequados aos seus interesses gerenciais e estratégicos. Está neste ponto uma das diferenças fundamentais entre as missões das empresas privadas e aquelas das empresas estatais.

Um bom exemplo disto é o comportamento da *ExxonMobil*. Presente desde as primeiras rodadas de licitações, a empresa deixou de competir, em 2009, em face do insucesso no bloco que detinha no Pré-Sal, o único operado por uma empresa estrangeira. Entretanto, em 2017, voltou atuar agressivamente na aquisição de áreas exploratórias, nos cinco últimos leilões da ANP (certames para os regimes de Concessão e Partilha). Para a *ExxonMobil* foram relevantes as mudanças legislativas, após 2016, que levaram à flexibilização do operador único, as menores exigências em relação aos percentuais de conteúdo local, a prorrogação do Repetro, um regime que subsidia a importação de equipamentos, e a retomada das rodadas com um calendário previsível (O PETRÓLEO, 2018).

Além dos certames oferecendo blocos exploratórios em regimes de Concessão e Partilha de Produção, em 2004, o CNPE autorizou a ANP a proceder licitações específicas de áreas com acumulações marginais. O objetivo era ofertar áreas inativas, onde não houve produção de petróleo, ou com a produção interrompida por falta de interesse econômico. Nos quatro leilões realizados (2004, 2006, 2015 e 2017), foram disponibilizadas 49 áreas nas bacias terrestres do Recôncavo, Camamu-Almada, Tucano Sul, Sergipe, Barreirinhas, Potiguar, Espírito Santo e Paraná. Foram ofertadas propostas para 41 destas áreas, por 106 empresas, com as vencedoras pagando cerca de R\$ 25,7 milhões em bônus para recuperar e operar estes campos (ANP, 2018c).

Essa experiência de transferência dos pequenos campos à iniciativa privada tem mostrado muitas fragilidades, não sendo raros os casos em que as empresas não alcançam a capacidade financeira e operacional para revitalizarem os campos adquiridos. Um dos problemas críticos destas jazidas está na baixa razão óleo/água, que exige a disponibilidade de instalações para a separação dos dois fluidos e a descontaminação dos resíduos de hidrocarbonetos da água produzida, para ulterior descarte. As exigências ambientais que se fazem ainda mais rigorosas em explorações de petróleo em terra e as oscilações no preço do barril tornaram-se parte do “rosário de lamentações” de muitos empresários neófitos no setor petrolífero. Acrescente-se a isto o interregno de quase 10 anos entre licitações de acumulações marginais, devido à política da Petrobras de não abrir mão dos campos maduros (e reservas), sem que fossem testadas ou desenvolvidas melhores técnicas de recuperação secundária. Como a grande totalidade destas devoluções se refere a ativos da estatal e os sucessivos leilões mostram a redução do número de empresas interessadas nestas aquisições, é pertinente deduzir que a Petrobras soube extrair bem o petróleo existente nos campos em que operou.

Em junho de 2017, a ANP decide tornar permanente a oferta contínua de campos devolvidos (ou em processo de devolução) e blocos exploratórios oferecidos em licitações anteriores e não arrematados ou devolvidos à agência. O primeiro edital da Oferta Permanente está em curso e foi divulgado em 2018. Oferece 158 blocos com risco exploratório, sendo 90 nas bacias terrestres do Paraná, Parnaíba e Recôncavo e 68 blocos nas bacias marítimas de Campos, Ceará, Potiguar, Santos e Sergipe-Alagoas.

2.2.11 A Operação Lava-Jato e seus reflexos

Em 2014, em meio a uma enorme agenda de investimentos da Petrobras, centrados no desenvolvimento do Pré-Sal, uma investigação conduzida pela 4ª Vara Federal de Justiça, com sede em Curitiba, interessada em remessas ilegais de dinheiro para o exterior, descobre o vínculo direto do doleiro investigado com o Diretor de Abastecimento da Petrobras, que acaba preso. Desde então, infelizmente, a Petrobras passa a dividir seu protagonismo no noticiário das realizações empresariais com o noticiário policial, envolvida na maior investigação sobre corrupção e lavagem de dinheiro que o Brasil já teve.

O avanço das investigações e as delações dos acusados, dentre estas a do próprio Diretor de Abastecimento, abriram a Caixa de Pandora. A sociedade brasileira soube, estarelecida, as vantagens auferidas, indevidamente, por dirigentes e empregados da Petrobras, de outras estatais e de seus respectivos fundos de pensão. Além destes, verificou-se, também, a participação no esquema criminoso de personalidades ligadas aos poderes executivo, legislativo e judiciário. Um dos principais envolvidos, que ocupava alto cargo de gerência na Petrobras, declarou ter recebido propina desde o fim dos anos 1990 e que acumulara mais de US\$ 100 milhões durante este período. As investigações mostraram que os pagamentos provinham de empresários brasileiros e estrangeiros, de diversos setores econômicos, que agiam interessados em superfaturar seus contratos, ou mesmo integrar o cartel de fornecedores de bens e/ou serviços para entes do Estado.

A constatação de malfeitos provocou outra faceta menos comentada pela grande mídia, mas, por certo, mais trágica. Relaciona-se ao longo período de paralisação das obras já contratadas Brasil afora, muitas da carteira da Petrobras, envolvendo atividades de exploração e produção do Pré-Sal. Diferentemente do que ocorre em outros países, que punem os envolvidos, mas preservam as empresas, a trama de ilícitos levou ao colapso das grandes companhias de engenharia brasileira (comumente chamadas de empreiteiras), todas envolvidas no esquema de corrupção descoberto pela Lava-Jato e declaradas inidôneas. Os principais agentes públicos não conseguiram construir uma solução legal, ágil, capaz de afastar e julgar os dirigentes indiciados, preservando o conhecimento técnico e a capacidade de realização destas empresas. O mesmo aconteceu com as entidades da sociedade civil afeitas às atividades da Engenharia. Sem conseguir uma proposta que as unificassem, não tiveram força política para influenciar os poderes executivo e legislativo quanto à premência da retomada da contratação destas empresas para a execução de serviços de construção, montagem e engenharia necessários às instituições públicas e estatais brasileiras.

Não bastasse a necessidade de punir a corrupção e os corruptos, entre em junho de 2014 e janeiro de 2016, o preço internacional do barril de petróleo despencou de US\$ 112 para US\$ 32 (vide **Figura 6b**). Os motivos para isto não são claros, com analistas creditando-os a movimentos para sustar o incremento expressivo da produção de petróleo nos EUA, pelo método do fraturamento hidráulico em reservatórios não convencionais (*shale oil/gas*). Há também os que associam o fato à oferta de petróleo extraído dos campos do Oriente Médio, que passaram às mãos do Estado Islâmico do Iraque e do Levante (ISIS), a preços baixos, via mercado negro.

O impacto econômico da Operação Lava-Jato, ainda não dimensionado, e a instabilidade do preço do barril de petróleo dificultaram a Petrobras em aprovar o seu balanço e consolidar o seu Plano de Negócios e Gestão 2015-2019. Ao final, a empresa decide pela redução do orçamento em cerca de 25%, algo em torno de US\$ 32 bilhões, frente ao valor inicialmente previsto (PETROBRAS, 2016), como apresentado na **Figura 8a**. Ao contrário do cenário expansivo, pujante, da Petrobras da década de 2010, a palavra desinvestimento passar a ser tônica dos dirigentes, a partir de 2015.

A empresa reestrutura-se, fortalecendo as atividades em produção, a grande fonte de receita, com sacrifício das atividades exploratórias e de refino. O impedimento das empresas nacionais de levar a termo a construção das unidades de produção e sondas contratadas, leva a Petrobras a construí-las em estaleiros internacionais, atingindo, duramente, o setor naval e provocando desemprego em massa. São interrompidas as construções das duas refinarias *premiuns* no Nordeste e reduzidas as plantas de refino e petroquímica das unidades Abreu e Lima (PE) e Comperj (RJ).

A crise econômica intensifica as contradições políticas, que alcançam o seu ápice, em 31 de agosto de 2016, com o impedimento da Presidente Dilma Rousseff de concluir o seu segundo mandato, decidido pelo Congresso Nacional. Assume o seu Vice, com uma agenda absolutamente liberal, distinta da que o elegeu, e passa a aplicá-la com avidez e habilidade, com a chancela do legislativo federal.

2.2.12 A afirmação do liberalismo – a quem serve e até quando?

Novos tempos, novas políticas, novas decisões. Não raro, antagônicas às tomadas poucos anos antes, mas, compreensíveis num país tão rico, disputado e em construção como o Brasil.

A agenda do governo Temer, centrado no documento “Uma ponte para o Futuro” (FUNDAÇÃO ULYSSES GUIMARÃES, 2015), fundamenta-se, no “ajuste fiscal” do setor público e na promoção de reformas com vistas a assegurar ao setor privado o protagonismo “na construção e operação de infraestrutura, sem intervenções que distorçam os incentivos de mercado, inclusive respeitando o realismo tarifário”. Segundo esta nova visão, o “Estado deve cooperar com o setor privado na abertura dos mercados externos” e “realizar ajustes legislativos em áreas críticas”.

Dentre as propostas de ajustes legais, está a de:

Executar uma política de desenvolvimento centrada na iniciativa privada, por meio de transferências de ativos que se fizerem necessárias, concessões amplas em todas as áreas de logística e infraestrutura, parcerias para complementar a oferta de serviços públicos e retorno ao regime anterior de concessões na área de petróleo, dando-se à Petrobras o direito de preferência (FUNDAÇÃO ULYSSES GUIMARÃES, 2015, p. 18).

Em novembro de 2016, o Congresso Nacional põe fim à regra que obrigava a Petrobras a ser a operadora única do Pré-Sal, sem que o regime de partilha sequer tenha sido suficientemente testado, já que o único consórcio, o de Libra, ainda não entrara na fase produtiva de petróleo. Portanto, constitui uma decisão de viés eminentemente ideológico e de forte interesse de governos estrangeiros, como atesta um documento oficial do consulado dos EUA, no Rio de Janeiro, enviado para o Secretário de Estado e outros destinatários, em 2009, tornado público pelo Wikileaks (WIKILEAKS, 2009). Completando a agenda liberal prometida, em 2017, aprova-se no Congresso Nacional e é sancionado pelo Presidente Temer projeto que concede benefícios fiscais da ordem de R\$ 1 trilhão às empresas petrolíferas, até 2040.

Tal como quando da instituição dos Contratos de Risco e da quebra do monopólio do petróleo, o fim da operação exclusiva da Petrobras nos futuros contratos de Partilha de Produção do Pré-Sal foi apresentado, na grande mídia, com os argumentos positivos de sempre:

[...] abre caminho para acelerar o ritmo de investimentos no setor, elevar a participação de outras gigantes petroleiras na produção de petróleo no Brasil e aumentar a arrecadação do país com royalties; as empresas privadas respondem por 17,1% do óleo produzido, número que pode chegar a 30% em 10 anos. [...] A mudança na lei era defendida pela própria Petrobras, que está endividada e executa um programa de desinvestimento. A estatal pedia autonomia para decidir quando entrar ou não em um leilão. As dificuldades financeiras da Petrobras limitam sua capacidade de investimento no curto prazo e o avanço da exploração e produção nas camadas do pré-sal, localizadas entre 5 mil e 7 mil metros abaixo do nível do mar (ALVARENGA, 2016).

A estes argumentos somava-se a necessidade de impulsionar as atividades de petróleo para produzir suas reservas, enquanto ainda valiosas, em face da irreversível transição para outros tipos de energia renováveis, numa economia de baixo carbono (ANP, 2018d). Bem a propósito, em apoio a este argumento, utiliza-se a máxima concebida pela figura lendária da OPEP, na década de 1970, o Xeiqe Ahmed Yamani, de que “A Idade da Pedra não terminou por falta de pedra – e a Idade do Petróleo não terminará por falta de petróleo”. Quanto à transição energética, esta se imporia pela necessidade de reduzir, drasticamente, a emissão de gases de efeito estufa de origem antropogênica, de forma a evitar os efeitos mais catastróficos das mudanças climáticas.

A análise de cenário apresentada no anuário *BP Energy Outlook 2018* (BP, 2018a) aponta para a intensificação da competição nos mercados globais de energia, com as fontes de energia, a nível mundial, se diversificando bastante até 2040. Óleo, gás, carvão e combustíveis não-fósseis contribuirão cada um com cerca de 25% (**Figura 2.14**). A demanda por óleo crescerá 11 milhões de barris/dia, vindos, principalmente, de regiões com menores custos de produção (Oriente Médio, EUA e Rússia), mas, atingirá seu pico no final da década de 2030. Crescerá fortemente o consumo de gás natural, que ultrapassará o carvão, porém, serão os renováveis que apresentarão as maiores taxas de crescimento, respondendo por 14% da energia primária em 2040.

A segurança energética do Brasil e a importância da Petrobras para a economia e o desenvolvimento nacional não recomendam que este assunto seja resolvido sem um debate mais amplo e denso na sociedade, cotejando as diferentes “leituras da realidade”, ainda mais tendo agora o Brasil a enorme oportunidade de produzir as reservas do Pré-Sal.

No caso da condição financeira da estatal, segundo o economista e ex-empregado da empresa, Cláudio Oliveira, o mito da “Petrobras quebrada” decorre de uma narrativa midiática, iniciada em 2008, questionando a própria existência do Pré-Sal (COUTINHO, 2018a). Diante da comprovação das gigantescas reservas, passou, então, a apontar como “incerteza” a capacidade técnica da empresa produzir aquele petróleo. Na impossibilidade de negar a realidade, envereda-se, a partir de 2016, para a mistificação final: a da incapacidade financeira da Petrobras para realizar a tarefa, por ter uma dívida impagável, a maior dívida de todas as petroleiras. Contra este argumento, o economista defende que a Petrobras é a empresa com as maiores geração de caixa operacional, retorno financeiro sobre vendas e liquidez corrente dentre as grandes petroleiras. Se isto não bastasse, a empresa tem reservas de petróleo, que é o mais relevante para uma empresa do setor. Não é à toa que a Petrobras não deixou de captar recursos externos para a rolagem de suas dívidas, mesmo em meio ao “terremoto” administrativo que a sacudiu com o escândalo da Operação Lava-Jato.

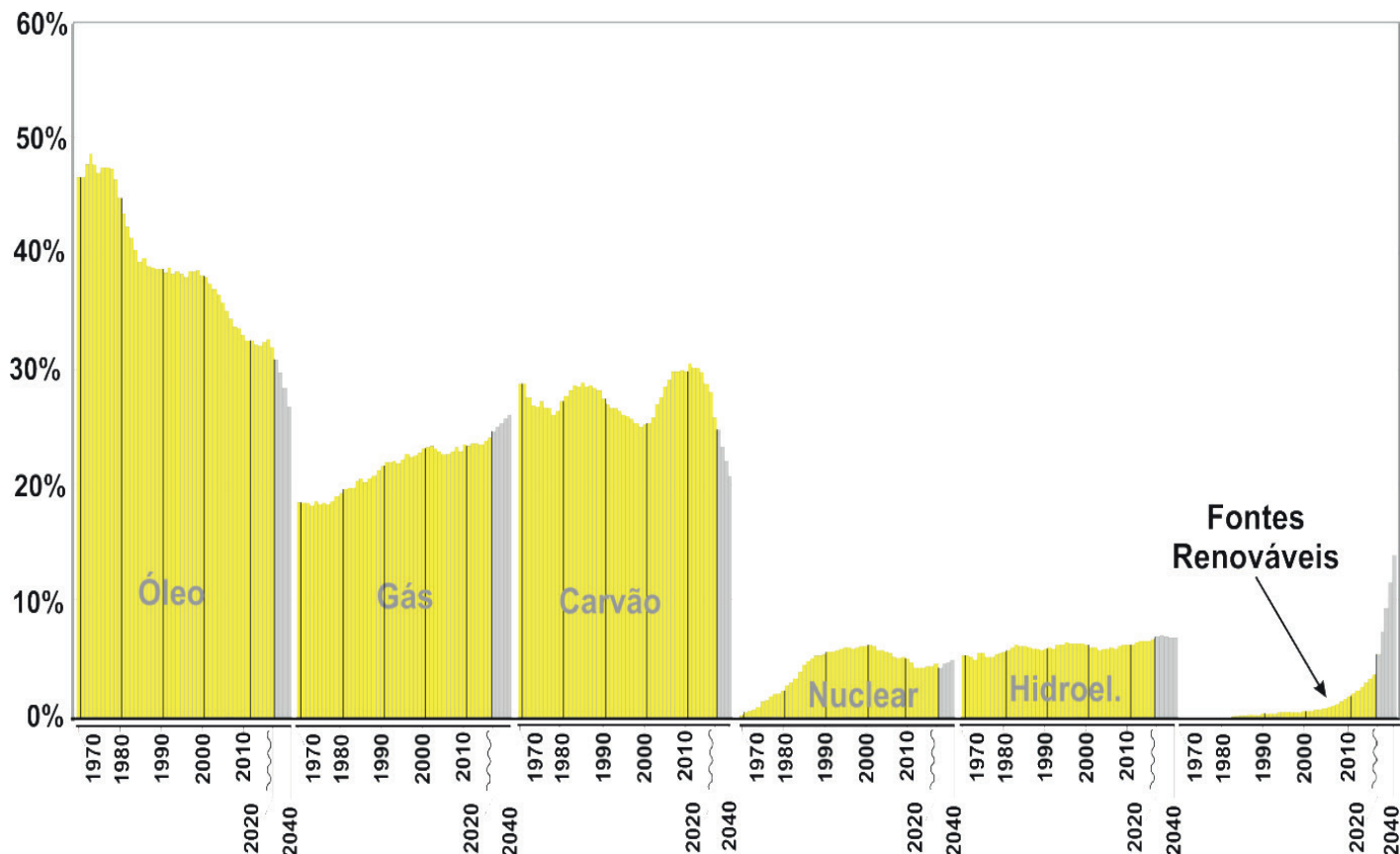


Figura 2.14 - Evolução da matriz energética mundial e previsões da *BP Energy Outlook 2018* (1970-2040).

Fonte: *BP Energy Outlook* (2018b)

Os números disponibilizados pelo anuário *BP Energy Outlook 2018* permitem construir uma série histórica para a matriz energética mundial, período 1970 a 2016, e as expectativas a cada 5 anos, de 2020 a 2040 (vide **Figura 2.14**). Os dados medidos demonstram, de modo incontestável, o incremento das contribuições das hidroelétricas, do gás e dos renováveis, com taxas distintas. Os dois primeiros mostram aumentos discretos e os renováveis continuam a trajetória exponencial iniciada há 20 anos. O óleo reduz sua participação, de forma não linear, a partir da segunda metade da década de 1970, estabilizando-se desde 2010. As contribuições da energia nuclear e do carvão mostram-se oscilantes, especialmente este último. Quando o estudo parte para as previsões até 2040, para matriz energética mundial, delineiam-se quedas expressivas no consumo do óleo e do carvão; a continuidade do aumento em taxas exponenciais dos renováveis; incremento do uso do gás, e a estabilização da participação da energia nuclear. Não obstante, o novo desenho mantém a hegemonia de óleo e gás em 2040, respondendo por 53% do total, apenas 3,5% a menos em relação ao consumo de 2016.

Em que pese o enorme conhecimento dos autores da *BP Energy Outlook*, que, anualmente, brindam os interessados com excelentes sínteses sobre o quadro energético mundial, à luz dos dados apresentados, há de se admitir maior materialidade factual somente nas expectativas sugeridas para as fontes energéticas renováveis, hídricas, nuclear e o gás. No entanto, o comportamento do carvão e do óleo não justificam assertivas tão seguras de decréscimos vertiginosos nos próximos 20 anos. Talvez por isto, as grandes companhias de petróleo continuam a investir agressivamente na aquisição de blocos exploratórios e/ou de reservas, levando a termo investimentos de maturação e retorno de longos prazos.

Se assim é, longe está o fim da idade do petróleo. Deste modo, ter o controle das jazidas no território brasileiro torna-se um fator estratégico para manter uma relação reserva/produção confortável, da ordem de 15 a 20 anos, ainda mais tendo em conta que lamentavelmente, o Brasil amarga a 79ª posição em consumo de energia *per capita*, em que pese ser a oitava economia mundial (BP, 2018b). O padrão de consumo energético tem correspondência direta com a qualidade de vida e, por certo, a se confirmar as mudanças climáticas, com verões mais quentes e invernos mais frios, aumentará a demanda por energia em todo o mundo e o custo para obtê-la. Portanto, não há como prescindir da contribuição do petróleo para o bem-estar das sociedades modernas nas próximas décadas, particularmente para os brasileiros, que pouco consomem energia.

Sobre o fim da operação única a cargo da Petrobras, faz-se imprescindível conhecer os argumentos do Presidente da Associação dos Engenheiros da Petrobras (AEPET), o Engenheiro Felipe Coutinho (COUTINHO, 2018b). Para ele, esta decisão faz parte da agenda das multinacionais do petróleo e do sistema financeiro internacional, assumida pelo governo Temer. O propósito de tal agenda

é ter a propriedade do petróleo nacional e ativos da Petrobras ao menor custo, acesso privilegiado ao mercado brasileiro e total liberdade para exportar o petróleo produzido, de forma a garantir a segurança energética dos países mais ricos, onde se encontram suas matrizes. Com propriedade, Coutinho apontou dez ações alinhadas a este objetivo, a começar com “fim da liderança da Petrobras como operadora única no Pré-Sal”.

A disputa pela operação nas atividades de E&P (Exploração e Produção) não é um detalhe menor, mormente em se tratando de jazidas gigantescas como as do Pré-Sal. É o operador que define os fornecedores de bens e serviços, fatores essenciais ao fortalecimento da indústria local. Quem opera, aquele que conduz os trabalhos, sabe primeiramente onde estão os principais desafios para a melhoria de processos e equipamentos, fator determinante para avanços científicos e inovações tecnológicas. A operação serve, também, como balizador da velocidade da produção, inibindo o risco da extração predatória. Quem opera tem como harmonizar o processo extrativo com a expansão dos fornecedores e desenvolvimentos tecnológicos locais. Ademais, como definido originalmente na lei da Partilha de Produção, o fato de ter um operador único, a Petrobras, oferece o ganho de escala como fator de redução de custo e, assim, eleva a fração “óleo lucro” a ser partilhada com a União.

Em síntese, estar a operação nas mãos da Petrobras, cuja diretriz, em última análise, é decidida pelo voto dos brasileiros ao escolher o seu Presidente da República, é a garantia não só de segurança energética, como da expansão tecnológica, industrial, de empregos de qualidade e de maiores transferências de receitas petrolíferas para a União.

Coincidência ou não, somente após a mudança legal que destituiu a exclusividade da Petrobras de atuar como operadora única, a ANP voltou a promover rodadas de partilha de produção do Pré-Sal. Em outubro de 2017, promoveram-se duas no mesmo dia. A 2ª Rodada envolveu quatro áreas com jazidas unitizáveis, ou seja, adjacentes a campos ou prospectos cujos reservatórios se estendem para além das áreas concedidas. Na 3ª Rodada, outros quatro blocos com estruturas geológicas independentes foram oferecidos. Nestes certames, a Petrobras exerceu o direito de preferência como operadora no bloco contíguo ao Campo de Sapinhoá (Entorno de Sapinhoá) e os blocos de Peroba e Alto de Cabo Frio – Central. Abriu, portanto, mão das gigantescas e promissoras estruturas de Pau-Brasil e Saturno (**Figura 2.12b**). Já, em junho e em setembro de 2018, ocorreram as 4ª e 5ª rodadas, com a Petrobras detendo os blocos Uirapuru, Dois Irmãos, Três Marias e Sudoeste de Tartaruga Verde. Com exceção do último, que adquiriu sozinha, nos demais blocos a empresa lidera os consórcios que envolvem as grandes empresas petrolíferas mundiais (PPSA, 2018b).

Nas quatro últimas rodadas de licitação do Pré-Sal, as multinacionais do petróleo adquiriram o direito de operar blocos, com a *Shell* assumindo a liderança de três consórcios, as áreas Sul de Gato do Mato, Alto de Cabo Frio e Oeste de Saturno (vide **Figura 2.12b**). A *Exxon-Mobil* vai operar o bloco *Titan*, associada à QPI Brasil. A *BP Energy* lidera o consórcio de Pau-Brasil e a *Equinor* (antiga *Statoil*) passa a conduzir as pesquisas no bloco Norte de Carcará. Digno de destaque é o fato da *Equinor* ter adquirido da Petrobras a área de Carcará, numa negociação controversa, com denúncia de subavaliação da reserva e do valor do ativo (AEPET, 2017), que acabou questionado na justiça (RAMALHO; POLITO; MARCHESINI, 2017). Carcará tem potencial para tornar-se mais um campo super-gigante do Pré-Sal e houve muito investimento da Petrobras dirigido especialmente para superar desafios em reservatório com alta pressão (PINHEIRO MACHADO, 2018). Ao vender Carcará, a estatal abriu mão de assumir a vanguarda científica e tecnológica em jazidas de petróleo com tais características.

As informações consolidadas pela empresa pública Pré-Sal Petróleo (PPSA) atestam que, a título de bônus de assinatura, a União recebeu, em 2013, pelo bloco de Libra, R\$ 15 bilhões. Em valor presente, esta cifra é muito semelhante àquela obtida no leilão dos 13 blocos, das quatro últimas rodadas - R\$ 16,1 bilhões (R\$ 6,15 bilhões nas 2ª e 3ª rodadas, R\$ 3,15 bilhões na 4ª e R\$ 6,8 bilhões na 5ª), conforme destacado por Ramalho, Polito e Marchesini (2017).

A controvérsia sobre a venda de Carcará e os valores recebidos pela União nos quatro últimos leilões do Pré-Sal atestam os propósitos das multinacionais do petróleo e do sistema financeiro de obterem ativos da Petrobras e a propriedade do petróleo brasileiro ao menor custo, conforme denunciou o Presidente da Aepet (COUTINHO, 2018b).

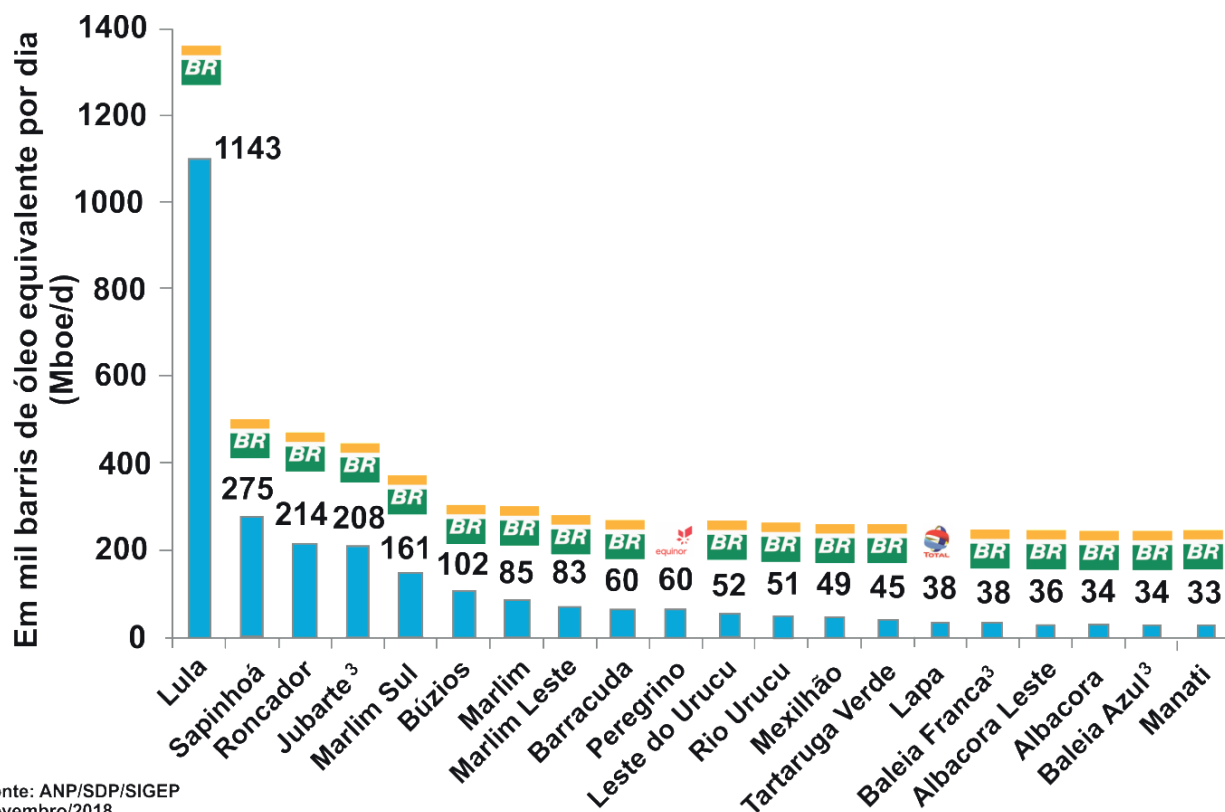
Há também a possibilidade da Petrobras não vir a produzir o excedente de petróleo nas áreas definidas na Cessão Onerosa. Trata-se de um grande volume, além dos 5 bilhões de barris estabelecidos na Lei nº 12.276/2010, que a estatal tem o direito de extrair com exclusividade, após acerto de contas com a União, a legítima proprietária deste recurso. A decisão foi tomada pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), em 2014, que chancelou a estimativa da ANP de um volume excedente entre 9,8 a 15,2 bilhões de barris (CNPE, 2014), descobertos pela estatal, onde não há risco exploratório e com muita infraestrutura necessária de produção instalada.

Em 2017, a ANP apresentou novos números para o excedente da cessão onerosa, reduzindo-o para 6,1 bilhões barris recuperáveis, com segurança de 90% de volume igual ou maior (ANP, 2017b). No ano seguinte, o CNPE decide recomendar ao Ministério de Minas e Energia o envio, para análise do Tribunal de Contas da União, dos documentos legais que delegam à Petrobras a produção dos volumes excedentes àqueles contratados pelo regime de Cessão Onerosa (CNPE, 2018). Em paralelo, a Câmara de Deputados aprovou uma proposta que autoriza a Petrobras a vender a outras petroleiras até 70% de seus direitos de exploração dos 5 bilhões do Pré-Sal na área cedida onerosamente pela União (CÂMARA NOTÍCIAS, 2018). Pela proposta, o petróleo excedente a esses 5 bilhões será licitado sob o regime de Partilha de Produção, após a revisão do contrato original da Cessão Onerosa pelo TCU. A contratação direta da Petrobras para operação e produção da Cessão Onerosa e seus excedentes, assegurados até 2015, passaram a ser uma incógnita a partir de 2017. Como se vê, são poderosos os interesses de grandes empresas em se apropriar desse petróleo, sem riscos

e barato, por meio de compra de reservas e/ou novos leilões da ANP.

Resta, por fim, comentar o aumento da exportação de petróleo bruto brasileiro, que vem superando recordes, desde 2015, atingindo de 1,12 milhão de barris por dia, em 2018, número que representa cerca de 40% de toda a produção de petróleo no ano (MELLIS, 2019). Por certo, contribuíram para tanto as decisões da Petrobras, na última metade desta década, em privilegiar os investimentos no desenvolvimento da produção em prejuízo do refino, até em função dos enormes atrasos, que os malfeitos nas obras das novas refinarias provocaram, como demonstrou a Operação Lava-Jato. Mas, o resultado não se deve apenas às vendas externas da Petrobras, que continua sendo a maior exportadora, embora reduzindo sua participação em cerca de 15% nos primeiros nove meses de 2018, em relação ao ano anterior. No sentido inverso, parte das petroleiras estrangeiras aumentaram a produção e as vendas internacionais. Os principais países importadores são a China (56,5%), os EUA (11,9%) e o Chile (8,43%), gerando US\$ 25,1 bilhões em divisas ao país.

O Boletim da Produção de Petróleo e Gás da ANP, de novembro de 2018, relaciona a produção de petróleo das empresas que atuam no Brasil (ANP, 2018e). Embora contribuindo com 2,44 milhões de boed, ou 75% do total de óleo e gás, o percentual produzido pelas unidades operadas pela Petrobras supera os 93% do petróleo brasileiro. Associadas à estatal ou na condição de operadora de campos, as petroleiras estrangeiras, que mais produzem, detêm 22% do petróleo extraído no país (711 mil boed), com outras 35 empresas dividindo os 3% restantes. O documento da ANP apresenta também os 20 maiores campos produtores, no mar e em terra. No mar, os dois primeiros já são do Pré-Sal, que, junto com outros, tornam a Bacia de Santos, no momento, a mais prolífica do Brasil. Todos os campos em produção foram descobertos pela Petrobras, inclusive os de Peregrino e Lapa, que foram vendidos à Equinor e à Total, respectivamente (Figura 2.15). Em terra, mantém-se a hegemonia da estatal. Entretanto, mercedores de destaque são os três campos da Parnaíba Gás Natural, os únicos ranqueados que não decorrem do esforço exploratório da Petrobras (Figura 2.16).



Fonte: ANP/SDP/SIGEP
Novembro/2018

Figura 2.15 - Os vinte campos de petróleo com maior produção total (Mboe/d).

Fonte: ANP/SDP/SIGEP (2018e)

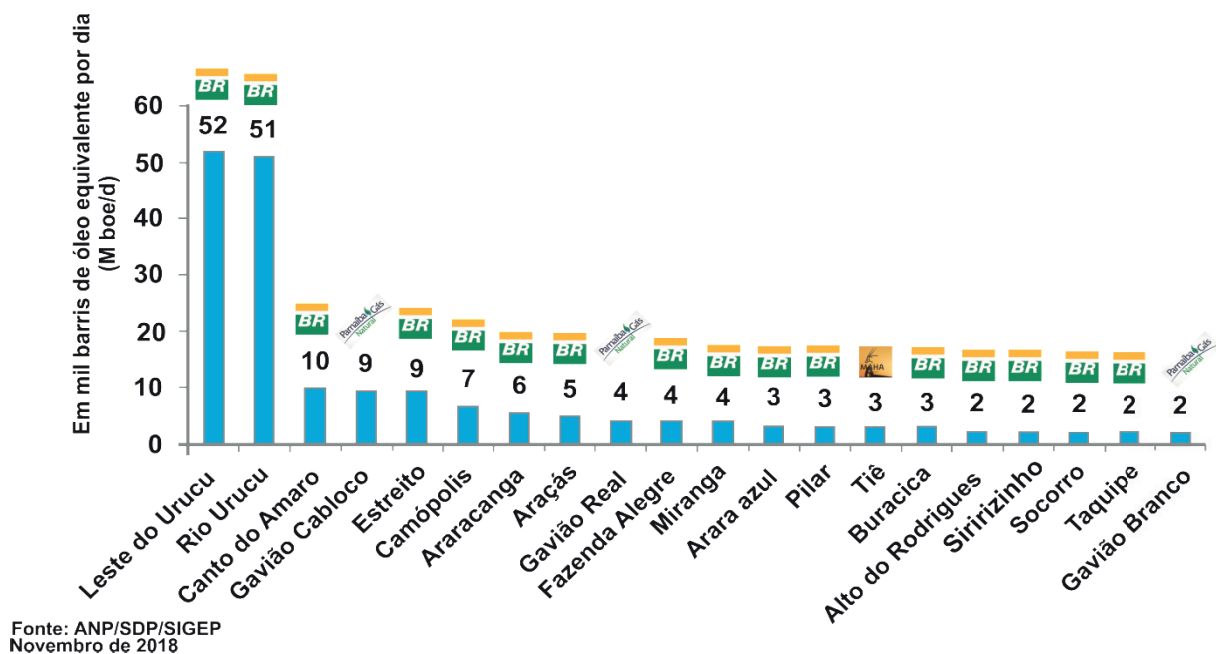


Figura 2.16 - Os vinte campos de petróleo terrestres com maior produção (Mboe/d).

Fonte: ANP/SDP/SIGEP (2018e)

A expansão da produção de petróleo, por conta do Pré-Sal, e a interrupção da construção das refinarias levarão o país a se tornar um grande exportador de petróleo bruto e a importar derivados, com maior valor agregado. Números de 2017 dão a dimensão deste problema, com o país se vendo obrigado a pagar mais US\$ 12 por barril importado de derivado, frente a igual volume de petróleo bruto exportado (MELLIS, 2019). Nos últimos dois anos, o Brasil aumentou as importações de derivados de petróleo (gasolina, diesel, querosene de aviação, GLP e lubrificantes), causando um acréscimo de 24,5% nos custos do GLP, usado nos botijões de gás, que impacta diretamente a vida dos brasileiros.

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) há muito alerta para a necessidade do país investir, também, na ampliação da capacidade de refino, hoje em torno de 2,4 milhões de barris por dia (BRASIL, 2011). Esta ampliação gera condições de manter uma política de preços dos derivados de petróleo mais estável, no país. A greve dos caminhoneiros, que parou o Brasil por duas semanas, com enormes entraves e estragos à economia, mostrou o quão frágil pode ser ancorar os preços de derivados exclusivamente nas incontroláveis amarras do mercado internacional.

No primeiro dia de janeiro de 2019, tomou posse o novo Presidente da República Federativa do Brasil, o Sr. Jair Bolsonaro, eleito com a maioria dos votos válidos dos brasileiros. Com uma agenda ultraliberal, anuncia mudanças no setor do petróleo como um dos pontos essenciais para seu ajuste econômico, dentre estes, ceder o protagonismo da Petrobras para o setor privado. Deseja, com isto, superar o paradoxo de desenvolver o país e melhorar a qualidade de vida do povo com o mínimo, ou mesmo sem as estruturas produtivas do Estado. Será uma façanha inédita, para um país em desenvolvimento como o Brasil.

2.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A história ensina que o petróleo não é uma matéria-prima qualquer. Trata-se de um insumo estratégico, cujos países detentores tiveram resultados dos mais díspares ao produzi-lo. Os exitosos estimularam o desenvolvimento industrial e tecnológico locais, fortalecendo a Engenharia, assegurando a melhoria da qualidade de vida de seus povos. Outros, menos afortunados, optaram por tornarem-se simples administradores da utilização, por terceiros, de suas reservas, sem a ambição de adquirir conhecimentos, estruturas fabris e de serviços para explorar soberanamente este legado natural não-renovável. Na definição do caminho a ser trilhado, se digladiam interesses de toda sorte, nacionais e estrangeiros, tamanha a importância que tem o petróleo na soberania energética de um país e as oportunidades econômicas que oferece.

Os 100 primeiros anos da história do petróleo no Brasil foram facultados à iniciativa privada, com pontuais iniciativas governamentais. As ações do Estado tornaram-se mais estruturadas, principalmente depois de percebida sua importância no desfecho da Primeira Guerra Mundial e a consolidação do petróleo como fonte energética essencial ao desenvolvimento industrial dos países.

As carências do setor privado, de localizar e produzir petróleo no Brasil, conduziram a um grande movimento da sociedade, sob o lema “O petróleo é nosso”, culminando com a instituição do monopólio estatal e a criação da Petrobras, em 1953. Desde então, é impossível dissociar a história do petróleo, no Brasil, da Petrobras. Sua origem e construção foram forjadas na vontade, criatividade e determinação dos brasileiros. Nasceu estatal e só por isto se consolidou, iniciando suas atividades praticamente sem reservas de petróleo, mas, carregando a expectativa de alcançar a autossuficiência deste insumo energético para o desenvolvimento e soberania do Brasil.

Essa missão fez a Petrobras lançar-se na pesquisa de petróleo no mar raso, depois de dominar a exploração em terra, com sua adversidade e escassez, numa época em que o preço do petróleo estava em torno de três dólares o barril. O aprendizado de explorar e produzir no mar raso conferiu segurança em avançar para águas mais profundas. Na medida em que os resultados apontavam para melhores prêmios mar-adentro, com as descobertas de grandes campos de petróleo em arenitos turbidíticos em águas profundas, na Bacia de Campos, o alvo seguinte não poderia ser senão as águas ultraprofundas. O resultado desta ousadia foi a descoberta dos carbonatos do Pré-Sal, sustentada por um modelo geológico novo, que confirma ser esta uma das maiores províncias petrolíferas do mundo. Esses foram os passos determinantes para que as incertezas quanto à presença de petróleo no Brasil, em volumes expressivos, fossem definitivamente afastadas.

Desde o nascedouro, o corpo técnico e os dirigentes da Petrobras enfrentaram as dificuldades tecnológicas, conscientes da necessidade de valorizar o conhecimento, fator essencial ao seu futuro. Elegeram como um dos pilares, o treinamento e a capacitação de seus técnicos. Aliados a esta diretriz, somaram-se: investimentos na atualização tecnológica e adequação do conhecimento à realidade brasileira; a disciplina, com criatividade; e a permanente interação com o meio acadêmico, num primeiro momento para suprir a escassez de quadros técnicos e, mais adiante, no apoio à pesquisa científica. A estatal contou, também, com o apoio da indústria e de empresas de serviços no desenvolvimento conjunto de equipamentos e soluções nos seus desafios operacionais.

O resultado exitoso fez a Petrobras consolidar uma supremacia incontestada na competição exploratória com as concorrentes, quando da instituição dos Contratos de Riscos e mais recentemente, após 1997, com o fim do monopólio. Praticamente, todos os campos em produção no país foram descobertos pela estatal, atuando sozinha ou liderando consórcios com outras empresas. Passados pouco mais de 20 anos desde a quebra do monopólio, a Petrobras produz 94% do óleo e gás, que lhe asseguram a propriedade de 2,44 milhões boed, ou 75% do total. Grande parte dos 25% restantes decorrem da parcela dos sócios em campos que tem a Petrobras como operadora, ou em campos adquiridos da estatal. Não se viu também interesse de outras empresas em iniciarem sua participação no refino, cabendo à Petrobras responder, nos últimos anos, pela expansão exigida para agregar valor ao petróleo nacional e permitir cotejar os preços internos dos derivados à realidade dos brasileiros.

Claro está, portanto, o papel absolutamente secundário das empresas privadas no processo de localizar, assegurar a produção e o refino do petróleo no território nacional. A experiência mostra que as empresas privadas nacionais não possuem envergadura para levar a termo uma atividade de alto risco, grandes investimentos, permanentes desafios tecnológicos e múltiplas variáveis conjunturais na definição do preço do petróleo. Por sua vez, as *majors*, “tendo na retaguarda os seus países sedes, salvaguardando interesses econômicos e geopolíticos de outra magnitude, usufruem do imenso poder político e militar” para influenciar governos pelo mundo, ajudando a maximizar seus lucros. Não descuidam, também, de manter preservada sua poderosa rede tecnológica e de fornecedores, essenciais à hegemonia no setor petrolífero. Por isto, a disputa pela operação do processo de exploração e produção, e os desconfortos contra políticas de conteúdo local são fatores críticos em suas decisões e ações para a conquista de reservas.

O processo permanente de transformação das fontes energéticas mundiais, onde, atualmente, avança de forma célere àquelas renováveis, não se mostra capaz de promover, nos próximos vinte anos, grandes alterações na contribuição de recursos fósseis (óleo, gás e carvão) para assegurar o bem-estar da humanidade. Por isto, continua intensa a busca por reservas de petróleo, não raro apoiado em força militar. Por ter o Pré-Sal e a Petrobras com capacidade de explorá-lo, o Brasil tem plenas condições de assegurar sua soberania energética, se preservada a política exitosa do “poço ao posto”, que conferiu à empresa musculatura técnica, empresarial, econômica e de conhecimento, nos mais diversos segmentos do setor do petróleo.

Apesar do reconhecimento e orgulho dos brasileiros, ao longo da sua história, a Petrobras passou por decisões governamentais pendulares quanto às expectativas de sua dimensão e hegemonia no setor petrolífero brasileiro. Não poderia ser diferente, em face de ser estatal e de atuar numa das atividades mais críticas para o futuro de um país - o setor energético. Mas, não há como dissociar a vitoriosa história da Petrobras com a consciência dos seus dirigentes e empregados da sua condição de estatal, que cumpre um papel de agente motriz do desenvolvimento nacional, visando o bem-estar dos brasileiros.

Por fim, importa dizer que, no centro desta epopeia, está a Engenharia nacional, com o seu irmanado segmento geocientífico na vanguarda, oferecendo a matéria-prima para o desenvolvimento de suas realizações. Todos estes profissionais se distinguem pela criatividade e ousadia, cômicos da enorme responsabilidade de procurar e produzir petróleo no território nacional, independente das adversidades a superar.

Agradecimentos

Pretensioso, por certo, foi oferecer uma narrativa sobre “O Brasil, o Petróleo e a Geologia”. Isto constituiu uma tarefa árdua, com seu risco amplificado pelo fato de trazer o relato aos dias atuais, onde estão vivas nossas lembranças sobre o ocorrido no Brasil, com indissociáveis vieses ideológicos e idiossincráticos que, não raro, turvam-nos as vistas. Para mitigar este risco, nada como ter como conselheiros e revisores, pessoas com visões de mundo distintas, embora tendo em comum uma grande parte da vida dedicada à Petrobras. Portanto, todos, de alguma forma, são personagens desta história. Resta agradecer calorosamente as contribuições da Geóloga Ana Patricia Laier e dos Geólogos Guilherme de Oliveira Estrella, Marco Antônio Pinheiro Machado, Orildo Lima e Silva e Roberto Breves Vianna, sem os quais não seria possível a produção deste texto.

Agradecimentos são devidos também a aluna de do Curso de Graduação em Geografia do IGCE/UNESP Rebeca Meyer Isler que se dispôs a ajudar na tarefa de confeccionar as figuras mais difíceis.

Por fim, um agradecimento especial ao Geólogo Fábio Augusto G. V. Reis, Presidente da Febrageo, pela corajosa decisão de elaborar este livro e pelo convite aos autores responsáveis por este capítulo sobre petróleo. Resta, com alegria, reconhecer o excelente trabalho que vem realizando em prol da divulgação da Geologia e seus profissionais junto à sociedade.

REFERÊNCIAS

- AEPET ASSOCIAÇÃO DOS ENGENHEIROS DA PETROBRAS. *Geólogo que avaliou Carcará diz que área foi vendida a preço de banana*. 17 abr. 2017. Disponível em: <https://www.brasil247.com/pt/247/economia/290848/Ge%C3%B3logo-que-avaliou-Carcar%C3%A1-diz-que-%C3%A1rea-foi-vendida-a-pre%C3%A7o-de-banana.htm>. Acesso em: 10 mar. 2019.
- ALONSO, P. S. R. *Resultados do PROMINP. 10º Encontro Nacional - Rio de Janeiro*. 18 de dez. 2013. Disponível em: http://www.prominp.com.br/prominp/pt_br/conteudo/sobre-o-prominp.htm. Acesso em: 3 abr. 2019.
- ALVARENGA, D. *Mudança no pré-sal abre espaço para avanço estrangeiro na exploração*. 10 nov. 2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/economia/noticia/2016/11/mudanca-no-pre-sal-abre-espaco-para-avanco-estrangeiro-na-exploracao.html>. Acesso em: 20 fev. 2019.
- ANP AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. SDP SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO. Autorização de Investimentos em PD&I. *Boletim Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação*. n. 44, 2017a. Disponível em: http://www.ctc.puc-rio.br/wp-content/uploads/2018/06/Boletim_ANP_Petroleo_e_PD_edicao44_4trimestre2017.pdf. Acesso em: 07 fev. 2019.
- ANP AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. *ANP divulga volumes esperados para o excedente da cessão onerosa*. 3 nov. 2017b. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/noticias/4132-anp-divulga-volumes-esperados-para-o-excedente-da-cessao-onerosa>. Acesso em 10 mar. 2019.
- ANP AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. SDP SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO. SIGEP SISTEMA DE INFORMAÇÕES GERENCIAIS DE EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO. Lula 2018. Plano de Desenvolvimento Aprovado Reunião de Diretoria nº 0914 de 10/01/2018 - Resolução nº 007/2018a. Disponível em: http://www.anp.gov.br/images/EXPLORACAO_E_PRODUCAO_DE_OLEO_E_GAS/Gestao_Contratos/Fase_Producao/Planos_Desenvolvimento/sumario_lula.pdf. Acesso em: 05 abr. 2019.
- ANP AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. *Concessão de Blocos Exploratórios*. 2018b. Disponível em: <http://rodadas.anp.gov.br/pt/concessao-de-blocos-exploratorios-1>. Acesso em: 16 fev. 2019.
- ANP AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. *Acumulações Marginais*. 2018c. Disponível em: <http://rodadas.anp.gov.br/pt/acumulacoes-marginais>. Acesso em: 05 mar. 2019.
- ANP AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. *A retomada da Indústria do Petróleo e Gás no Brasil*. 22 ago. 2018d. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/palestra/4694-49-congresso-brasileiro-geologia>. Acesso em: 05 abr. 2019.
- ANP AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. SDP SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO. SIGEP SISTEMA DE INFORMAÇÕES GERENCIAIS DE EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO. Ranking dos 20 maiores campos de petróleo. *Boletim da Produção de Petróleo e Gás Natural – Circulação Externa*. n. 99, nov. 2018e. Disponível em: http://www.anp.gov.br/images/publicacoes/boletins-anp/Boletim_Mensal-Producao_Petroleo_Gas_Natural/boletim-novembro-2018.pdf. Acesso em: 05 mar. 2019.
- ANP AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. *Produção do pré-sal cresce 3,3% em julho e corresponde a 55,1% do total do Brasil*. 2019. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/noticias/anp-e-p/4721-producao-do-pre-sal-cresce-3-3-em-julho-e-corresponde-a-55-1-do-total-do-brasil>). Acesso em: 25 fev. 2019.
- APIMEC ASSOCIAÇÃO DOS ANALISTAS E PROFISSIONAIS DE INVESTIMENTO DO MERCADO DE CAPITAIS. *Petróleo e Gás*. Seminário. 24 ago. 2017. Disponível em: <http://www.apimec.com.br/eventos/seminarios/realizados/2017/08/PETROLEO-E-GAS/apresentacao/Petrorio.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2018.
- ASMUS, H. E.; PONTE, F. C. The Brazilian marginal basins. In: NAIRN, A. E. M.; STEHLI, F. G. (ed.) *The ocean basins and margins*. New York: Plenum. 1973, p. 87 - 133.
- AZEVEDO, R. L. M. de; TERRA, G. J. S. A busca do petróleo, o papel da Petrobras e o ensino da Geologia no Brasil. *B. Geoci. Petrobras*, Rio de Janeiro, v. 16, n. 2, p. 373 – 420, maio/nov. 2008. Disponível em: <http://portalclubedeengenharia.org.br/arquivo/1363637062.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2019.
- BASTOS, T. *Empresa de gás natural celebra início de operação de novos campos no Maranhão*. 03 mar. 2016. Disponível em: <https://imirante.com/oestadoma/noticias/2016/03/03/empresa-de-gas-natural-celebra-inicio-de-operacao-de-novos-campos-no-maranhao/>. Acesso em: 10 fev. 2019.
- BP BRITISH PETROLEUM. *Energy Outlook 2018*. 20 fev. 2018a. Disponível em: <https://www.bp.com/en/global/corporate/news-and-insights/press-releases/energy-outlook-2018.html>. Acesso em: 25 fev. 2019.
- BP BRITISH PETROLEUM. *Energy Outlook 2018*. 20 fev. 2018b. Disponível em: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook/global-backdrop.html>. Acesso em: 05 abr. 2019.
- BP BRITISH PETROLEUM. *Statistical Review of World Energy: June 2018*. Disponível em: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2019.

- BRASIL. Lei nº 12.351, de 22 de dezembro de 2010. Dispõe sobre a exploração e a produção de petróleo, de gás natural e de outros hidrocarbonetos fluidos, sob o regime de partilha de produção, em áreas do pré-sal e em áreas estratégicas; cria o Fundo Social - FS e dispõe sobre sua estrutura e fontes de recursos; altera dispositivos da Lei no 9.478, de 6 de agosto de 1997; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República. 2010a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12351.htm. Acesso em: 1 fev. 2019.
- BRASIL. Lei nº 12.276, de 30 de junho de 2010. Autoriza a União a ceder onerosamente à Petróleo Brasileiro S.A. - PETROBRAS o exercício das atividades de pesquisa e lavra de petróleo, de gás natural e de outros hidrocarbonetos fluidos de que trata o inciso I do art. 177 da Constituição Federal, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República. 2010b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12276.htm. Acesso em: 1 fev. 2019.
- BRASIL. Lei nº 12.304, de 02 de agosto de 2010. Autoriza o Poder Executivo a criar a empresa pública denominada Empresa Brasileira de Administração de Petróleo e Gás Natural S.A. - Pré-Sal Petróleo S.A. (PPSA) e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República. 2010c. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12304.htm. Acesso em: 1 fev. 2019.
- BRASIL. Resolução nº 6, de 08 de novembro de 2007. Estabelece diretrizes específicas para a realização da 9ª Rodada de Licitações de blocos exploratórios da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis -ANP, e dá outras providências. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia. 2007. Disponível em: http://www.mme.gov.br/documents/10584/1139151/RES_6_2007_CNPE.pdf/27a2b403-7515-4862-9e5f-50d6434c14a5. Acesso em: 3 fev. 2019.
- BRASIL, MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Plano Decenal de Expansão de Energia 2020*. Brasília: MME/EPE, 2011. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-51/topico-88/Relat%C3%B3rio%20Final%20do%20PDE%202020.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2019.
- CÂMARA NOTÍCIAS. *Câmara aprova permissão para Petrobras negociar áreas do pré-sal*. 04 jul. 2018. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/camaranoticias/noticias/ECONOMIA/559944-CAMARA-APROVA-PERMISSAO-PARA-PETROBRAS-NEGOCIAR-AREAS-DO-PRE-SAL.html>. Acesso em 17 mar. 2019.
- CAMPOS NETO, C. A. de S.; POMPERMAYER, F. M. *Ressurgimento da Indústria Naval no Brasil (2000-2013)*. Brasília: IPEA, 2014. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/livro_ressurg_da_ind_naval.pdf. Acesso em: 10 fev. 2019.
- CAMPOS NETO, O. P. A.; SOUZA LIMA, W. Bacia de Sergipe-Alagoas. *Boletim de Geociências da Petrobras*, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 405-415, maio/nov. 2007.
- CNPE CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA. Resolução nº 1, de 24 de junho de 2014. Aprovar a contratação direta da Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobras para produção de petróleo, gás natural e hidrocarbonetos fluidos em áreas do pré-sal, no regime de partilha de produção, e dá outras providências. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia. 2014. Disponível em: http://www.mme.gov.br/documents/10584/1250812/Resolucao_CNPE_1_2014.pdf/2f07964a-2592-4eba-a062-c87a24d2d6bd. Acesso em: 10 mar. 2019.
- CNPE CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA. Resolução nº 12, de 11 de setembro de 2018. Recomendar ao Ministério de Minas e Energia o envio prévio, para análise do Tribunal de Contas da União, das minutas do Edital e do Contrato da Rodada de Licitações sob o regime de partilha de produção para os volumes excedentes aos contratados sob regime de Cessão Onerosa, bem como da minuta de Aditivo ao referido Contrato. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia. 2014. Disponível em: http://www.mme.gov.br/documents/10584/71068545/Resolucao_12_CNPE_11_09_18.pdf/7ce55666-3f46-4904-b1b2-714853b56f22. Acesso em: 15 mar. 2019.
- COUTINHO, F. *Seminário: o mito da Petrobras quebrada, política de preços e suas consequências para o Brasil*. 10 jun. 2018a. Disponível em: <https://www.cartamaior.com.br/?/Editorial/Soberania-Nacional/Seminario-o-mito-da-Petrobras-quebrada-politica-de-precos-e-suas-consequencias-para-o-Brasil/46/40546>. Acesso em: 02 mar. 2019.
- COUTINHO, F. *Petrobrás: o mito de uma empresa quebrada*. 06 jun. 2018b. Disponível em: <http://www.aepet.org.br/w3/index.php/conteudo-geral/item/1806-petrobras-o-mito-de-uma-empresa-quebrada%20e>. Acesso em: 02 mar. 2019.
- ESTRELLA, G. de O. *Petróleo não é mercado, é futuro*. 2016. Disponível em: <http://portalclubedeengenharia.org.br/2016/08/02/estrella-petroleo-nao-e-mercado-e-futuro/>. Acesso em: 02 mar. 2019.
- ESTRELLA, G. O.; MELLO, M. R.; AZEVEDO, R. L. M.; GAGLIANONE, P. C.; TSUBONE, K.; ROSSETTI, E.; CONCHA, J.; BRÜNING, I. M. R. A. The Espírito Santos basin (Brazil) source rock characterization and petroleum habitat. In: DEMAISON, G.; MURRIS, R. J. (Org.). *Petroleum geochemistry and basin evolution*. Tulsa: American Association of Petroleum Geologist, 1984, v. 35, p. 253-272.
- FUNDAÇÃO ULYSSES GUIMARÃES. *Uma ponte para o futuro*. 2015. Disponível em: <https://www.fundacaoulysses.org.br/wp-content/uploads/2016/11/UMA-PONTE-PARA-O-FUTURO.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2019.
- GANDRA, A. Pesquisadores dizem que pré-sal pode ter ao menos 176 bilhões de barris de óleo. 11 ago. 2015. Disponível em: <http://www.etc.com.br/noticias/economia/2015/08/pesquisadores-dizem-que-pre-sal-pode-ter-ao-menos-176-bilhoes-de-barris-de>. Acesso em: 6 fev. 2019.
- IMIRANTE. *Confirmada reserva de gás natural em Capinzal do Norte*. 12 ago. 2010. Disponível em: <https://imirante.com/maranhao/noticias/2010/08/12/confirmada-reserva-de-gas-natural-em-capinzal-do-norte.shtml>. Acesso em: 08 fev. 2019.
- MACEDO, M. M. B. *Análise das Rodadas de Licitação até 2013 e perspectivas para a exploração de petróleo no horizonte 2020. 10º Encontro Nacional - Rio de Janeiro*. 18 de dez. 2013. Disponível em: http://www.prominp.com.br/prominp/pt_br/conteudo/sobre-o-prominp.htm. Acesso em: 3 abr. 2019.
- MELLIS, F. *Exportações brasileiras de petróleo batem recorde em 2018*. 22 jan. 2019. Disponível em: <https://noticias.r7.com/economia/exportacoes-brasileiras-de-petroleo-batem-recorde-em-2018-22012019>. Acesso em: 14 mar. 2019.
- O PETRÓLEO. *Mudança de regras trouxe Exxon de volta ao Brasil*. 18 set. 2018. Disponível em: <https://www.opetroleo.com.br/mudanca-de-regras-trouxe-exxon-de-volta-ao-brasil/>. Acesso em: 05 mar. 2019.
- OGX PETRÓLEO E GÁS PARTICIPAÇÕES S.A. *Suspensão do Desenvolvimento dos Campos de Tubarão Tigre, Tubarão Gato e Tubarão Areia e Adequação do Afretamento de Unidades de Produção*. 01 jul. 2013. Disponível em: <http://siteempresas.bovespa.com.br/consbov/ArquivosExibe.asp?site=&protocolo=386010>. Acesso em: 02 mar. 2019.
- OTC OFFSHORE TECHNOLOGY CONFERENCE. *OTC Distinguished Achievement Awards for Companies, Organizations, and Institutions*. 2018. Disponível em: <http://www.otcnet.org/otc-distinguished-achievement-awards-for-companies-organizations-and-institutions>. Acesso em: 05 mar. 2019.
- PETROBRAS. *Relacionamento com Investidores. Investimentos*. 2019? Disponível em: <http://www.investidorpetrobras.com.br/pt/destaques-operacionais/investimento>. Acesso em: 05 abr. 2019.
- PETROBRAS. *Ajustes no Plano de Negócios e Gestão 2015-2019*. 2016. Disponível em: <http://www.petrobras.com.br/fatos-e-dados/ajustes-no-plano-de-negocios-e-gestao-2015-2019-1>.

htm. Acesso em: 08 jan. 2019.

PETROBRAS. *Concluímos poço na Bacia de Sergipe e batemos recorde de profundidade de água na costa brasileira*. 29 abr. 2015. 2015b. Disponível em: <http://www.petrobras.com.br/fatos-e-dados/concluiamos-poco-na-bacia-de-sergipe-e-batemos-recorde-de-profundidade-de-agua-na-costa-brasileira.htm>. Acesso em: 12 fev. 2019.

PETROBRAS. *Descoberta nova acumulação de petróleo na área de Farfan na Bacia de Sergipe*. 09 jan. 2015. 2015a. Disponível em: <http://www.petrobras.com.br/fatos-e-dados/descoberta-nova-acumulacao-de-petroleo-na-area-de-farfan-na-bacia-de-sergipe.htm>. Acesso em: 12 fev. 2019.

PINHEIRO MACHADO, M. A. *Pré-Sal – a saga*. A história de uma das maiores descobertas mundiais de petróleo. 2018.

PPSA PRÉ-SAL PETRÓLEO. *Plano Estratégico*. 2018a. Disponível em: <http://www.presalpetroleo.gov.br/ppsa/direcionamento-estrategico/plano-estrategico>. Acesso em: 05 abr. 2019.

PPSA PRÉ-SAL PETRÓLEO. *Contratos de Partilha*. 2018b. Disponível em: <http://www.presalpetroleo.gov.br/ppsa/contratos-de-partilha-e-unitizacao/contratos-de-partilha>. Acesso em: 05 mar. 2019.

PROMINP PROGRAMA DE MOBILIZAÇÃO DA INDÚSTRIA NACIONAL DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL. *Sobre o Prominp*. 2013. Disponível em: http://www.prominp.com.br/prominp/pt_br/conteudo/sobre-o-prominp.htm. Acesso em: 5 fev. 2019.

RAMALHO, A.; POLITO, R.; MARCHESINI, L. *Petrobras: justiça libera venda de Carcará à Statoil*. 11 out. 2017. Disponível em: <https://www.valor.com.br/empresas/5153036/petrobras-justica-libera-venda-de-carcara-statoil>. Acesso em: 10 mar. 2019.

SINAVAL. *Indústria naval brasileira vive grave crise à espera de encomendas com queda de 64 % nos empregos desde 2014*. 03 jul. 2018. Disponível em: <http://sinaval.org.br/2018/07/industria-naval-brasileira-vive-grave-crise-a-espera-de-encomendas-com-queda-de-64-nos-empregos-desde-2014/>. Acesso em: 08 fev. 2019.

UNICAMP UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA. *Nossa História*. 2018. Disponível em: <https://www.fem.unicamp.br/index.php/pt-br/nossa-historia-dep>. Acesso em: 05 mar. 2019.

US ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. *Petróleo bruto Brent Preço Diário*: Crude Oil (petroleum); Dated Brent, US\$ per barrel. 2019. Disponível em: <https://www.indexmundi.com/pt/pre%C3%A7os-de-mercado/?mercadoria=petr%C3%B3leo-bruto-brent&meses=360>. Acesso em: 20 fev. 2019.

WIKILEAKS. *Can the oil industry beat back the pre-salt law?* 2009. Disponível em: https://wikileaks.org/plusd/cables/09RIODEJANEIRO369_a.html. Acesso em: 14 fev. 2019.

Capítulo 3

O SETOR MINERAL E A FUNÇÃO DA GEOLOGIA NO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Elmer Prata Salomão
Antonio Tadeu Corrêa Veiga
Gláucia Cuchierato
Claudio Scliar
Rosangela Viana Vieira
Jorge Luiz Padilha
Sheila Klener Jorge de Sousa
Suzi Huff Theodoro

O capítulo apresenta a importância do setor mineral para a sociedade moderna, como base no fornecimento de insumos para toda a cadeia produtiva industrial. Discute a situação econômica, social, ambiental e legal, com foco para os últimos 30 anos no Brasil, mostrando as várias mudanças no marco legal brasileiro, que culminaram em uma paralisação no setor, com reflexões para os profissionais da Geologia e Engenharia. Examina questões ligadas aos principais minérios produzidos no país e aborda a função e a grandeza da mineração em pequena escala, demonstrando os vários gargalos existentes para o efetivo desenvolvimento das atividades minerárias no Brasil. São apresentados aspectos técnicos sobre a exploração mineral, os padrões internacionais de declaração de resultados de exploração, recursos e reservas, e o fechamento de minas. São discutidos, de forma sintética, os casos da descoberta da Província de Carajás, dos equívocos da Reserva Nacional do Cobre e Associados (RENCA) e da formulação do marco legal sobre rochagem no país. A mineração no século 21 apresenta novos desafios, que os profissionais do setor precisam conhecer, com o objetivo de encontrar soluções que levem a um efetivo desenvolvimento sustentável.

SUMÁRIO

3.1 APRESENTAÇÃO

3.2 COMPREENDENDO O BRASIL MINERAL NO MUNDO

3.2.1 Preparando o caminho para o ano 2000

3.2.2 Inaugurando o século 21

3.2.3 O boom das commodities e os seus efeitos no Brasil – 2002 a 2011

3.2.4 Depois de 2011, a sucessão de crises

3.2.5 Novos ares a partir de 2017

3.3 O UNIVERSO DA MINERAÇÃO BRASILEIRA

3.4 GRANDEZA E IMPORTÂNCIA DA MINERAÇÃO EM PEQUENA ESCALA

3.4.1 Direitos minerários no Brasil e a MPE

3.4.2 Valor e volume da produção mineral da MPE

3.4.3 Renda e emprego na cadeia produtiva da MPE

3.5 EXPLORAÇÃO MINERAL

3.6 PADRÕES INTERNACIONAIS DE DECLARAÇÃO DE RESULTADOS DE EXPLORAÇÃO, RECURSOS E RESERVAS MINERAIS

3.6.1 Certificação Profissional

3.7 LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE ATIVIDADES MINERÁRIAS

3.8 FECHAMENTO DE MINA NO BRASIL

3.8.1 O Exemplo do Fechamento da Mina Cana Brava, em Minaçu, Goiás

3.9 SUCESSOS E EQUÍVOCOS NA MINERAÇÃO: OS CASOS DE CARAJÁS, A TÉCNICA DA ROCHAGEM E A RENCA

3.9.1 A descoberta da Província Mineral de Carajás

3.1 APRESENTAÇÃO

A mineração é responsável pela melhoria da qualidade de vida, desenvolvimento e geração de conforto da sociedade, ao longo de todos os séculos de sua evolução. Os produtos minerais formam a base de consumo da sociedade moderna e são os insumos básicos para todas as cadeias produtivas industriais (CUCHIERATO; DEBIAZZI NETO, 2017). Em geral, as pessoas não detêm a real percepção da importância e frequência do uso de minerais em suas vidas, atendendo às necessidades básicas do ser humano, como alimentação, vestuário e moradia e demais demandas por produtos farmacêuticos, tecnologia, dentre outros.

Estudo realizado nos USA indicou que cada bebê norte-americano consome, ao longo de sua vida, cerca de 1,37 milhões de toneladas em minérios, produtos minerais, metais e combustível (Figura 3.1), distribuídos em argilas, agregados (areia e brita), cimento, carvão, bauxita, zinco, cobre, chumbo, ouro, ferro, rochas fosfáticas, sal, petróleo, gás natural e diversas outras substâncias (MEC, 2018).



Figura 3.1 – Consumo médio de minerais, metais e combustíveis por pessoa (norte-americana), ao longo da vida.

Fonte: MEC (2018)

Ao mesmo tempo em que os países necessitam, cada vez mais, de recursos minerais, para promover seu desenvolvimento socioeconômico, torna-se também mais importante o adequado planejamento do consumo da sociedade, para evitar seu esgotamento. Práticas de reciclagem, reutilização e minimização da geração de resíduos, substituição de minerais e seus produtos, pelo uso de alternativas tecnológicas dentro da economia circular, estão sendo reavaliadas em todo o mundo para otimizar a apropriação das matérias-primas minerais de forma sistêmica e integrada, aderindo aos conceitos de sustentabilidade, vigentes desde a Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, proclamada em Estocolmo em 1972, pelo princípio 5:

Os recursos não renováveis da terra devem empregar-se de forma que se evite o perigo de seu futuro esgotamento e se assegure que toda a humanidade compartilhe dos benefícios de sua utilização (ONU, 1972).

Em 2017, foram elaboradas as diretrizes de conciliação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas, especificamente para a mineração (PNUD, 2018), em um documento que avalia a relação entre a mineração e os 17 ODS's, com descrição de exemplos de boas práticas no setor mineral que, se forem adequadamente replicados ou escalados, contribuirão para alcançar os objetivos de toda a indústria.

Em escala nacional e regional, existe um esforço de aplicar os fundamentos dos ODS's do setor mineral aos instrumentos de ordenamento territorial e urbano no Brasil, principalmente nos Planos Diretores Municipais, Planos de Desenvolvimento Urbano Integrados e Zoneamentos Ecológico-Econômicos.

Em complemento, os diferentes acidentes históricos nas atividades de mineração, especialmente os mais recentes desastres sociais, econômicos e ambientais ocasionados pelo rompimento de barragens de rejeito no Brasil, em 2015 e 2019, nos municípios de Mariana

e Brumadinho (MG), respectivamente, demonstram a necessidade fundamental de integrar, realmente, os princípios e práticas do desenvolvimento sustentável às atividades minerárias em todos os níveis e escalas, para que as benesses do curto e médio prazo, não se tornem enormes passivos no longo prazo.

3.2 COMPREENDENDO O BRASIL MINERAL NO MUNDO

Por: Elmer Prata Salomão e Antonio Tadeu Corrêa Veiga

O século 21 assistiu a um dos mais espetaculares crescimentos econômicos da indústria mineral mundial de todos os tempos. De 2005 a 2012, os preços e a produção mineral registraram um *boom* sem precedentes, arrastado pelo crescimento chinês que demandou quantidades inéditas de bens minerais.

O Brasil usufruiu da demanda superaquecida, em especial para o minério de ferro, mas poderia ter obtido ainda mais proveito se tivesse tomado medidas de aceleração da produção mineral. Foi o caso da Austrália, que, neste período, acelerou a entrada de produção de novas minas, colocando-as ativas ainda durante a janela virtuosa da demanda e preços. Já, os governos brasileiros de então decidiram reformular a legislação e a governança da área mineral, visando capturar eventuais lucros extraordinários das empresas produtoras.

A insegurança jurídica criada resultou em anos de paralisia na exploração mineral e na implantação de novas minas. Exemplificando: em 2002, o Brasil produzia mais de 200 milhões de toneladas (Mt) de minério de ferro, mais que a Austrália, concorrente direta. Em 2008, o Brasil foi ultrapassado. Em 2014, produziu 400 Mt, enquanto a Austrália já produzia 660 Mt (**Figura 3.2**).

O chamado Projeto S11D da Vale, sua nova mina em Carajás, amargou longos seis anos para obter a licença ambiental e, finalmente, inaugurar a maior e mais moderna produção de minério de ferro do mundo, no final de 2016, fora do ciclo virtuoso dos preços internacionais.

No plano mundial, o Brasil ocupa a nona posição no *ranking* dos países produtores de bens minerais (**Quadro 3.1**). Embora relevante, tal produção escora-se no minério de ferro, que representa perto de 2/3 do valor da produção mineral brasileira. Tal desequilíbrio é acentuado pela maciça importação de insumos para a agroindústria, carro chefe da economia nacional, que, além de depender do subsolo alheio para crescer, sofre com a constante volatilidade cambial.

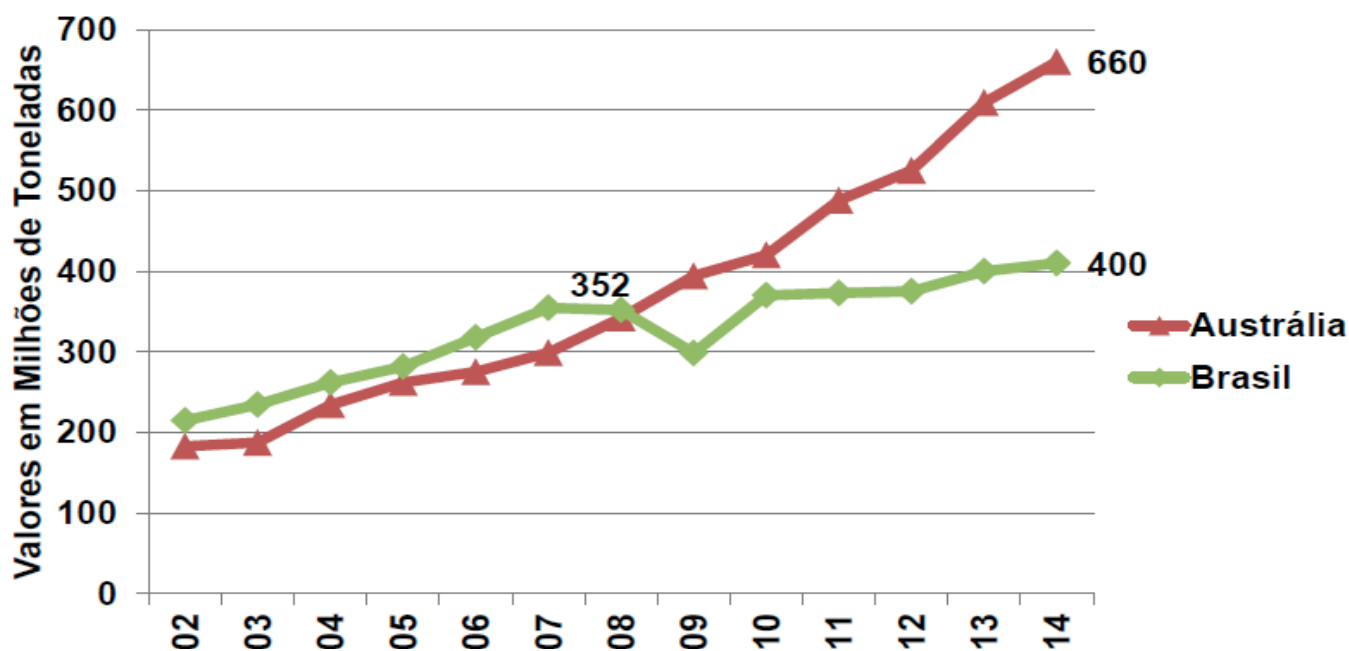


Figura 3.2 – Evolução recente da produção de minério de ferro no Brasil e na Austrália.

Fonte: IBRAM (2015)

Quadro 3.1 – Ranking dos maiores produtores de bens minerais em 2018 (metálicos + carvão).

PAÍS	CLASSIFICAÇÃO	VALOR DA PRODUÇÃO (BILHÕES DE US\$)
CHINA	1º	626,3
AUSTRÁLIA	2º	123,0
RÚSSIA	3º	91,5
USA	4º	89,7
ÍNDIA	5º	77,0
ÁFRICA DO SUL	6º	48,9
INDONÉSIA	7º	47,5
CANADÁ	8º	39,4
BRASIL	9º	36,6
CHILE	10º	33,5

Fonte: ICMM (2018)

Ao ciclo virtuoso das *commodities* minerais sucedeu-se uma profunda crise, com os preços voltando a patamares históricos e o Brasil entrando na mais duradoura recessão econômica da história. Conjugado com a insegurança causada por propostas de intervenções na lei mineral, o período foi crítico para a indústria mineral brasileira. Houve um verdadeiro “apagão” na exploração mineral e poucas novas minas surgiram no período.

O jejum de novas minas foi quebrado com a inauguração, pela Vale, do Complexo S11D Eliezer Batista, em dezembro de 2016. Porém, somente em 2018, ocorreu certa pacificação na política mineral brasileira e os preços das *commodities* minerais deram sinais de estabilidade.

Na esteira da prolongada crise desarticulou-se toda a rede de serviços de apoio à prospecção e implantação de minas. Empresas de engenharia e projetos, consultorias e laboratórios reduziram quadros especializados e muitas fecharam as portas. Este é um ponto crítico: a melhora do cenário econômico provoca imediata demanda por contratos, mas a reabilitação destas empresas pode ser lenta e não acompanhar as necessidades do mercado.

Exploração mineral e serviços são dois dos principais campos de trabalho para geólogos, especialmente os mais jovens, que devem iniciar sua carreira no campo. Não é necessário enfatizar que a crise causou grande desemprego para os geólogos, assim como para os demais profissionais ligados à atividade mineral.

O século 21 chegou na sequência de um período de grandes transformações na economia e geopolítica mundiais: a dissolução da União Soviética (1991); a queda do muro de Berlim (1989-1991); a assinatura do Tratado de Maastricht (1991); as crises cambiais do México (1994-1995), da Ásia (1997-1998), da Rússia (1998), do Brasil (1999) e da Turquia (2000).

A última década do século 20 foi também o tempo de intensa globalização da economia mundial, com a ascensão da China a uma posição de decisivo *player* econômico internacional, deixando de ser apenas a “oficina do mundo”. Todos estes fatores trouxeram grande instabilidade às finanças mundiais e repercutiram fortemente no Brasil e no mundo, especialmente no setor mineral.

3.2.1 Preparando o caminho para o ano 2000

No Brasil, o Plano Real, programa de estabilização econômica concebido em 1993, no governo Itamar Franco, promoveu o fim da inflação elevada. A bem-sucedida estabilização da moeda encerrou uma era de hiperinflação que já durava, aproximadamente, 30 anos e criou condições para que capitais especulativos retornassem à produção.

A Constituição promulgada em 1988 havia restringido a participação de capitais estrangeiros na mineração (artigo 176), sem que capitais nacionais tivessem suprido a lacuna, especialmente na pesquisa mineral. A restrição foi removida do texto constitucional em 1995, encerrando um ciclo de sete anos, praticamente sem geração de novas jazidas ou abertura de novas minas. No período 1990-1994, a indústria extrativa mineral cresceu cerca de 2%, o pior crescimento da década.

Seguiu-se um curto interregno de poucos anos, onde a mineração experimentou grande euforia, com o retorno do capital estrangeiro e a destacada presença das chamadas *Junior Companies* – pequenas e ágeis empresas, geralmente dirigidas por técnicos, que levantavam recursos no mercado financeiro canadense para procurar depósitos minerais ao redor do mundo.

Em 1997, ano de privatização da Cia. Vale do Rio Doce (Vale), 42 empresas canadenses investiram no Brasil pelo menos US\$ 100 milhões. Isso fez renascer a atividade exploratória no país, que estava em colapso desde a última metade da década de 1980 e, a partir do final de 1995, ensaiava tímida recuperação, quando a revisão constitucional reabilitou os capitais estrangeiros a oxigenarem o setor.

Neste mesmo ano de 1997, porém, ocorreu o famoso escândalo da Bre-X no Canadá, cujo mercado de capitais financiava mais de 60% da pesquisa mineral no mundo. A fraude da empresa que “salgou” amostras para produzir uma fantástica jazida *fake* de mais de 70 milhões de onças de ouro na Indonésia, produziu um prejuízo da ordem de 1 bilhão de dólares no mercado e colocou sob suspeita a veracidade dos dados fornecidos pelas empresas aos seus acionistas.

Todo o sistema mundial de financiamentos de risco entrou em recesso. Os capitais migraram para a tecnologia e outros ativos, deixando à míngua a exploração mineral. Em pouco tempo, quase todas as *Juniors* desapareceram ou hibernaram. Para complementar o quadro negativo, surgiram novos fatores que terminaram por estender para muito longe os eventuais horizontes de recuperação: a espetacular queda no preço do ouro – carro-chefe da exploração mineral por anos a fio – e a profunda crise financeira internacional, que provocou o grande *debacle* asiático e russo, com desdobramentos nas crises econômicas do México, do Brasil e da Turquia.

O conjunto patrimonial das empresas de mineração em todo o mundo sofreu uma brutal redução. Os ativos destas companhias, representados pelo valor de suas ações em negociação nas bolsas, perderam cerca de 50% do que valiam. Tradicionais mineradoras, como a *Pegasus Gold* e outras, simplesmente fecharam as portas. Em 1999, a indústria mineral mundial passava a valer a metade do que valia dois anos antes.

A primeira e grave consequência foi a interrupção dos fluxos de investimentos em pesquisa mineral, tanto no Brasil como no mundo. Diante da crise, as empresas produtoras de bens minerais suspenderam investimentos e reduziram custos, atingindo frontalmente os orçamentos para pesquisa. Já, as empresas de exploração viram-se impossibilitadas de financiar-se no mercado de capitais, pois, em muitos casos, o valor de suas ações era tão baixo que, ainda que vendessem todas as ações disponíveis da empresa, não conseguiriam os recursos necessários para manter os projetos ativos.

Por outro lado, a fraude da Bre-X foi responsável pelo advento e consolidação de condutas internacionais para a declaração de recursos e reservas minerais em transação nas bolsas de valores. Visando prevenir outras situações semelhantes e resguardar os acionistas, surgiram novos protocolos para reportar recursos e reservas, como o *Código JORC* da Australásia e o *National Instrument 43-101* do Canadá, que, até os dias de hoje, são determinantes para a conexão entre os investidores de risco, bancos e as empresas de exploração e produção mineral.

Surgiram, então, os *Qualified Persons (QP)*, profissionais com experiência atestada por instituições idôneas e que respondem, civil e criminalmente, pelas informações técnicas que assinam. A captação de recursos nas bolsas internacionais tornou-se mais cara, mais seletiva, porém, muito mais confiável. Todos estes fatos influenciaram, decisivamente, os rumos econômicos e políticos do setor mineral brasileiro na virada do milênio.

3.2.2 Inaugurando o século 21

A produção mineral brasileira, no ano 2000, valia 7,1 bilhões de dólares, equivalente a 13 bilhões de reais, à época (DNPM, 2001). Em 2005, início da escalada mundial dos preços dos minerais, a produção alcançava 12,9 bilhões de dólares (ou 31,5 bilhões de reais), um incremento, em dólares, de 82% sobre a produção de 2000. O minério de ferro representava 49% da produção mineral. Os Estados Unidos eram o destino de 56% das exportações brasileiras de minerais (DNPM, 2006).

No entanto, já era possível vislumbrar o crescimento chinês e a consolidação dos canais comerciais entre os dois países. De um comércio inexpressivo no passado, no início da década, a China tornou-se o quarto destino das exportações brasileiras. Em 2002, saltou para a terceira posição, apenas atrás dos EUA e da Argentina. Em 2008, a China ultrapassou a Argentina e, no ano seguinte, os Estados Unidos, tornando-se o principal parceiro comercial brasileiro desde 2009.

Em 2003, iniciou-se uma fantástica escalada dos preços internacionais das commodities em geral, especialmente as de origem mineral. Em 10 anos, os produtos minerais alcançaram preços nunca vistos até então. Mesmo com a grave crise econômica de 2008, mantiveram-se em alta após ligeiro “solução”. Em 2011, a produção mineral brasileira alcançou 53 bilhões de dólares (Figura 3.3).

Não há registro na história moderna de círculo tão virtuoso. Este importante período merece ter sua análise desdobrada, para que se possa compreender a atuação do Brasil e como este espaço comercial foi ocupado.

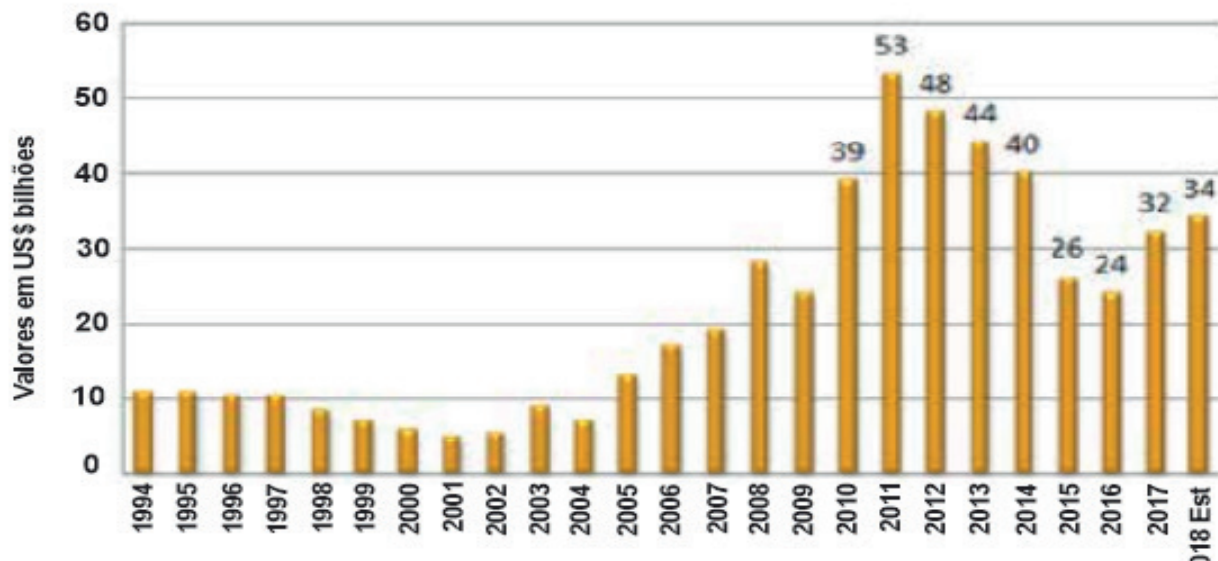


Figura 3.3 – Evolução do valor da produção mineral brasileira de 1994 a 2018.

Fonte: IBRAM (2018)

3.2.3 O boom das commodities e os seus efeitos no Brasil – 2002 a 2011

Os preços internacionais de *commodities* agrícolas e minerais aumentaram, sistematicamente, de 2002 até meados de 2011. A receita mineral cresceu quase 10 vezes nesse período, passando de 5,5 para 53,0 bilhões de dólares. O principal motor desta inédita ascensão foi o notável crescimento da economia da China, a taxas superiores a 10%. O acelerado processo de urbanização e industrialização ocorrido em território chinês traduziu-se em crescentes demandas de produtos agrícolas e minerais, com reflexos econômicos positivos em todo o mundo.

A despeito da intensificação das exportações, outros fatores trataram de desbastar a renda oriunda do nosso solo e subsolo. O dólar americano – a principal moeda de comércio mundial – sofreu, de 2002 até 2008, contínua desvalorização frente às principais moedas do mundo, inclusive o real. O movimento naturalmente favoreceu as exportações americanas, mas reduziu os ganhos dos demais países, que obtinham menos moeda local para cada dólar oriundo dos produtos exportados.

No entanto, no conjunto da economia nacional, a depreciação da moeda americana trouxe benefícios que se traduziram na contenção de preços internos. Produtos como combustíveis, passagens, remédios e outros, que têm seus preços em real atrelados aos preços internacionais, mantiveram-se comportados, apesar do significativo aumento do crédito e da renda no período, segurando pressões inflacionárias.

Da mesma forma, as importações foram favorecidas, beneficiando o parque industrial e a agricultura, fortemente dependente de fertilizantes importados. A depreciação do dólar favoreceu a montagem de novas minas e os custos de produção. Em compensação, prejudicou a pesquisa mineral, fortemente atrelada aos investimentos estrangeiros e ao resultado das empresas produtoras de minério.

Em suma, a depreciação do dólar, coincidente com o aquecimento do mercado internacional, favoreceu os Estados Unidos, grande *player* e exportador global. Terá sido mera coincidência? A grave crise de 2008 provocou um pequeno interregno no comércio e nos preços, com o mercado, um ano depois, retomando o ritmo de escalada de demanda e preços dos produtos primários.

3.2.4 Depois de 2011, a sucessão de crises

A partir de 2010, iniciou-se no país um intenso debate sobre a intenção do governo de implantar um novo Marco Regulatório para a mineração no país, cuja formulação inicial previa, entre outras modificações, uma profunda alteração na forma tradicional de acesso ao subsolo. Tratava-se de extinguir o tradicional direito de prioridade (*first come, first take*) vigente no Brasil e nos principais países mineradores do mundo, para, em seu lugar, conferir ao Estado a prerrogativa de pesquisar o território nacional e licitar à iniciativa privada as áreas para exploração mineral.

Praticamente, significava a extinção das equipes de prospecção mineral, um dos principais campos de atuação do geólogo. Nenhuma empresa poderia manter seus quadros técnicos, caso não fosse mais possível requerer áreas com prioridade, cabendo

apenas aguardar os leilões governamentais.

As discussões sobre o projeto em preparação seguiram caminhos estranhos à comunidade mineral. Sua coordenação foi deslocada do Ministério de Minas e Energia para a Casa Civil da Presidência, sendo entregue a equipes com pouco conhecimento do setor. Compreendia a revogação do Código de Mineração (Decreto Lei nº 227/67), alterações na lei da Compensação Financeira para Exploração de Recursos Minerais (CFEM) e a criação da Agência Nacional de Mineração (ANM).

Inicialmente, concebido como Medida Provisória, em junho de 2013, chegou ao Congresso Nacional sob a forma de Projeto de Lei, com tramitação em regime de urgência – logo derrubado pela Câmara dos Deputados, para que pudesse ser mais bem discutido. Constituída a Comissão Especial para analisar o PL, esta se extinguiu em 2014, juntamente com a legislatura, sem conseguir aprovar sequer o parecer do relator.

Os debates ficaram muito focados na CFEM, sob pressão de prefeitos dos municípios mineradores, o que obliterou o debate sobre a legislação. A criação da ANM, com a consequente extinção do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), era consensual, embora não contemplasse a atualização dos recursos humanos e materiais necessários ao desempenho adequado do novo órgão.

A simples proposição de uma nova legislação mineral foi suficiente para criar um ambiente de insegurança jurídica, afastando investimentos na exploração mineral e implantação de novos projetos. A **Figura 3.4** mostra a evolução dos requerimentos de pesquisa no período considerado.

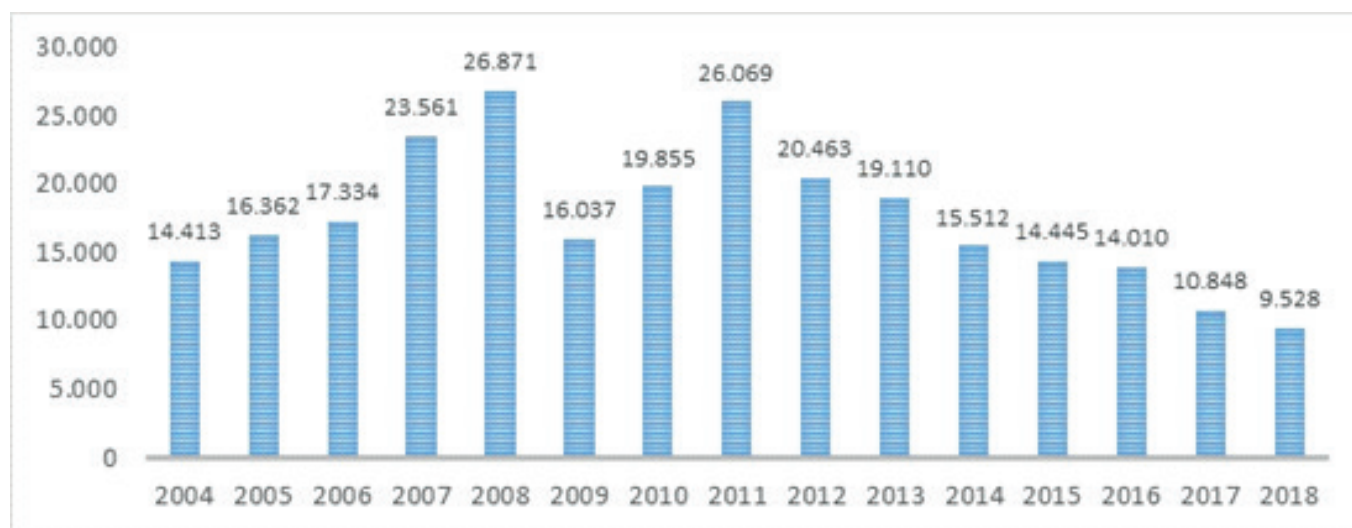


Figura 3.4 – Quantidades anuais de requerimentos de pesquisa mineral.

Fonte: ANM (2019)

Trata-se de um excelente marcador da reação dos mineradores às situações de crise. A queda do número de requerimentos, em 2009, reflete a redução de investimentos em exploração mineral, como reação à crise de 2008. Já, nos anos 2011 a 2013, com a aceleração das discussões sobre alterações do marco regulatório, a reação foi a de assegurar acesso a áreas de pesquisa ainda ao abrigo da legislação vigente, face à incerteza quanto ao futuro da atividade.

Em 2014, ocorreram eleições presidenciais e inaugurou-se uma quadra de grandes incertezas, com o país vivenciando uma profunda crise política. Culminou com o *impeachment* da presidente em 2015, junto ao avanço de uma grande operação anticorrupção (com prisões de figuras políticas e empresários importantes) e a mais profunda recessão econômica da história, persistente até 2017.

Em meados de 2015 e início de 2016, as principais agências internacionais de risco retiraram do Brasil o chamado grau de investimento, o selo de país bom pagador. Este fato tem relação direta com investimentos estrangeiros e afeta, particularmente, os investimentos de risco na exploração mineral, pois há restrições legais, na maioria dos países, para que fundos de quaisquer naturezas invistam em países sem este selo.

Mais uma vez, os requerimentos de pesquisa revelam-se bons indicadores: o seu número decresceu, significativamente, a partir de 2014, refletindo a recessão e a instabilidade política. Aos problemas domésticos somaram-se reflexos das dificuldades da indústria mineral em todo o mundo, devido à queda acentuada do preço dos minérios.

3.2.5 Novos ares a partir de 2017

Em 2017, foram encaminhadas ao Congresso Nacional três medidas provisórias:

MP no 789/2017, que alterou a Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM), transformada na Lei no 13.540/2017;

MP no 790, que visava à modernização do Código de Mineração, porém não conseguiu consenso mínimo na comissão encarregada de analisá-la e caducou sem sequer ter sido apreciada; e

MP no 791, transformada na Lei no 13.574/2017, que extinguiu o DNPM e criou a ANM.

Como dito, a criação da Agência era consensual no setor, porém nasceu sem a estrutura e os recursos necessários para atender aos desafios da mineração. Com o fim da MP no 790, restaurou-se plenamente a aplicação do Código de Mineração em vigor (Decreto Lei no 227/1967). Mesmo não sendo perfeito, é considerado pelo setor produtivo uma lei pacificada, com vasta jurisprudência e que foi modernizada em 1996, mediante processo participativo que envolveu toda a comunidade mineral.

Ainda que carente de um novo processo de atualização após quase 25 anos, entende-se que isto poderá ser feito por meio de modificações pontuais, sem ameaçar a segurança jurídica pelo risco de desfiguração de seus princípios básicos. Convém à indústria mineral um marco legal estável, tendo em vista tratar-se de atividade que opera em horizonte de décadas.

O Regulamento do Código de Mineração (Decreto no 62.934/1968) referia-se ao Decreto Lei no 227/1967, que sofreu alterações substanciais com a edição da Lei no 9.314/1996 e tornou-se obsoleto. Era missão do governo editar novo Regulamento, ainda em 1996, o que nunca ocorreu. Em vista disso, novo decreto regulamentador foi discutido em 2018, com a colaboração das instituições do setor. Em 12/06/2018, foi publicado o Decreto no 9.406, trazendo o novo Regulamento do Código de Mineração. O seu advento estabiliza a legislação mineral brasileira e encerra um longo ciclo de incerteza jurídica, abrindo a perspectiva de retomada de investimentos na exploração e na produção de bens minerais no território nacional.

3.3 O UNIVERSO DA MINERAÇÃO BRASILEIRA

Por: Elmer Prata Salomão e Antonio Tadeu Corrêa Veiga

Quinto país do mundo em extensão territorial e nono em valor da produção mineral, o Brasil ocupa posição de destaque no cenário internacional da mineração. Apesar desta relevância, a atividade é virtualmente desconhecida e politicamente pouco valorizada. Seus organismos de governança se debatem, historicamente, com falta de pessoal e de recursos, enquanto seu conceito perante a sociedade é extremamente ruim. É um enorme desafio reverter este perfil.

Como mostra a **Figura 3.5**, a produção mineral brasileira alcançou seu valor máximo em 2011, com 53 bilhões de dólares. Nos cinco anos seguintes, registrou queda persistente. Em 2016, o valor da produção mineral foi de 24 bilhões de dólares. Ocorreu uma redução de 55% em relação a 2011, apesar da depreciação do real em relação ao dólar americano, uma vez que os produtos minerais são majoritariamente exportados (com exceção dos agregados para construção civil). A desvalorização decorreu da queda dos preços internacionais no período, embora a produção mineral tenha aumentado em volume, especialmente o minério de ferro.

Os anos seguintes mostram uma reação, ainda discreta do valor da produção, em razão da continuada depreciação do real frente ao dólar americano e da reação dos preços dos produtos minerais no mercado internacional.

A **Figura 3.5** também permite acompanhar a evolução do produto mineral brasileiro em toneladas. Os dados referem-se à soma das oito principais substâncias minerais produzidas, em toneladas beneficiadas: alumínio (bauxita), cobre, estanho (cassiterita), ferro, manganês, nióbio, níquel e ouro. O ferro domina amplamente sobre os demais. A despeito das lacunas nos anos em que o DNPM deixou de publicar o Anuário Mineral Brasileiro (2011 a 2015), constata-se que, em quantidade, a produção é crescente.

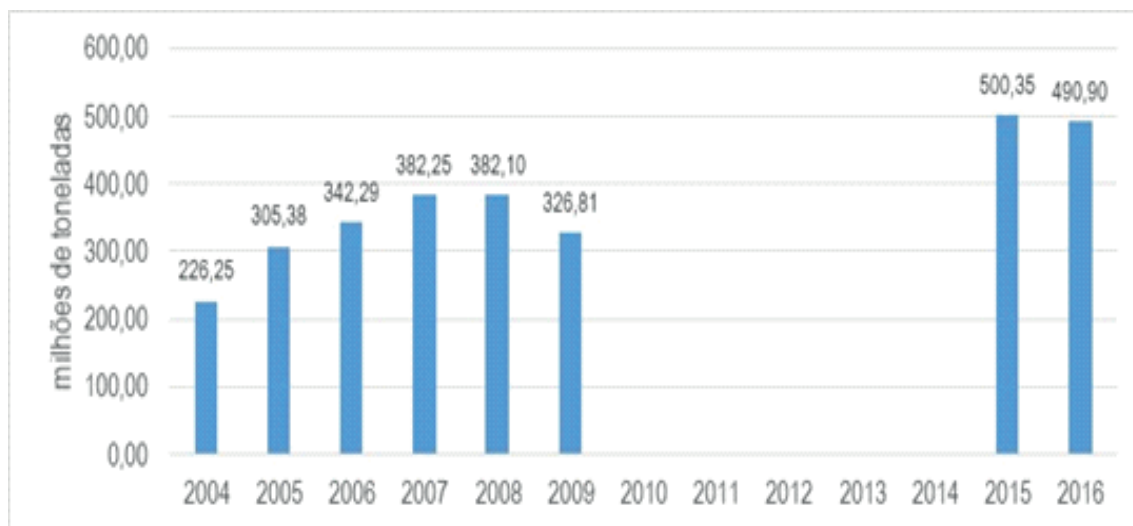


Figura 3.5 – Evolução da produção mineral brasileira em toneladas.

Fonte: ANM (2019)

A **Figura 3.6** mostra as áreas de pesquisa e lavra no Brasil, atualizadas no SIGMINE da ANM, em 01/02/2019. Sua distribuição reflete as principais feições geológicas do território. A mineração está nitidamente concentrada nos terrenos pré-cambrianos, mais férteis em metais:

- Faixa Atlântica: desde o Ceará até o Rio Grande do Sul, incluindo o Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais;
- Faixa Brasília: Goiás e Tocantins; e,
- Cráton Amazônico: Amapá, Pará (Carajás e Tapajós), norte do Mato Grosso e Rondônia.

Nas bacias sedimentares do Parnaíba, Paraná e Amazonas prevalecem minerais industriais: caulim, bauxita etc. Junto às grandes cidades, destaca-se a produção de insumos para construção.

O **Quadro 3.2** discrimina as áreas oneradas para pesquisa e produção mineral no Brasil, registradas, em 01/02/2019 no SIGMINE da ANM. Na data da consulta eram 29.002 requerimentos de pesquisa e 86.377 alvarás em vigor. Cobriam 180,2 milhões de hectares, equivalentes a 21,16% do território brasileiro (**Figura 3.7**).

Essas áreas correspondem ao espaço efetivo da pesquisa mineral, delineado com base em informações disponíveis ou previamente obtidas pelos investidores, suficientemente animadoras para suportar os custos dos requerimentos e a manutenção dos alvarás. É o campo de trabalho dos geólogos dedicados à exploração e à pesquisa mineral.

O conjunto inclui 10.163 áreas em disponibilidade. Inclui, também, 4.220 processos situados em Terras Indígenas na Amazônia (ISA, 2013), anteriores à Constituição de 1988. Embora inativos, permanecem há três décadas na base de dados do DNPM (ANM), à espera da lei regulamentadora, jamais editada pelo Congresso.

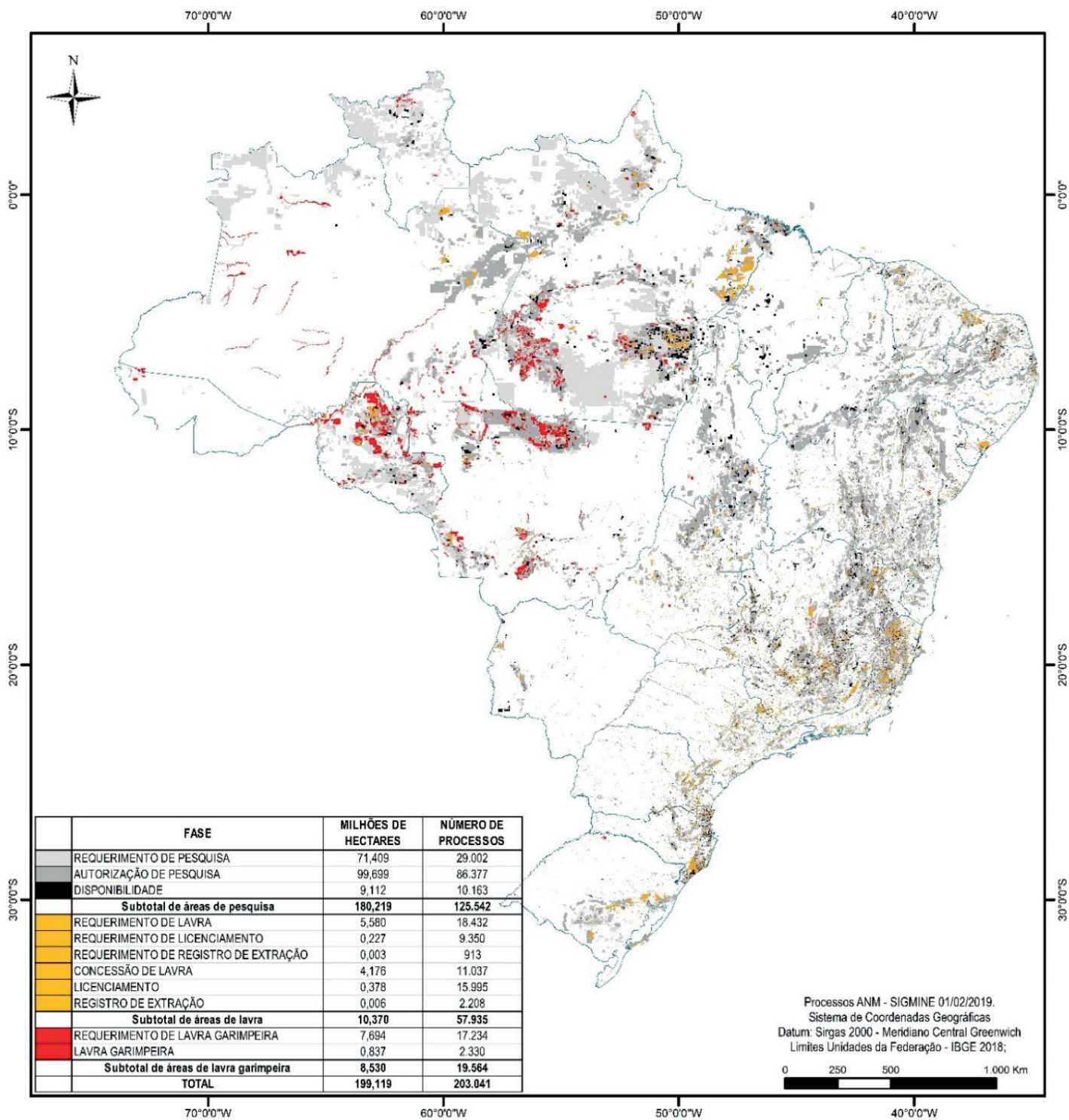


Figura 3.6 – Áreas oneradas pela mineração no Brasil (ANM – SIGMINE 01/02/2019)

Fonte: ANM (2019)

Quadro 3.2 – Parcelas do território nacional ocupadas pela mineração, áreas restritas e superfície livre para pesquisa mineral.

DISCRIMINAÇÃO	Superfície (km ²)	% Território Nacional	Fonte dos dados
Território Nacional	8.515.759	100,00%	IBGE, 2018
Pesquisa Mineral (125.542 processos)	1.801.636	21,16%	SIGMINE, 01/02/2019
Lavra (77.499 processos)	189.000	2,22%	SIGMINE, 01/02/2019
UC-Uso Sustentável	1.881.201	22,09%	ICMBio, 2019
UC Proteção Integral	663.716	7,79%	ICMBio, 2019
Terras Indígenas	1.181.449	13,87%	FUNAI, 2019
Superfície livre para pesquisa mineral	2.798.147	32,86%	

Fonte: ANM (2019); IBGE (2018); ICMBio (2019); FUNAI (2019)

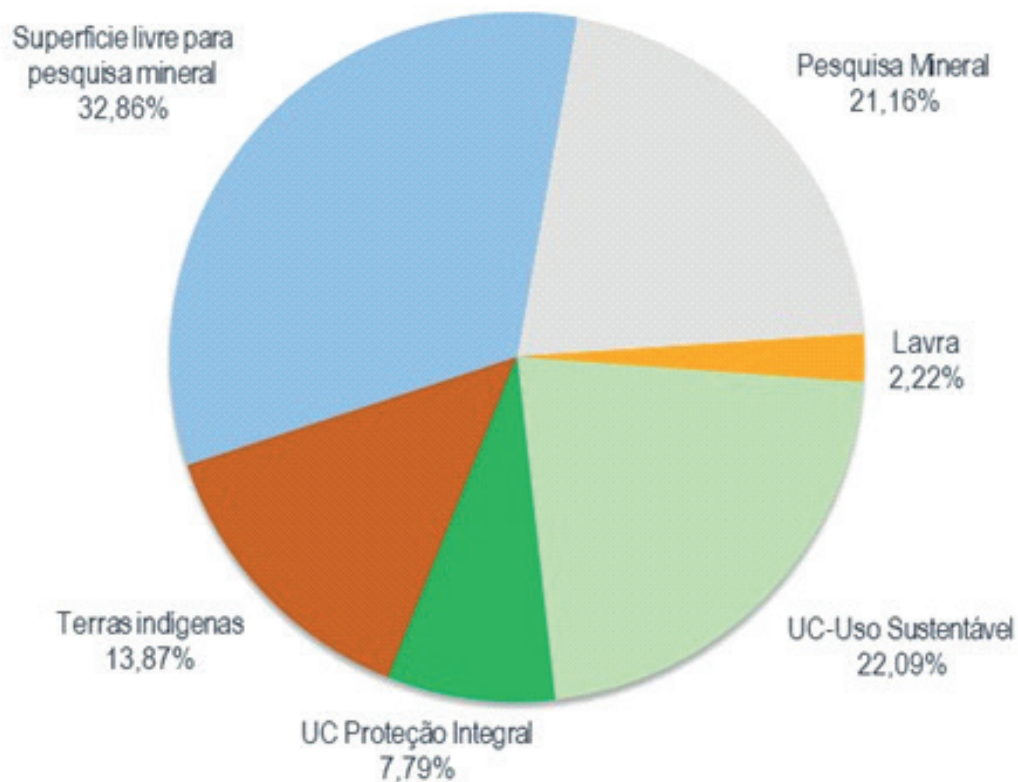


Figura 3.7 – Parcelas do território nacional ocupadas pela mineração, áreas restritas e superfície livre para pesquisa mineral.

Fonte: ANM (2019); IBGE (2018); ICMBio (2019); FUNAI (2019)

As áreas de lavra totalizavam 77.499 processos e correspondiam a 2,22% do território brasileiro. Os títulos vigentes somavam 31.570 processos e cobriam 5,4 milhões de hectares: eram 11.037 concessões de lavra, mais 15.955 licenciamentos, 2.208 registros de extração e 2.330 lavras garimpeiras. Nessas áreas ocorre toda a produção mineral brasileira, em suas diversas escalas. É o campo de trabalho dos geólogos atuantes nas minas, pedreiras etc.

No entanto, em 01/02/2019, havia 45.959 processos na fila da ANM, à espera dos títulos almejados. Eram 18.432 requerimentos de lavra, 9.350 requerimentos de licenciamento, 913 requerimentos de registro de extração e 17.234 requerimentos de lavra garimpeira. Em conjunto, abrangiam 13,5 milhões de hectares. Superavam, em muito, todos os títulos em vigor, em quantidade e em superfície. Os números atestam o grave estrangulamento da produção mineral brasileira, decorrente da demora na análise dos requerimentos de lavra no antigo DNPM e/ou na obtenção das licenças ambientais nos órgãos responsáveis. Isso dá uma dimensão do esforço necessário às instituições governamentais para agilização das concessões minerais e das licenças correspondentes.

A **Figura 3.8** mostra as áreas com restrições à atividade mineira: são Unidades de Conservação de Proteção Integral (7,79% do território brasileiro) e de Uso Sustentável (22,09%), Terras Indígenas (13,87%) e a faixa de fronteira, com largura de 150 km (17,45%). São superfícies significativas, em vista do potencial mineral do subsolo. Como ilustrado na **Figura 3.7**, a superfície livre para pesquisa mineral equivale a 1/3 do território brasileiro.

A **Figura 3.9** ilustra a evolução dos títulos mineiros no Brasil, nos últimos 15 anos. Foram protocolados no DNPM, 264.418 requerimentos de pesquisa. Os alvarás de pesquisa expedidos corresponderam a 79% do número de requerimentos. O número de relatórios de pesquisa aprovados equivale a 9% dos requerimentos de pesquisa, enquanto as portarias de lavra alcançam apenas 2%.

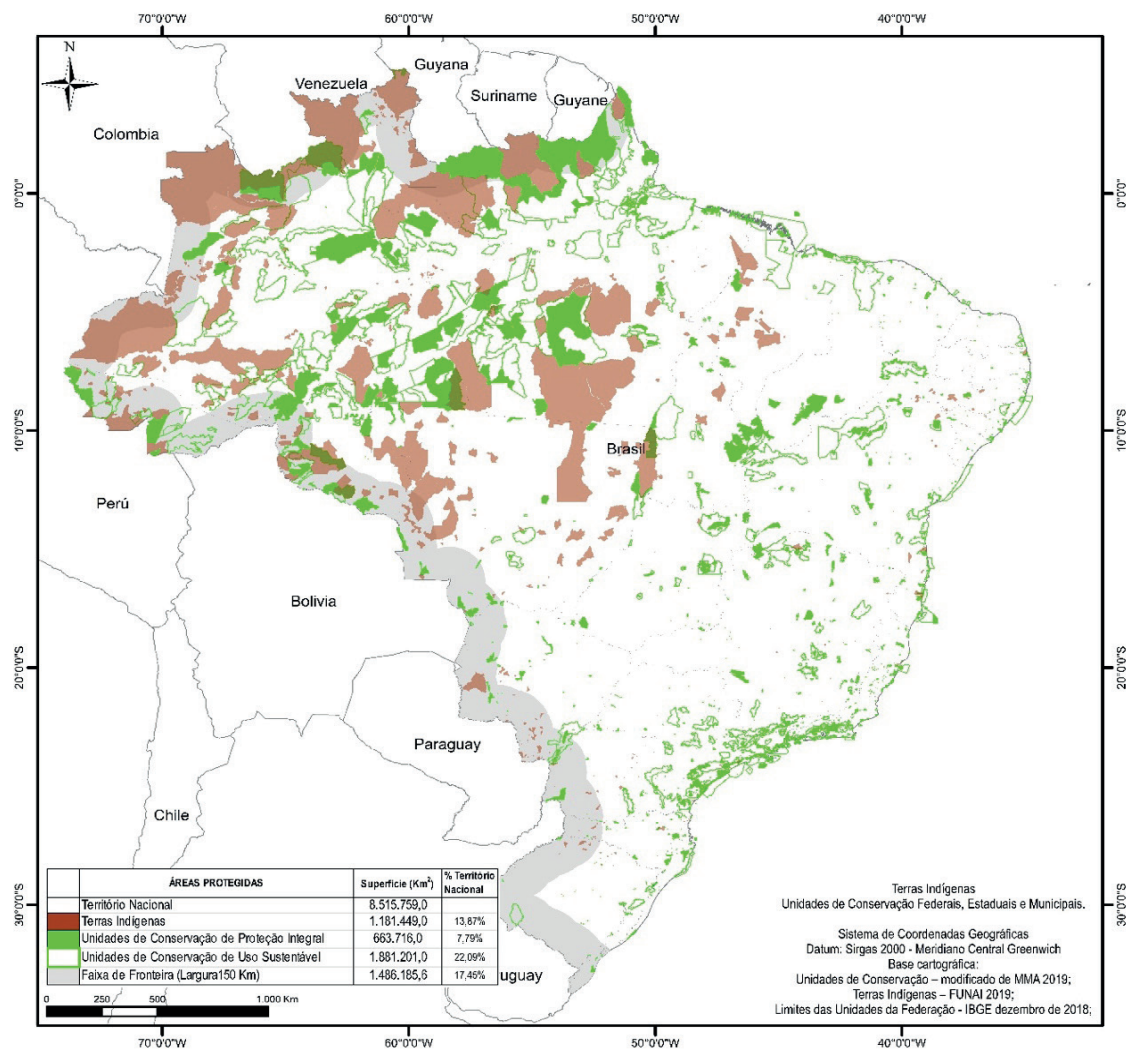


Figura 3.8 – Áreas com restrições à mineração no Brasil.

Fonte: IBGE (2018); ICMBio (2019); FUNAI (2019)

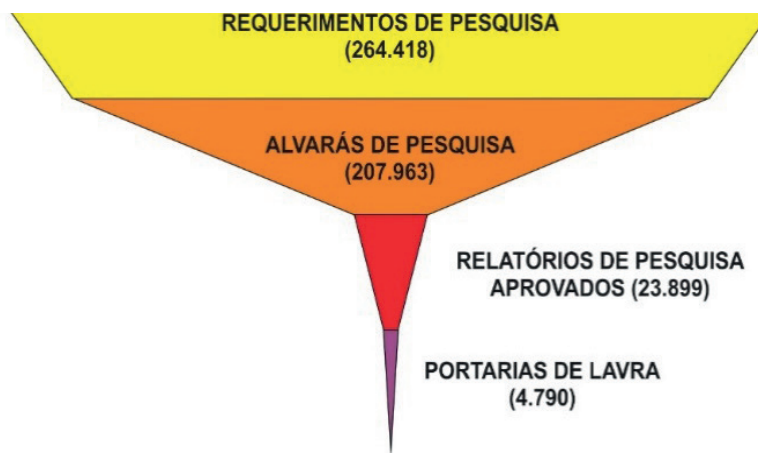


Figura 3.9 – Evolução dos títulos mineiros no Brasil de 2004 a 2018.

Fonte: ANM (2019)

O funil estreito denota o risco inerente à pesquisa mineral, porém expressa, também, a demora na obtenção dos títulos de lavra. Estudo recente, efetuado pela equipe de *Jazida.com*, avaliou o tempo de tramitação de 1.534 concessões minerais expedidas pelo DNPM (ANM), nos últimos cinco anos. O tempo médio decorrido para obtenção da concessão de lavra alcançou 12,5 anos, desde o requerimento para pesquisa (Figura 3.10). Em alguns casos, ultrapassou 35 anos. Esse prazo abrange a expedição do alvará, a realização da pesquisa, a aprovação do relatório final, o requerimento da lavra e a sua aprovação.

Por outro lado, o tempo decorrido após o requerimento da lavra situou-se em torno de 6,5 anos, ultrapassando 20 anos, em alguns casos (Figura 3.11). Esse prazo abrange a análise do Plano de Aproveitamento Econômico da jazida e a obtenção da respectiva licença ambiental. Os prazos dilatados são compatíveis com casos específicos sob acompanhamento pelos autores.

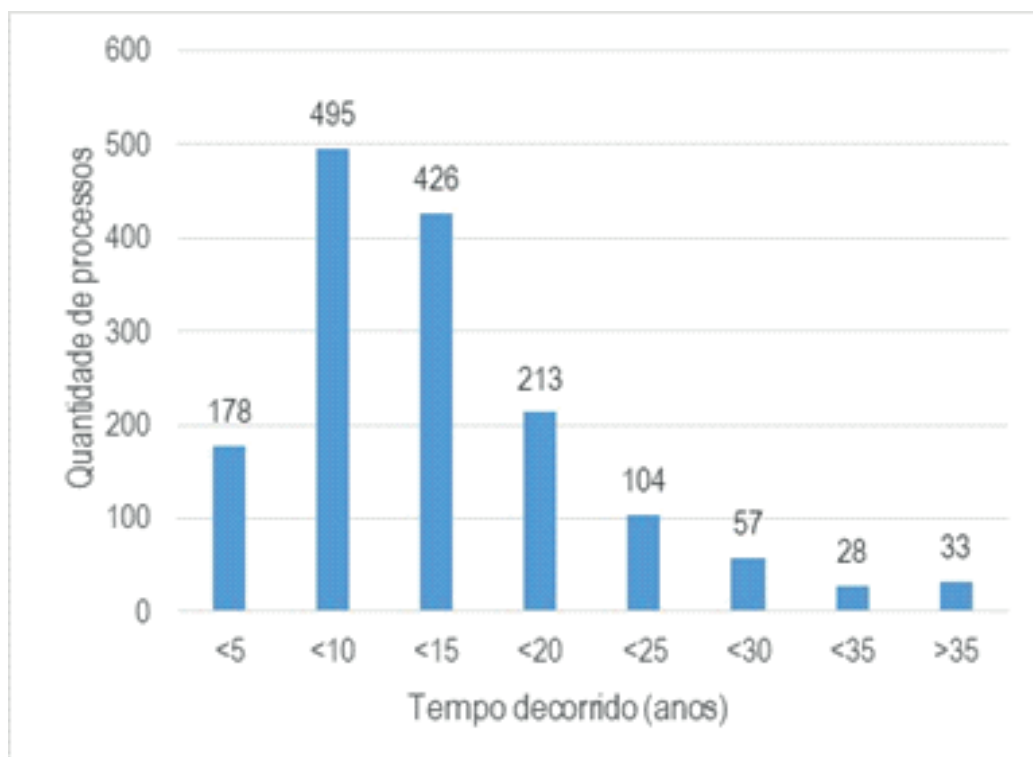


Figura 3.10 – Tempo decorrido entre o requerimento da pesquisa e a obtenção da concessão de lavra.

Fonte: Jazida.com (2019)

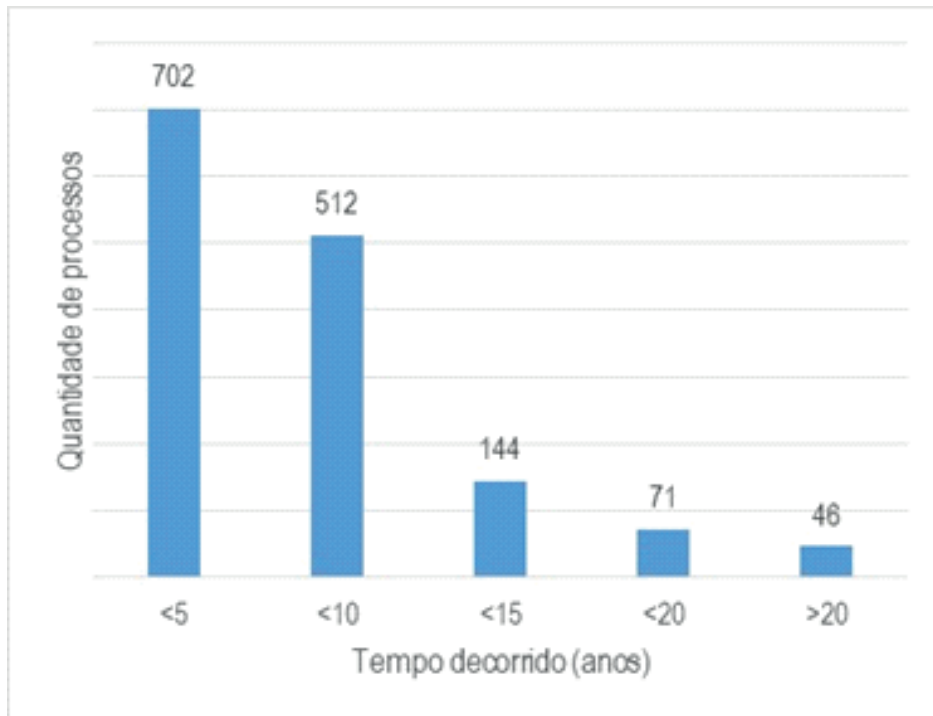


Figura 3.11 – Tempo decorrido entre o requerimento da lavra e a obtenção da respectiva concessão.

Fonte: Jazida.com (2019)

Como se sabe, o principal organismo de controle e fiscalização da mineração é a ANM, instalada em dezembro de 2018, em substituição ao antigo DNPM, que realizou esta função por 84 anos. O setor tem grande respeito pelo seu órgão gestor, mas as dificuldades acumulam-se ao longo das décadas.

Há 25 anos, o número de funcionários mantém-se no patamar. Os recursos, sistematicamente contingenciados, são apenas suficientes para cobrir a folha salarial. Como visto, a rápida análise dos processos em tramitação na ANM revela uma situação, no mínimo, alarmante.

Todavia, não há razão para penúria. A arrecadação proporcionada pela ANM é muito maior que as suas necessidades, porém é drenada para o Tesouro. Enquanto isso, a indústria mineral fica contida pelo atraso na obtenção de suas licenças. A **Figura 3.12** mostra a evolução da arrecadação da CFEM nos últimos 15 anos, em milhões de reais. O acréscimo acentuado em 2018 deve-se à mudança ocorrida na base de cálculo, que majorou a contribuição.

Por outro lado, merece destaque a produção nacional de agregados de uso na construção. Predominam pequenos empreendimentos voltados ao atendimento das demandas locais, porém, em conjunto, alcançam volume de produção superior ao dos demais minerais. Os processos de obtenção de títulos mineiros e de licenças ambientais são mais simples, em razão da natureza e do porte das lavras. Têm ampla função social, atendem ao mercado doméstico e têm os preços formatados no país. Por isso, este mercado ressenete-se muito rapidamente das crises internas, em razão dos reflexos imediatos na indústria da construção civil.



Figura 3.12 – Evolução da arrecadação de CFEM.

Fonte: ANM (2019)

3.4 GRANDEZA E IMPORTÂNCIA DA MINERAÇÃO EM PEQUENA ESCALA

Por: Claudio Scliar e Rosângela Viana Vieira

O conceito de Mineração em Pequena Escala (MPE), empregado no presente texto, é abrangente e indica minas distribuídas em todo território nacional, onde são lavrados minérios de baixo valor unitário, como areia, brita e argila, ou de alto valor unitário, como ouro e gemas. A MPE se refere às minas que extraem menos de 1 milhão de toneladas de minério bruto (*Run of Mine - ROM*) por ano, classificadas como unidades produtivas de Médio (produção de 100 mil a 1 milhão de toneladas/ano), Pequeno (produção de 10 mil a 100 mil toneladas/ano) e Micro (produção menor que 10 mil toneladas/ano) porte, segundo a ANM/DNPM (BRASIL, 2016).

Também se considera como MPE, os direitos minerários nos regimes Permissão de Lavra Garimpeira (Lei nº 7.805/1989) e Licenciamento Mineral (Lei nº 6.567/1978), por seus objetivos e definições legais. Em 2017 e 2018, foram publicadas leis e decretos federais e normatizações da ANM/DNPM, que alteram, substancialmente, diversos conceitos e procedimentos destes regimes minerários. Em todas as unidades da MPE, com destaque para as de Médio porte, encontram-se minas altamente integradas em cadeias produtivas ou a mercados que praticam a pesquisa, a extração e o beneficiamento com alta tecnologia.

A MPE, há muitos anos, é objeto de poucos estudos acadêmicos e de políticas públicas específicas, embora contando com núcleos e grupos técnicos que tratam do tema, criadas por entidades governamentais e universitárias. Além disso, diversos segmentos desse setor mineral se organizam em associações locais, regionais e nacionais, as quais promovem e apoiam cursos, seminários e pesquisas tecnológicas, além da defesa dos seus interesses.

No entanto, o foco principal das políticas públicas do governo federal para a geologia e mineração se direciona para os projetos e as empresas que pesquisam ou extraem as substâncias que mais afetam a balança comercial. Isto é, a prioridade dos gestores governamentais são os minérios que o Brasil produz em quantidade para exportar e os que precisa importar para suprir a demanda do mercado doméstico (SCLiar, 1996).

Essa visão privilegia os minérios exportados ou importados e influencia, tanto as políticas públicas federais e de muitos estados para o setor mineral, como também a imprensa nacional, que, ao falar de geologia e mineração, destaca as oscilações dos preços, as disputas e os impactos positivos ou negativos das grandes empresas produtoras das *commodities* comercializadas mundialmente. Mesmo nos institutos e departamentos de geologia e engenharia de minas das universidades, os temas relacionados à MPE são pouco aproveitados em programas de pesquisa, bem como raramente abordados na formação de engenheiros de minas, geólogos e outros profissionais.

Diversos estudos sobre a MPE foram realizados pelo Ministério de Minas e Energia (MME), destacando-se, nos últimos 15 anos,

o “Relatório Final do Programa de Fomento das Pequenas e Médias Empresas de Mineração”, publicado pela CPRM/MME (VALE, 2000), e o Projeto “Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental da Mineração em Pequena Escala no Brasil” (META), contratado pelo MME e realizado pela *Projekt-Consult* e *RCS Global*, que contou com apoio técnico do Núcleo de Apoio à Pequena Mineração Responsável, da Universidade de São Paulo (NAP Mineração/USP).

Os relatórios do Projeto META, realizados sob a coordenação da Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (SGM/MME), foram entregues ao MME em junho de 2018, contendo resultados de trabalhos de campo e laboratório, que descrevem a situação atual e sugerem propostas para ações a serem desenvolvidas pelo governo. O projeto lista extensa bibliografia sobre a evolução dos conceitos, estudos e políticas públicas no Brasil e no mundo em relação à MPE (META, 2018).

A MPE tem sido objeto de projetos e ações internacionais, quando afeta a produção e o comércio de alguns países ou setores econômicos. Por exemplo, o envolvimento da Organização das Nações Unidas (ONU), na regularização da extração e comércio dos “diamantes de sangue”, a partir de 2000, como consequência das sangrentas guerras no sul da África e a desestabilização do comércio e preço dessa gema. O Sistema de Certificação do Processo Kimberley serviu como referência para a comercialização legal de diamante, mesmo quando oriundo da extração em pequena escala, sendo instituído no Brasil, em outubro de 2003, pela Lei nº 10.743 (CESAR, 2011).

Outras iniciativas voltadas para a MPE se seguiram como, por exemplo, as tratativas para regulação e normatização da produção do ouro sem emprego de mercúrio, conhecido como ouro limpo, pela Convenção *Minamata* sobre Mercúrio, de outubro de 2013. No Brasil, o Decreto Federal nº 9.470, assinado em agosto de 2018, regulamentou a aplicação da Convenção *Minamata*.

Estas ações internacionais objetivam organizar a extração e o comércio de bens minerais, que, em parte, são lavrados pela MPE, às vezes pela lavra rudimentar, também conhecida como artesanal, a qual mantém práticas históricas de baixa tecnologia. Portanto, as pesquisas e estudos apoiados por essas entidades internacionais discutem, refletem e propõem políticas públicas para o segmento da MPE produtor de metais e minerais valiosos, não se dedicando aos produtores de outros bens minerais.

A importância econômica da MPE, na mineração brasileira, se revela em todos os planos econômicos, sociais, ambientais e territoriais, em que se estudam os impactos positivos e ou negativos das cadeias produtivas do setor mineral (VALLE, 2000; META, 2018).

3.4.1 Direitos minerários no Brasil e a MPE

O aproveitamento de bens minerais no Brasil é regido pela ANM, antigo DNPM, que é a responsável pelo cumprimento do artigo 176 da Constituição Federal de 1988:

Art. 176. As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra.

Atualmente, o acesso à pesquisa e à extração de bens minerais se viabiliza pelos seguintes direitos minerários concedidos, registrados e controlados pela ANM: Alvará de Pesquisa, Guia de Utilização, Concessão de Lavra, Licenciamento Mineral, Permissão de Lavra Garimpeira e Registro de Extração.

Segundo o Anuário IBRAM (2018), a partir de dados divulgados pela ANM/DNPM, em 2016, as 9.415 concessões de lavra apresentaram os seguintes portes, considerando a quantidade de minério bruto extraído (*run of mine* - ROM):

- 154 são de grande porte, extraíndo mais de 1 milhão de toneladas/ano;
- 1.037 são médias, extraíndo entre 1 milhão e 100 mil toneladas/ano;
- 2.809 são pequenas, extraíndo entre 100 mil e 10 mil toneladas/ano; e
- 5.415 são micro, extraíndo menos que 10 mil toneladas/ ano.

A mesma publicação informa a quantidade de direitos minerários vigentes da Permissão de Lavra Garimpeira (PLG) e Licenciamento Mineral (LI):

- 1.820 de Permissões de Lavra Garimpeira; e
- 13.250 de Licenciamentos Minerais.

Somando-se as unidades produtivas consideradas como MPE, no presente texto, chega-se ao total de 24.331 direitos minerários, correspondendo a 99,37% dos direitos minerários vigentes no país, com base nos dados de 2016.

Durante encontro de dirigentes do ANM/DNPM, ocorrido em Brasília, em julho de 2017, foram apresentados dados importantes quanto ao trabalho de fiscalização dos direitos minerários fiscalizáveis pelo órgão que, segundo a apresentação, somavam 33.130 títulos de empreendimentos de “lavra mineral”, em 2017, sendo:

- 10.296 concessões (minerais metálicos, não metálicos, energéticos, rochas britadas e para revestimentos);

- 15.046 registros de licença vigentes (materiais de uso na construção civil);
- 4.098 títulos, que já foram emitidas Guias de Utilização desde 2013 até 30/06/2017 (diversos minerais em projetos ainda na fase de pesquisa e de requerimento de lavra);
- 2.100 Permissões de Lavra Garimpeira (gemas, diamantes, ouro, entre outros);
- 1.590 registros de extração (materiais de uso em obras públicas, com título da ANM/DNPM);
- inúmeros pedidos de dispensa de título minerário, no caso de materiais de empréstimos em obras civis (ARCOVERDE, 2017).

No livro “Recursos Minerais no Brasil: problemas e desafios”, publicado em 2016, pela Academia Brasileira de Ciências (MELFI et al., 2016), está expresso que:

Segundo o DNPM (comunicação pessoal de Walter Lins Arcoverde, Diretor do Departamento Nacional da Produção Mineral), estão cadastradas no órgão 10.841 “minas”, incluindo toda e qualquer substância mineral e de qualquer porte. Dessas, 98,1% representam produtos para a construção civil (britas, areias, cascalhos, argilas), além de água mineral. Apenas 1,4% das 10.841 “minas” representam minas de *commodities* minerais de grande e médio porte, ou seja, minas verdadeiras e significativas na concepção internacional (MELFI et al., 2016, p. 21).

Os dados citados, mesmo considerando que não se referem às mesmas datas, demonstram a necessidade de se aprimorar a transparência da ANM/DNPM, quanto ao acesso aos dados sobre os direitos minerários.

Para os geólogos, engenheiros de minas e outros profissionais das geociências que se dedicam a preparar a documentação ou a responsabilidade técnica para os direitos minerários, a MPE aparece como de expressiva importância pela quantidade de títulos.

Nesse sentido, destaca-se a publicação, em 2 de junho de 2018, do Decreto nº 9.406, com a nova Regulamentação do Código de Mineração de 1967. O art. 73 aborda a responsabilidade dos profissionais que assinam os relatórios e outras informações das empresas

Art. 73. Cabe ao profissional legalmente habilitado que constar como responsável técnico pela execução de atividades ou pela elaboração de planos e relatórios técnicos de que trata este Decreto, e ao titular do direito minerário, assegurar a veracidade das informações e dos dados fornecidos ao Poder Público, sob pena de responsabilização criminal e administrativa.

Parágrafo único. A aprovação ou a aceitação de planos e relatórios técnicos não ensejarão qualquer responsabilidade do Poder Público na hipótese de imprecisão ou falsidade de dados ou informações neles contidos (BRASIL, 2018).

3.4.2 Valor e volume da produção mineral da MPE

O setor mineral brasileiro, historicamente, se vincula ao comércio exterior, o que caracteriza o modelo de desenvolvimento do país (SCLIAR, 2013). A participação no valor da produção mineral de alguns bens minerais, em especial o minério de ferro, tem sido determinante para a priorização destes materiais geológicos pelos gestores públicos federais, a imprensa e estudiosos da mineração brasileira. O Sumário Mineral 2016 bem expressa essa situação:

.... a importância do setor mineral no comércio exterior brasileiro fica evidente quando se constata que do total de matérias primas e bens intermediários exportados pelo Brasil, 14,6% são bens primários do setor mineral. Aliás, as exportações do setor mineral são predominantemente de bens primários, sendo estas fortemente concentradas em minério de ferro (73,9%). No que se refere às importações, verifica-se que 4,3% das importações nacionais de matérias primas e produtos intermediários referem-se às importações de bens primários do setor mineral brasileiro. Sendo que os bens primários representam a maior parcela das importações brasileiras do setor mineral, com 26,4% do total. Desses, 77,0% são importações de carvão e potássio (BRASIL, 2016).

A exportação dos bens minerais, com destaque para o minério de ferro, representou 20,4% de toda exportação brasileira e 13,8% da importação do país. (BRASIL, 2016) O **Quadro 3.3** mostra como a posição destacada do minério de ferro se deve à variação do preço e não da quantidade de minério extraído nesse período. Enquanto o volume do minério lavrado e comercializado dobrou de 2001 a 2011, o preço da tonelada do minério subiu mais de sete vezes. O que se constata é que a excepcionalidade do minério de ferro no Valor da Produção Mineral (VPM), se deve à explosão dos preços das *commodities*, no período de 2009 a 2012, da mesma forma que afetou os valores relativos a outros materiais comercializados internacionalmente.

Quadro 3.3 – Volume e valor do minério de ferro 2001 a 2017.

ANO	Milhões de toneladas	US\$ / tonelada
2001	210	15,64
2011	398	115,91
2017	430	70

Fonte: BRASIL (2003, 2008, 2011, 2013, 2017); IBRAM (2018).

No entanto, as atividades dos geólogos, engenheiros e outros trabalhadores da mineração se caracterizam por estudar, lavrar, analisar química e fisicamente, movimentar, estocar, comercializar e transportar dezenas ou centenas de milhões de toneladas de materiais rochosos.

Entender e acompanhar as variações dos preços são fundamentais para a economicidade e, inclusive, a manutenção da mina, assim como para a balança comercial do país. Porém, a garantia da cadeia produtiva funcionar para a produção e movimentação correta e com sustentabilidade desses materiais rochosos, independente do seu preço, depende do trabalho de engenheiros, geólogos e outros profissionais das geociências.

Por isso, ao comparar, no **Quadro 3.4**, a produção de minério de ferro com a produção dos agregados minerais, sabendo-se que os dados oficiais para o minério de ferro expressam a realidade da produção, enquanto a extração dos agregados possui alto percentual não declarado, percebe-se que a logística e as políticas públicas para lavra, extração, comercialização, beneficiamento e transporte desses minerais são bem mais complexas.

Quadro 3.4 – Volume produzido de minério de ferro e agregados minerais.

Ano / Minério	Minério de Ferro (10 ⁶ toneladas)	Agregados minerais (10 ⁶ toneladas)	
		Areia para construção	Brita e cascalho
2011	398	346	268
2015	400	349	258
2017	430	519	---

Fonte: BRASIL (2013, 2017); IBRAM (2018).

3.4.3 Renda e emprego na cadeia produtiva da MPE

A mineração se caracteriza por estabelecer cadeias de interesses econômicos, que se iniciam com a pesquisa mineral, avançando para os períodos de desenvolvimento da mina, lavra, beneficiamento, transformação e comercialização dos produtos.

A integração e o fortalecimento da mineração, em todas as fases, dependem também de aproveitar oportunidades de investimentos, desde a chegada dos primeiros trabalhadores para a definição do jazimento. A geração de renda e emprego se torna uma realidade no entorno da mina e de cada uma das estruturas construídas ou atividades necessárias pela indústria, que pode e deve ser prevista e dimensionada para consolidar todas as relações, tanto com os mineiros e suas famílias, como com a comunidade.

No caso da descoberta de substâncias minerais de alto valor unitário ou jazimentos raros pelo porte, teor ou característica, a atividade mineradora, muitas vezes, se torna polo de atração em áreas desabitadas ou pouco habitadas, constituindo polo de futuras comunidades. Os setores da MPE que se dedicam a bens minerais de alto valor também encontram a mesma situação descrita, agravada quando existe movimentação de pequenos mineradores em toda a região mineralizada, criando, muitas vezes, situações sociais e ambientais sérias.

A MPE dedicada à produção de bens minerais de baixo valor unitário, como areia, brita, cascalho e argila, apresenta característica diferenciada na chegada dos profissionais aos ambientes geológicos favoráveis para abertura das minas, pois se organiza após as decisões de instalação e ou crescimento urbano e construção de obras de infraestrutura.

A Sinopse Mineral, publicada pela SGM/MME, ao subdividir o setor mineral em Indústria de mineração, Indústria de transformação metálicos e Indústria de transformação não metálicos, permite análises interessantes quanto à mineração brasileira. Por exemplo, no **Quadro 3.5**, ao comparar os PIB da Mineração, da Metalurgia e dos Não Metálicos, nos anos 2004 e 2016, observa-se o salto do PIB da Mineração em relação aos outros setores.

Esse salto acontece, exatamente, pelo aumento dos preços do minério de ferro, como discutido anteriormente. No entanto, a maior parcela do minério é exportada: em 2004, das 281 Mt produzidas, 224 Mt foram exportadas, e, em 2016, das 470,4 Mt produzidas, 373,9 Mt foram exportadas. Como reflexo dessa situação, em 2004, foram produzidos 31,6 Mt de aço e, em 2016, a produção chegou a 30,2 Mt (BRASIL, 2017).

A indústria de transformação de produtos não metálicos é grande consumidora de bens minerais, destacando-se: argila vermelha, argilas especiais, caulim, calcário e outros responsáveis por cadeias produtivas essenciais para a economia do país. Produtos, como: cimento, cal, gesso, cerâmica vermelha, cerâmica de revestimento, vidro, refratário, louças sanitárias, louças de mesa e muitos outros não catalogados na Sinopse Mineral, são expressivos geradores de renda, emprego e suas histórias estão profundamente associadas às regiões onde se encontram, tanto que representam o maior número de empregados no setor mineral, como mostra o **Quadro 3.5**.

Quadro 3.5 – PIB e emprego na mineração, metalurgia e não metálicos (2004 e 2016).

Setores e/ Ano		2004	2016
Produto Interno Bruto do Brasil (10⁹ US\$)		779,9	3.307
Mineração Atividades extrativas minerais, incluindo beneficiamento e pelotização	PIB Mineração bilhão de US\$	4,20	27,0
	% PIB Mineração no PIB Brasil	0,54	4,67
	Empregos diretos	141.135	173.000
Metalurgia Siderurgia - aço e não ferrosos, ferro ligas, fundição e gusa	PIB Metalurgia bilhão de US\$	23,8	40,45
	% PIB Metalurgia no PIB Brasil	3,1	1,26
	Empregos diretos	253.000	199.000
Não metálicos Cimento, cerâmicas, louças, vidros, e outros materiais	PIB Não metálicos bilhão de US\$	7,23	16,75
	% PIB Não metálicos no PIB Brasil	0,93	0,50
	Empregos diretos	309.000	386.900

Fonte: BRASIL (2006, 2017)

Os dados estatísticos, quanto aos direitos minerários, o volume de minério produzido e a geração de renda e emprego na produção de bens minerais e na cadeia produtiva, demonstram a importância e a grandeza da MPE para a mineração brasileira.

Segundo dados do ano base 2014 (DNPM, 2015), a MPE é responsável pela totalidade da produção brasileira de quartzito, rochas ornamentais, mica, gipsita, feldspato, calcita, argilas plásticas, ardósia e tungstênio, e por mais de 90% da produção de argila, areia e tântalo.

Portanto, para a melhoria da situação da MPE no Brasil, é fundamental o desenvolvimento de políticas públicas específicas para fomentar e organizar a MPE, sendo necessário escutar os diferentes segmentos do setor. Em setembro de 2018, a Federação Brasileira de Geólogos (FEBRAGEO) encaminhou, aos candidatos a presidente da República, propostas para a geologia e mineração, sendo que as seguintes se referem, especificamente, à MPE:

Proposta 2: Plano para incentivar a articulação e o fortalecimento das entidades estaduais de geologia e mineração, com destaque para a Mineração em Pequena Escala (MPE) e o planejamento territorial integrado

Justificativa: considerando a dimensão continental do Brasil e a diversidade de situações referentes à sua geologia e mineração é fundamental que os estados tenham e mantenham entidades e organismos capazes de desenvolver políticas próprias no seu território, com destaque para o fomento e a formalização da MPE e do planejamento territorial integrado, que considerem o uso sustentável dos recursos minerais e da Geodiversidade.

O Conselho Nacional de Política Mineral (CNPM) deve ser o principal articulador dessa integração, com a participação ativa e executiva da Agência Nacional de Mineração (ANM) e do Serviço Geológico do Brasil (CPRM).

(...)

Proposta 4: Rever o Pacto Federativo, fortalecendo a descentralização da gestão dos recursos minerais de interesse social, como as substâncias minerais de uso na construção civil, produção de água mineral, rochas ornamentais, calcário agrícola e cimenteiro, dentre outros

Justificativa: O princípio da descentralização na Política Nacional de Meio Ambiente, definiu, com Estados Federativos e Municípios, a importância do respeito ao tema e ao conceito de sustentabilidade. Essa estratégia pode ser implementada pelo Setor Mineral, no intuito de que a Sociedade compreenda a importância do uso dos recursos minerais na cidadania e na qualidade de vida das pessoas.

A descentralização da gestão dos recursos minerais possibilitará agilizar os projetos de exploração de substâncias minerais de interesse social (que representam atualmente cerca de 80% dos processos minerários do país), direcionando as decisões para governos estaduais e municipais e desonerando a Agência Nacional de Mineral (ANM), que ficaria concentrada na gestão dos demais recursos minerais do país.

(...)

Proposta 8: Implementação do Plano Nacional de Agregados Minerais para Construção Civil (PNACC)

Justificativa: O PNACC, criado pela Portaria no 222/2008 do Ministério de Minas e Energia (MME) é importante para garantir os suprimentos adequados desses insumos minerais vitais ao crescimento econômico e à melhoria da qualidade de vida da população brasileira (FEBRAGEO, 2018).

3.5 EXPLORAÇÃO MINERAL

Por: Elmer Prata Salomão e Antonio Tadeu Corrêa Veiga

O termo exploração mineral, de uso corrente em todo o mundo, compreende a primeira etapa da atividade mineradora, na qual se busca a delimitação e a definição de depósitos minerais passíveis de lavra econômica. O termo é abrangente e compreende duas etapas:

- Prospecção, quando os sítios potencialmente favoráveis são selecionados com base em informações geológicas; e
- Pesquisa mineral, definida no Regulamento do Código de Mineração (RCM) como sendo “a execução dos trabalhos necessários à definição da jazida, à sua avaliação e à determinação da exequibilidade de seu aproveitamento econômico.” (Decreto 62.934 – BRASIL, 1968).

A exploração mineral é um dos principais espaços de trabalho do geólogo, cuja formação profissional está intrinsecamente ligada à busca de bens minerais úteis, responsáveis pela qualidade de vida do homem contemporâneo.

O Brasil não possui estatísticas confiáveis sobre investimentos e resultados da exploração mineral no seu território, o que é um empecilho para a construção de políticas públicas que estimulem a geração de novos depósitos minerais. Há anos são usadas estatísticas internacionais, que, embora permitam uma visão global dos investimentos, coletam apenas as informações das principais casas de mineração mundiais e de empresas listadas em bolsas de valores (cerca de 3 mil empresas). Assim, a parte dos investimentos realizados por pequenas e médias empresas, não listadas em bolsas, não é alcançada. Portanto, pode-se considerar que os números são subestimados, para o caso do Brasil.

Os investimentos globais em exploração acompanham, historicamente, o preço das *commodities* minerais. A **Figura 3.13** mostra uma drástica redução de 67% nos investimentos em pesquisa no mundo, de 2012 a 2016, reflexo direto da queda dos preços dos metais e das dificuldades de financiamento de projetos em estágio inicial de pesquisa. Uma ligeira melhora foi verificada em 2017, da ordem de pouco mais de 10% em relação ao ano anterior.

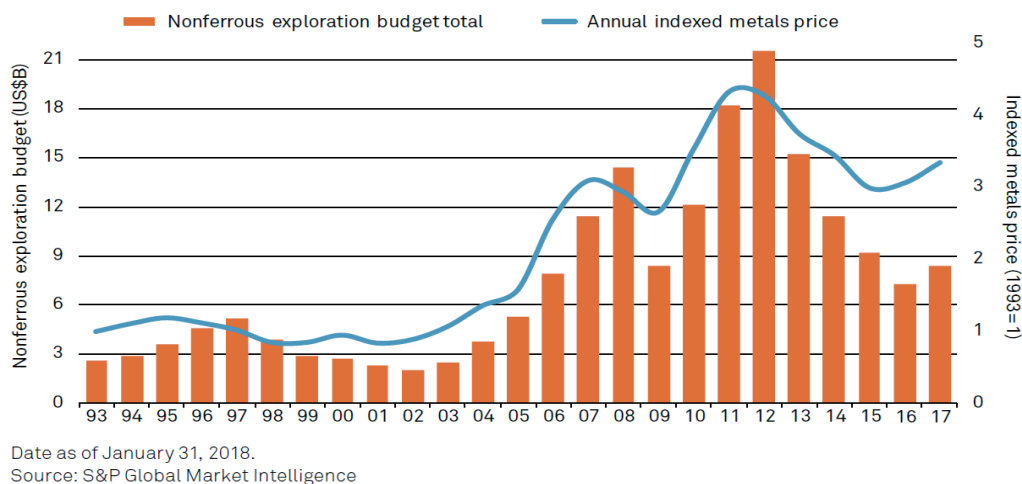


Figura 3.13 – Investimento mundial em exploração mineral – não ferrosos.

Fonte: S&P Global Market Intelligence (2018)

O Brasil, há anos, é contemplado com uma fatia da ordem de 3% deste orçamento global, como mostra a **Figura 3.14**. É óbvio que esta participação não faz jus ao potencial mineral brasileiro, por certo comparável, em termos geológicos, com Canadá e Austrália, os campeões em investimentos e novas descobertas. Nossa participação é também discreta quando comparada com países vizinhos, como Chile, Peru e mesmo o México.



8 **Figura 3.14** – Investimentos em exploração mineral de não ferrosos – distribuição por países.

S&P Global Market Intelligence

Fonte: S&P Global Market Intelligence (2017)

Em meados de 2015 e início de 2016, as principais agências internacionais de risco retiraram do Brasil o chamado grau de investimento. Mas, antes disso, o Brasil já vinha perdendo atratividade para os investimentos em mineração. Um dos indicadores mais respeitados é divulgado pelo *Fraser Institute*, organização que publica, anualmente, seu *Survey of Mining Companies*, com o índice de Atratividade de Investimentos, resultado de extensa pesquisa, que leva em consideração tanto a percepção do potencial mineral quanto a política de cada país.

Um ambiente considerado atrativo deve ter legislação ambiental de classe internacional, taxaço competitiva, nenhuma incerteza ou risco político e uma legislação mineral plenamente estável. O **Quadro 3.6** mostra que, nos últimos anos, o Brasil tem ocupado o penúltimo quartil da lista das jurisdições pesquisadas (países e províncias com legislação própria, como ocorre no Canadá, na Argentina e outros). É uma posição incômoda, situada atrás de países como Suriname, México, Mongólia e Tasmânia, muito abaixo do nosso vizinho Peru (**Figura 3.15**).

Quadro 3.6 – Índice de atratividade de investimentos em mineração.

ANO	2013	2014	2015	2016	2017
JURISDIÇÕES PESQUISADAS	112	122	109	104	91
POSIÇÃO DO BRASIL	45 ^a	40 ^a	56 ^a	61 ^a	65 ^a

Fonte: Fraser Institute Annual Survey of Mining Companies (2017)

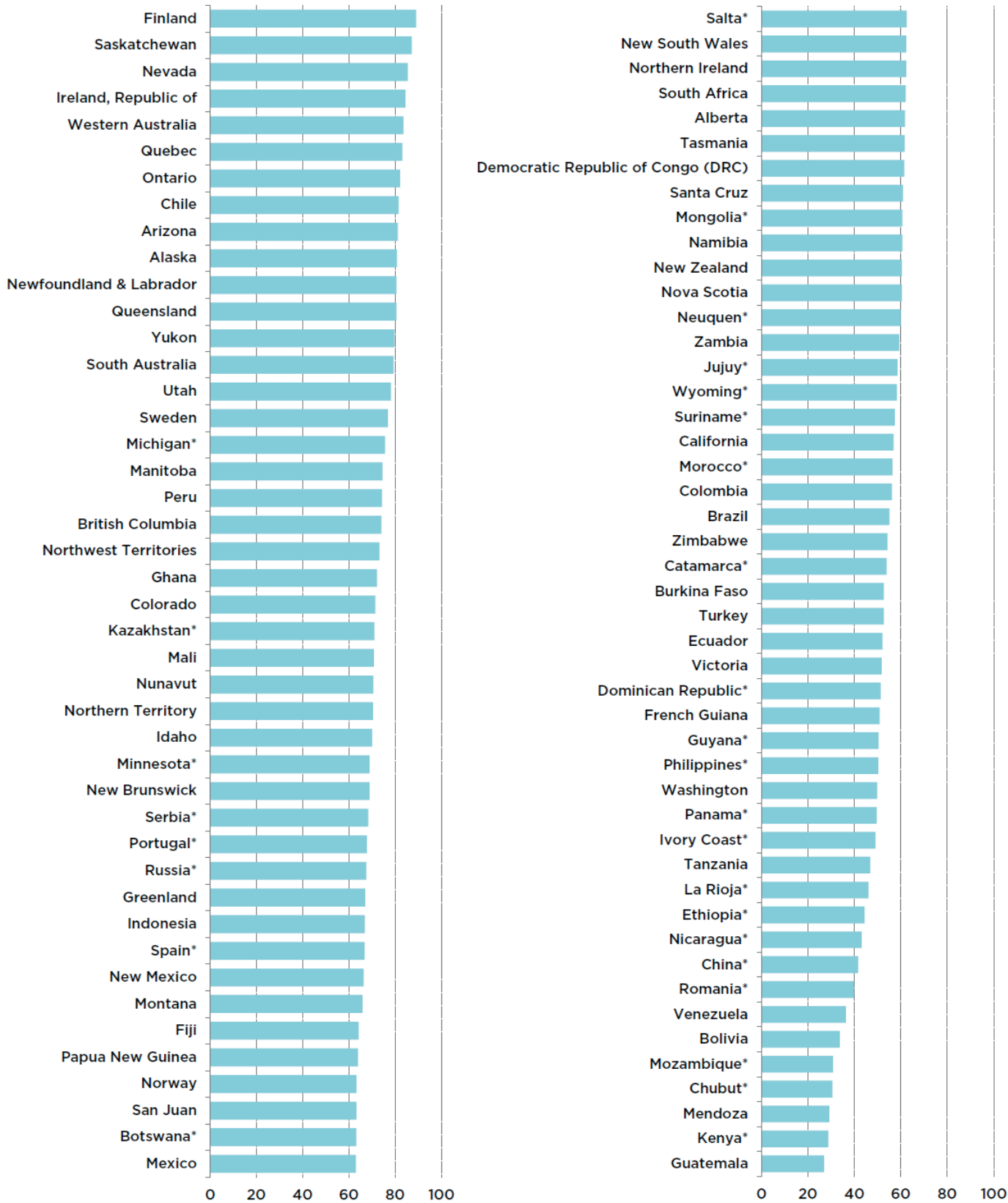


Figura 3.15 – Índices de Atratividade publicado no *Survey of Mining Companies*.

Fonte: *Fraser Institute Annual Survey of Mining Companies* (2017)

São inúmeras as causas que levam a esta situação. Eis algumas:

- Crises econômicas e fiscais sucessivas, com perda do grau de investimento;
- Instabilidade regulatória e jurídica;
- Burocracia excessiva e dificuldade para obtenção das autorizações necessárias;
- Escassez de novas descobertas de classe internacional;
- Baixa aceitação social da atividade mineradora; e
- Inexistência de políticas públicas voltadas à atividade exploratória e mineradora.

A exploração mineral no país depende, em grande parte, de capitais estrangeiros, pois os capitais nacionais não são dados a investimentos de risco. Políticas de incentivo fiscal para investimentos em empresas de exploração mineral foram criadas em vários países, especialmente, Austrália, Canadá e, mais recentemente, Peru, com excelentes resultados.

O Brasil não tem se aproveitado da dimensão de sua economia, com potencial de sobra para financiar as necessidades de investimento no setor. Apenas para exemplificar: as bolsas canadenses (*TSx* e *TSxV*) financiaram, nos anos 1990, cerca de 60% da exploração mundial, por meio das *Junior Companies*. A Bolsa de Valores de São Paulo (B3) é quatro vezes maior que a *TSx*, porém não participa do esforço exploratório brasileiro, por falta de incentivos e de regulação para investimentos de risco.

Como dito, o produto mineral brasileiro está fortemente concentrado no minério de ferro, que respondeu, em 2016, por 64,3 % do valor total da produção das oito principais substâncias metálicas (DNPM, 2017). Em adição, uma única companhia, a Vale, responde por cerca de 80% desta produção. Tal dependência recomenda uma maior diversificação da produção, a qual somente poderá ser feita com a intensificação da exploração mineral.

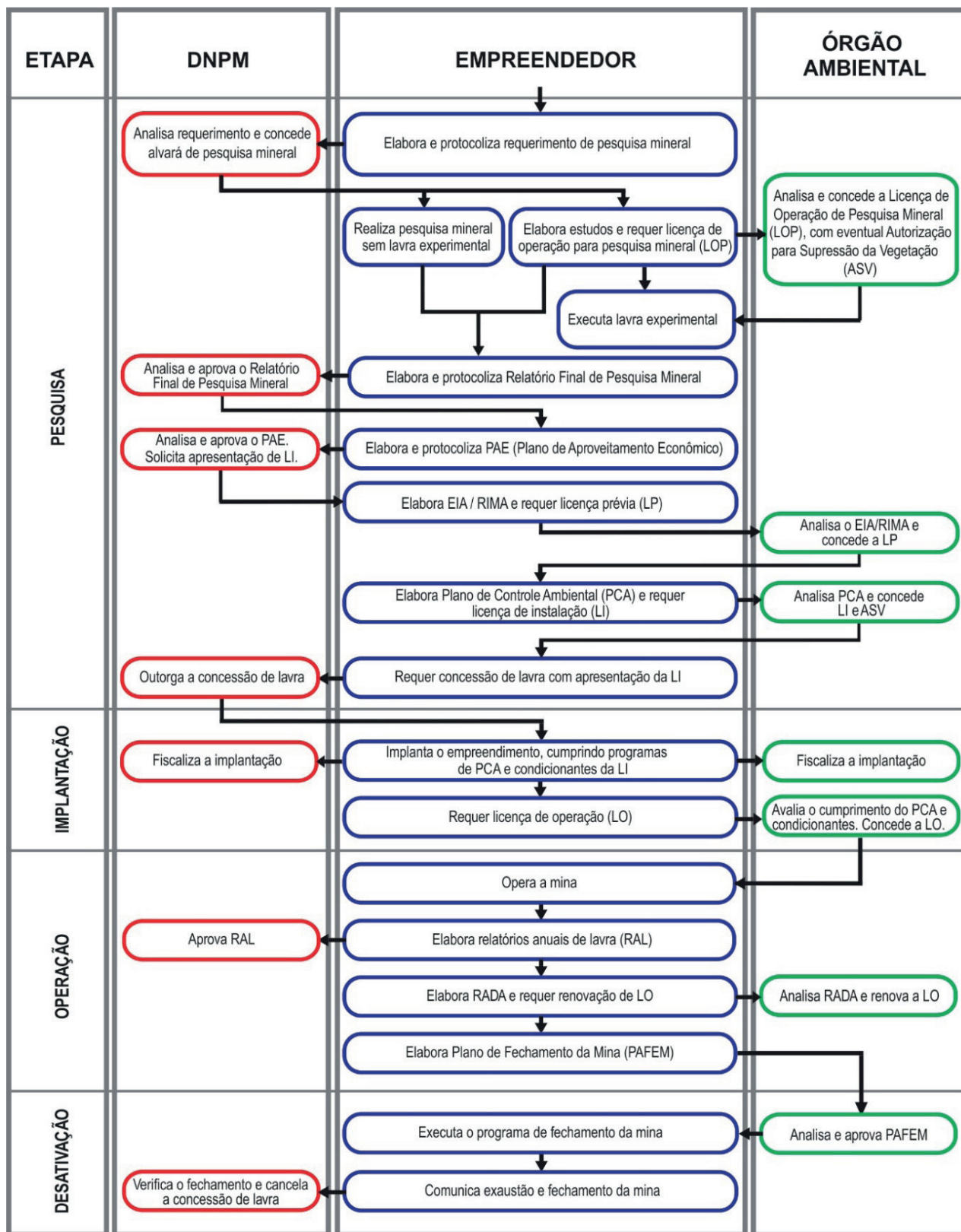
São urgentes políticas públicas que incentivem e acelerem a geração de novas jazidas no território nacional. O ingresso de novas companhias de exploração e o incentivo ao empreendedorismo são, certamente, caminhos desejáveis, uma vez que as grandes casas de mineração no Brasil têm se dedicado, com raras exceções, a pesquisar apenas no entorno das suas minas, visando aumentar as reservas em lavra (*brownfield projects*).

O artigo 43 do novo Regulamento do Código de Mineração, em vigor desde junho de 2018, estabelece: “*Art. 43. A concessão da lavra poderá ser oferecida em garantia para fins de financiamento*” (Decreto 9.406 – BRASIL, 2018). São medidas importantes e necessárias, para que o mercado brasileiro de capitais possa financiar projetos de exploração mineral, porém não são suficientes.

Ações mais abrangentes precisam ganhar espaço, tais como a agilização dos licenciamentos minerais e ambientais, a produção e divulgação de informações geológicas de qualidade, as compensações fiscais para investimentos de risco em exploração e produção, e os incentivos ao empreendedorismo no setor, entre outras.

Outra questão, que se impõe analisar, é a baixa transversalidade dos processos de licenciamento no Brasil. A autorização para lavrar é inteiramente concedida no âmbito do Ministério de Minas e Energia. Segue um complexo protocolo, que vai do requerimento de pesquisa até a portaria de lavra, passando pela aprovação dos trabalhos de pesquisa e do plano de aproveitamento econômico da jazida.

No entanto, a portaria de lavra só pode ser concedida após a obtenção da licença ambiental correspondente, cuja emissão segue rito próprio, completamente independente e isolado do processo minerário, no âmbito das instituições ambientais federais, estaduais e municipais competentes. A **Figura 3.16** mostra o fluxograma de obtenção de uma concessão de lavra no antigo DNPM e suas licenças ambientais. Espera-se que a recém-instalada ANM possa contribuir para a implantação de um sistema de tramitação compartilhada.



FONTE: Modificado de Fundação Alexander Brandt, 2012. Guia técnico para atuação do Ministério Público no licenciamento ambiental de atividades de mineração. Belo Horizonte, MPMG Jurídico, edição especial p. 12 (disponível em www.mp.mg.gov.br/mpmgjuridico)

Figura 3.16 – Fluxograma de obtenção e exercício de uma concessão de lavra e suas licenças ambientais.

Fonte: modificado de Fundação Alexander Brandt (2012)

O resultado é o que, em 2019, o Brasil tem 11.337 portarias de lavra ativas, emitidas ao longo de toda a história do DNPM, e 18.432 requerimentos de lavra aguardando desembaraço burocrático. Em consequência, o país deixa de produzir e gerar empregos, devido à insensibilidade do estamento burocrático nacional, que não tem sido capaz de encontrar fórmulas de trabalho mais eficientes e compartilhadas.

Algumas iniciativas recentes têm criado condições para melhoria do cenário prospectivo nacional. Em maio de 2015, o Brasil, seguindo o caminho dos principais países mineradores, aderiu ao *Committee for Mineral Reserves International Reporting Standards (CRIRSCO)*, organização internacional que estabelece regulações para divulgação de recursos e reservas minerais no âmbito dos países membros. Na sequência, instalou-se a Comissão Brasileira de Recursos e Reservas (CBRR), que passou a registrar os *Qualified Person (QP)* brasileiros e publicou os manuais contendo as regras de conduta técnica e ética compatíveis com as melhores práticas internacionais. Tais regras são internacionalmente adotadas e, embora não tenham força de lei, balizam, em todo o mundo desenvolvido, o financiamento e os negócios de mineração, especialmente a exploração mineral.

3.6 PADRÕES INTERNACIONAIS DE DECLARAÇÃO DE RESULTADOS DE EXPLORAÇÃO, RECURSOS E RESERVAS MINERAIS

Por: Gláucia Cuchierato

Especificamente quanto à questão de classificação dos recursos e reservas minerais, o Brasil adotou, recentemente, estratégias para alinhamento às melhores práticas internacionais, que foram desenvolvidas para padronizar informações a serem disponibilizadas e evitar fraudes nas declarações públicas de companhias de mineração que captam recursos financeiros em bolsas de valores ou negociam prospectos entre partes interessadas.

Para adequação, foram necessários ajustes de terminologia, com a publicação do Decreto nº 9.406/2018:

Art. 9º Para fins do disposto neste Decreto, considera-se pesquisa mineral a execução dos trabalhos necessários à definição da jazida, à sua avaliação e à determinação da exequibilidade de seu aproveitamento econômico.

§ 1º A pesquisa mineral compreende, entre outros, os seguintes trabalhos de campo e de laboratório:

I - levantamentos geológicos pormenorizados da área a ser pesquisada, em escala conveniente;

II - estudos dos afloramentos e suas correlações;

III - levantamentos geofísicos e geoquímicos;

IV - aberturas de escavações visitáveis e execução de sondagens no corpo mineral;

V - amostragens sistemáticas;

VI - análises físicas e químicas das amostras e dos testemunhos de sondagens; e

VII - ensaios de beneficiamento dos minérios ou das substâncias minerais úteis, para obtenção de concentrados de acordo com as especificações do mercado ou para aproveitamento industrial.

§ 2º A definição da jazida resultará da coordenação, da correlação e da interpretação dos dados colhidos nos trabalhos executados e conduzirá a uma medida das reservas e dos teores dos minerais encontrados.

§ 3º Considera-se reserva mineral a porção de depósito mineral a partir da qual um ou mais bens minerais podem ser técnica e economicamente aproveitados.

§ 4º A reserva mineral se classifica em recursos inferido, indicado e medido e em reservas provável e provada, conforme definidos em Resolução da ANM, necessariamente com base em padrões internacionalmente aceitos de declaração de resultados.

§ 5º A ANM estabelecerá em Resolução o padrão de declaração de resultados para substâncias que não se enquadrem no disposto no § 4º

§ 6º A exequibilidade do aproveitamento econômico, objeto do relatório final de pesquisa a que se refere o art. 25, decorrerá do estudo econômico preliminar do empreendimento mineiro baseado nos custos da produção, dos fretes e do mercado, nos recursos medidos e indicados, no plano conceitual da mina e nos fatores modificadores disponíveis ou considerados à época da elaboração do relatório, com base no fluxo de caixa simplificado do futuro empreendimento conforme definido e disciplinado por Resolução da ANM.

§ 7º Encerrado o prazo da autorização de pesquisa e apresentado o relatório de pesquisa, o titular, ou o seu sucessor, poderá dar continuidade aos trabalhos, inclusive em campo, com vistas ao melhor detalhamento da jazida e à conversão dos recursos medido ou indicado em reservas provada e provável, a ser futuramente considerada no plano de aproveitamento econômico e para o planejamento adequado do empreendimento.

(...)

Art. 25. Ao concluir os trabalhos, o titular apresentará à ANM relatório final dos trabalhos de pesquisa realizados, conforme o disposto em Resolução da ANM.

§ 1º O titular da autorização fica obrigado a apresentar, no prazo de sua vigência, o relatório final dos trabalhos realizados independentemente do resultado da pesquisa.

§ 2º O conteúdo mínimo e as orientações quanto à elaboração do relatório final serão definidos em Resolução da ANM, de acordo com as melhores práticas internacionais.

(...)

Art. 43. A concessão da lavra poderá ser oferecida em garantia para fins de financiamento (BRASIL, 2018).

Esta atualização na legislação alinha ao que é praticado mundialmente, quanto ao conhecimento geológico e confiabilidade, de acordo com a quantidade e a qualidade de dados disponíveis, associando a fatores modificadores que detalhem a viabilidade técnica e econômica do empreendimento mineiro, cuja relação é ilustrada na **Figura 3.17**.

Além da regulamentação, este tema também foi inserido na Lei nº 13.575/2017, quando da criação da ANM:

Art. 2º A ANM, no exercício de suas competências, observará e implementará as orientações e diretrizes fixadas no Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração), em legislação correlata e nas políticas estabelecidas pelo Ministério de Minas e Energia, e terá como finalidade promover a gestão dos recursos minerais da União, bem como a regulação e a fiscalização das atividades para o aproveitamento dos recursos minerais no País, competindo-lhe:

(...)

XXXV - normatizar o sistema brasileiro de certificação de reservas e recursos minerais, no prazo de até um ano, contado da publicação desta Lei (BRASIL, 2017).

Dentre os padrões mais conhecidos, e que utilizam a mesma padronização, estão o JORC (Austrália), NI 43-101 (Canadá), SAMREC (África do Sul) e SME (Estados Unidos), que estão agrupados em um Comitê Internacional, o CRIRSCO (Committee for Mineral Reserves International Reporting Standards), composto por 13 países (**Figura 3.18**).

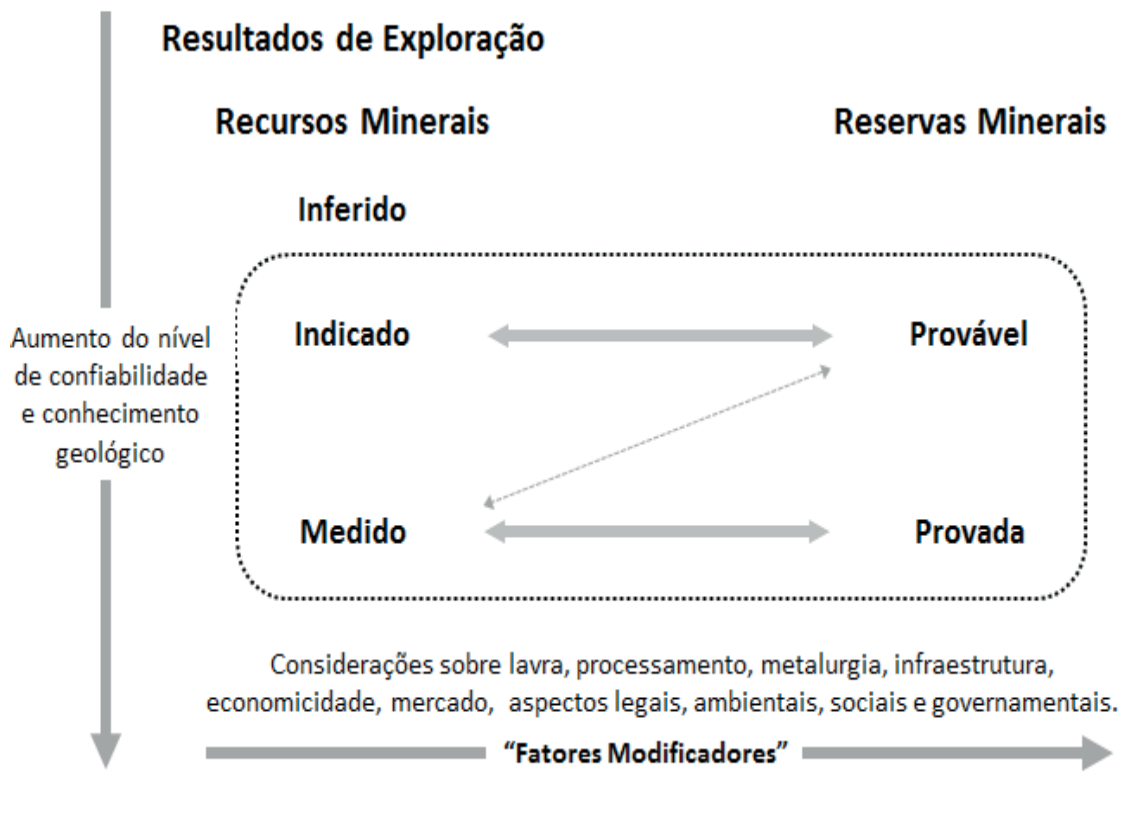


Figura 3.17 – Relação entre resultados de exploração, recursos e reservas minerais.

Fonte: CBRR (2015).

CRIRSCO members as at July 2018

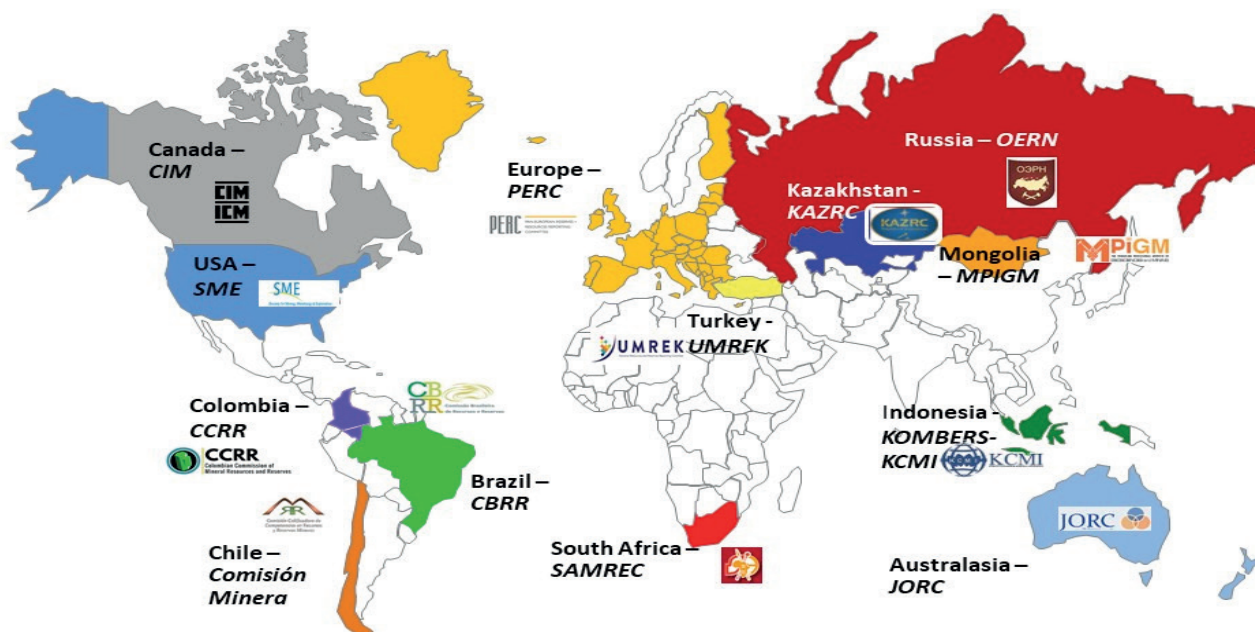


Figura 3.18 – Países integrantes do CRIRSCO em março de 2019.

Fonte: CRIRSCO (2019).

O Brasil é representado, no *CRIRSCO*, pela Comissão Brasileira de Recursos e Reservas (CBRR), desde 2015, quando foi publicado o Guia para Declaração Pública de Resultados de Exploração, Recursos e Reservas. A CBRR é constituída pela ABPM (Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa Mineral), ADIMB (Agência Brasileira de Desenvolvimento Tecnológico da Indústria Mineral) e IBRAM (Instituto Brasileiro de Mineração).

Os códigos são instrumentos que apresentam as orientações e recomendações de boas práticas para a Declaração Pública de Resultados de Exploração, Recursos Minerais e Reservas Minerais. A padronização destes códigos é uma das grandes vantagens da adoção desta metodologia e sistematização, o que torna equivalente e dinâmica sua aplicação e adequação em todo o globo. Com a padronização, é possível a comparação entre projetos similares e estabelecimento de *benchmarking*, pela mesma abordagem apresentada, com alta qualidade de informações, cada vez mais requerida por investidores e mercado financeiro. Aplicam-se a todos os minerais sólidos, inclusive diamante, outras gemas, minerais industriais, rochas ornamentais, agregados e carvão.

Os códigos baseiam-se em três princípios, de acordo com o Guia (CBRR, 2015):

- **Materialidade** - exige que uma declaração pública contenha todas as informações relevantes que investidores e seus consultores possam vir a solicitar, para fazer um julgamento equilibrado e fundamentado a respeito do que foi declarado. O armazenamento dos dados e informações deve ser feito de forma segura, controlado e qualificado por metodologias e critérios definidos, para que atenda aos interesses e julgamento dos interessados nas declarações.
- **Transparência** - exige que o leitor de uma declaração pública seja provido com informações suficientes, cuja apresentação deve ser clara e sem ambiguidades, para que este compreenda o relatório e não seja mal orientado por esta informação ou pela omissão de informações materiais que sejam de conhecimento do profissional qualificado. As informações devem ser disponibilizadas em portais ou repositórios, definidos pelas regras vigentes em cada país.
- **Competência** - exige que a Declaração Pública se baseie no trabalho realizado por profissionais devidamente qualificados, experientes e sujeitos a um código de ética e regras de conduta profissionais vinculativas.

3.6.1 Certificação Profissional

Além das habilitações concedidas ao Geólogo pela sua atribuição profissional, quando da conclusão de curso e “adesão” ao conselho profissional, em casos específicos onde são apresentadas declarações públicas de resultados de exploração, recursos ou reservas minerais, de empresa listadas em bolsas de valores ou que negociam prospectos e projetos minerais com investidores internacionais, existe um profissional responsável pela credibilidade das informações disponibilizadas, a quem se atribui um dos princípios dos padrões internacionais, que é a Competência.

Este princípio exige que a declaração pública seja conduzida, planejada, executada e assinada por um profissional responsável, habilitado, qualificado, experiente e especializado no tipo de mineralização, que aja conforme código de ética profissional e pertença a uma organização profissional reconhecida, vinculante e com atribuições de disciplina e regramento (CBRR, 2015). A documentação, nas quais as declarações públicas se baseiam, deve ser preparada por profissionais qualificados ou sob a supervisão destes e ser assinada por eles.

Este profissional tem deveres com a sociedade, com sua entidade profissional, com as boas práticas técnicas, saúde, segurança e meio ambiente. Deve ter experiência comprovada e liberdade de definição das melhores técnicas e metodologias de pesquisa e avaliação, com consciência de que terá que justificar suas escolhas e critérios de classificação, quanto às suas teorias sobre gênese, tipo de depósito mineral e contexto geológico, junto aos seus pares profissionais, em todo o mundo.

Os nomes conhecidos destes profissionais, de acordo com os principais padrões internacionais, são:

- **Competent Person:** JORC (Australásia), SME (Estados Unidos), SAMREC (África do Sul), PERC (Europa Ocidental) e CRIRSCO (Global);
- **Qualified Person:** NI 43-101/CIM (Canadá); e
- **Persona Competente:** Código CM20235 (Chile), Colômbia.

O termo adotado pela CBRR, no Brasil, é Profissional Qualificado Registrado, que define o profissional da indústria mineral, registrado junto à CBRR ou de uma Organização Profissional Reconhecida (OPR) pelo CRIRSCO, que atende aos seguintes requisitos: no mínimo 10 anos de experiência profissional, sendo destes, no mínimo, cinco anos de experiência relevante no estilo de mineralização, tipo de depósito considerado e na atividade sobre a qual a pessoa assume responsabilidade, incluindo, pelo menos, três anos em posição de responsabilidade (CBRR, 2015).

Mundialmente, os profissionais certificados são altamente valorizados pela indústria por sua dedicação, competência e comprometimento com altos padrões de conduta. Na Austrália, por exemplo, existem programas de acompanhamento a estes profissionais, com periódicas avaliações multidisciplinares e reconhecimento. Um dos principais pressupostos é a determinação, em seu desenvolvimento profissional contínuo, para permanente atualização das melhores práticas, o que inclui a participação em conferências, a realização de cursos de pós-graduação relacionados, cursos de extensão, ensino à distância, treinamento prático e publicação de artigos em periódicos.

Para que um profissional certificado seja aceito na jurisdição de outro país, de acordo com as regras de conduta do CRIRSCO, as Comissões Nacionais devem publicar, em seus instrumentos, as listas de OPR's. Em março de 2019, a CBRR tinha acordos de reciprocidade com Europa Ocidental (PERC), Estados Unidos (SME) e Chile (CM).

3.7 LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE ATIVIDADES MINERÁRIAS

Por: Sheila Klener Jorge de Sousa

A atividade minerária é um dos setores básicos da economia, contribui sobremaneira para o bem-estar e a melhoria da qualidade de vida da população, sendo fundamental para o desenvolvimento, desde que seja realizada com responsabilidade socioambiental.

Atualmente, a dependência da sociedade em relação às substâncias minerais possui extrema relevância, tanto que o consumo de minério por habitante é considerado um dos índices de avaliação do nível de desenvolvimento de um país.

No Brasil, a atividade minerária no Brasil é submetida a regulamentações ambientais e minerais que abrangem os três níveis de poderes: Federal, Estadual e Municipal. O governo federal estabelece as diretrizes e regulamentações, para a concessão, fiscalização e cumprimento da legislação mineral e ambiental, dentre elas se destacam:

- Código de Mineração (Decreto Lei nº 227, de 28/02/1967). “Art. 1º - Compete à União administrar os recursos minerais, a indústria de produção mineral e a distribuição, o comércio e o consumo de produtos minerais”;
- O art. 225, § 2º da Constituição Federal impõe “àquele que explorar recursos minerais a responsabilidade de recuperar os danos ambientais causados pela atividade de mineração, consistente na obrigação de recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com a solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma de lei”;
- Lei nº 6.938/1981, dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências;

- Resolução Conama nº 01/1986, estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente;
- Resolução Conama nº 09/1990, dispõe sobre normas específicas para o licenciamento ambiental de extração mineral, classes I, III a IX;
- Resolução Conama nº 10/1990, dispõe sobre normas específicas para o licenciamento ambiental de extração mineral, classe II;
- Resolução Conama nº 237/1997, dispõe sobre o licenciamento ambiental;
- Lei nº 9.433/1997, dispõe sobre a Política Nacional dos Recursos Hídricos;
- Lei nº 9.985/2000, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC;
- Portaria DNPM nº 441/2009, dispõe sobre a Dispensa de Título Minerário;
- Lei nº 12.305/2010, dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos
- Lei Complementar nº 140/2011, fixa normas, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981;
- Lei nº 12.651/2012, sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e nº 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências;
- Lei nº 13.575/2018, cria a Agência Nacional de Mineração (ANM); extingue o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM); altera as Leis nº 11.046, de 27 de dezembro de 2004, e nº 10.826, de 22 de dezembro de 2003; e revoga a Lei nº 8.876, de 2 de maio de 1994, e dispositivos do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração).

Além da legislação federal, o licenciamento ambiental está sujeito a legislação estadual e municipal, onde será realizada a atividade minerária. A atividade de mineração possui importante característica em relação ao licenciamento ambiental, que é a rigidez locacional. Essa característica muitas vezes gera polêmica entre ambientalistas, sociedade e mineradores, uma vez que, só se pode minerar onde existe minério, que em alguns casos, está inserido em área indígena, unidades de conservação, perímetro urbano, área de preservação permanente, área de reserva legal de imóvel rural etc.

Visando solucionar tal impasse, se faz necessária a realização de estudos que contemplem os benefícios e problemas gerados pela mineração em determinado local, para que seja possível ao órgão ambiental avaliar a possibilidade ou não de implantação da atividade, bem como as medidas necessárias para mitigar e/ou compensar os impactos negativos esperados.

Desta forma, para avaliação dos impactos ambientais de atividades potencialmente poluidoras, foi instituído, na Lei nº 6.938/1981, o licenciamento ambiental como instrumento administrativo, que estabelece as diretrizes para boas práticas ambientais a serem desenvolvidas em todas as fases de um empreendimento, inclusive aquelas associadas a exploração e extração de substâncias minerais.

Exceto para os casos previstos em lei, o licenciamento ambiental, quer seja para empreendimentos de significativo impacto ambiental, ou aqueles mais simplificados, é desenvolvido em três fases, que se referem a Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO). Estas licenças podem ser solicitadas separadas ou em conjunto, dependendo da peculiaridade de cada atividade e localização.

Em alguns estados, existe a Licença de Operação para Pesquisa Mineral (LOPM), concedida para áreas na fase de Alvará de Pesquisa junto a ANM – Agência Nacional de Mineração. A LOPM é emitida pelo órgão ambiental com base em Guia de Utilização da ANM, com a finalidade de realizar atividades de extração experimental durante a pesquisa, para avaliar a qualidade do minério e o processo de beneficiamento, previamente à Concessão de Lavra.

Um aspecto de senso comum entre gestores ambientais, consultores e mineradores refere a pontos conflitantes entre a legislação que rege o licenciamento ambiental de empreendimentos minerários e os direitos minerários de concessionários. Vários são os fatores causadores desses conflitos, os quais se destacam:

- Inúmeras são as legislações sobre licenciamento de empreendimentos minerários, que são incompatíveis entre si. Por exemplo, a legislação mineral é antiga datada de 1967, a legislação ambiental é mais recente de 1981, com muitos normativos específicos federais, estaduais e municipais;
- A normas ambientais estabelecidas atualmente aumentam as restrições às atividades minerais, tais como Resoluções Conama, Instruções Normativas do IPHAN, Código Florestal, Portarias Interministeriais, dentre outros;
- Os órgãos de governo, tanto federais e principalmente os estaduais, que fiscalizam e licenciam empreendimentos minerários, necessitam de um corpo técnico cada vez mais especializado em mineração e meio ambiente, o qual recebe pouca capacitação por falta de verba dos órgãos ambientais aplicada a essa finalidade;
- Muitos órgãos ambientais encontram-se com quadros de servidores cada vez mais defasados. A infraestrutura de muitos órgãos é

arcaica, necessitando de equipamentos com tecnologia de ponta, veículos adequados e até melhoria na ajuda de custo para vistoria/fiscalização;

- O quadro profissional dos órgãos responsáveis pelo licenciamento está ficando cada vez menor e com baixos salários. Havendo, desta forma, uma defasagem de profissionais, aumentando o tempo de resposta ao empreendedor e a sociedade, em muitos casos, ultrapassando os 180 dias previsto na legislação; e
- Valores cobrados pelos órgãos ambientais para análise de processos e realização de vistoria, são considerados altos por alguns empreendedores.

Esses conflitos ocasionam, em muitos casos, que o pequeno minerador por não conseguir atender todos os critérios legais e técnicos para obter o licenciamento ambiental, acaba, muitas vezes, trabalhando na clandestinidade.

Contudo, o licenciamento ambiental é um instrumento importante e necessário para o planejamento efetivo de um empreendimento mineral, possibilitando que os impactos socioambientais, desde a escolha do local, passando pela implantação, operação até sua desativação, sejam avaliados, minimizados, mitigados e/ou compensados. As mineradoras de maior porte conseguem superar, às vezes com dificuldades, todos os obstáculos legais e normativos estabelecidos em um processo de licenciamento ambiental.

Todo esse cenário leva a crer que não existe uma integração entre os setores dos governos junto a sociedade, para que sejam elaboradas políticas ambientais/minerais com critérios que introduzam a atividade mineral na sistemática do desenvolvimento sustentável, sem distinguir o tamanho e a capacidade de cada empreendimento.

3.8 FECHAMENTO DE MINA NO BRASIL

Por: Claudio Scliar

Enquanto a exploração mineral é o início da atividade, o fechamento é o momento oposto, e deve ser planejado com o mesmo cuidado. O fechamento de uma mina pode ocorrer por exigência do órgão público responsável ou controlador da concessão e por decisão judicial ou do minerador, como se sintetiza a seguir:

- pelo término da concessão ou o descumprimento de normas legais da mineração, segurança, meio ambiente, tributária e trabalhista;
- por razões econômicas, quando ocorrem acentuadas oscilações depreciando o preço dos minérios e/ou aumento dos custos de produção;
- por razões geológicas, como a redução do teor ou da reserva do minério;
- por motivos técnicos, se surgirem situações geotécnicas perigosas ou falhas mecânicas e de equipamentos, o que resultaria em maiores custos;
- por pressão social, conflitos com as comunidades da área de influência direta ou com Organizações Não Governamentais (ONG); e
- por decisão judicial, em função da proibição da extração de um bem mineral, como está previsto na decisão do STF, como é o caso da mina Cana Brava, em Minaçu (GO).

Desde os anos 1970, o fechamento de mina tornou-se presente em discussões e legislações de países, como os EUA, a Austrália, o Canadá e outros. No Brasil, diversos instrumentos legais relacionados ao fechamento de mina e as responsabilidades, quanto à recuperação das áreas degradadas ou poluídas, são encontrados em legislações ambientais federais e estaduais, desde a década de 1980 (LOTT, 2000; LIMA, 2002; TAVEIRA, 2003; POVEDA, 2007).

Por exemplo, o Plano Nacional do Meio Ambiente (PNMA), proposto na Lei nº 6.938/1981, estabeleceu a obrigatoriedade da reparação do dano ambiental. Conforme disposto em seu artigo 4º, inciso VII, é imputado ao empreendedor a reparação do dano ambiental provocado, na etapa de descomissionamento da atividade (BRASIL, 1981).

Da mesma forma, a Constituição Federal de 1988 estipula direitos e deveres para os mineradores no Capítulo VI – Do Meio Ambiente, artigo 225, parágrafo § 2º:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 2º: Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com a solução técnica exigida pelo órgão competente, na forma da lei (BRASIL, 1988).

Nesse mesmo artigo, o § 3º estabelece as esferas penal, administrativa e civil, como responsabilidade jurídica aos infratores que desenvolverem atividades lesivas ao meio ambiente, independentemente da obrigação de reparar o dano.

Um dos principais procedimentos previstos quanto a agravos ao meio ambiente pela indústria é o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), instituído pelo Decreto nº 97.632/1989 (BRASIL, 1989).

Outro dispositivo legal que contempla a recuperação de áreas degradadas é a Resolução Conama nº 237/1997, que regulamenta o

licenciamento ambiental estabelecidos na PNMA (BRASIL, 1997).

No âmbito da legislação mineral, a Portaria nº 237 do DNPM, de 18 de outubro de 2001, institui normas reguladoras da mineração e dispõe acerca da reabilitação de áreas pesquisadas, mineradas e impactadas, conforme disposto na NRM nº 21 (BRASIL, 2001).

A recuperação de áreas degradadas pela atividade minerária deve ser compreendida como parte integrante do Plano de Fechamento de Mina, o qual constitui um conjunto de atividades com objetivo de eliminar ou minimizar a geração ou a ampliação de passivos ambientais, bem como propor uso futuro da área minerada (FLORES, 2006; CAMELO, 2006; SANCHEZ, 2001).

O estado de São Paulo aprovou, em 04 de dezembro de 2002, o Decreto nº 47.400, que considera o encerramento das atividades industriais como fase final do licenciamento ambiental, exigindo a apresentação do Plano de Desativação, com previsão legal da recuperação da área degradada, conforme o Artigo 5º:

Artigo 5.º - Os empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental deverão comunicar ao órgão competente do Sistema Estadual de Administração da Qualidade Ambiental, Proteção, Controle e Desenvolvimento do Meio Ambiente e Uso Adequado dos Recursos Naturais - SEAQUA a suspensão ou o encerramento das suas atividades.

§ 1.º - A comunicação a que se refere o “caput”, deverá ser acompanhada de um Plano de Desativação que contemple a situação ambiental existente e, se for o caso, informe a implementação das medidas de restauração e de recuperação da qualidade ambiental das áreas que serão desativadas ou desocupadas.

§ 2.º - O órgão competente do SEAQUA deverá analisar o Plano de Desativação, verificando a adequação das propostas apresentadas, no prazo de 60 dias.

§ 3.º - Após a restauração e/ou recuperação da qualidade ambiental, o empreendedor deverá apresentar um relatório final, acompanhado das respectivas Anotações de Responsabilidade Técnica, atestando o cumprimento das normas estabelecidas no Plano de Desativação.

§ 4.º - Ficará o declarante sujeito às penas previstas em lei, em caso de não cumprimento das obrigações assumidas no relatório final. (SÃO PAULO, 2002).

O estado de Minas Gerais publicou, em 27 de novembro de 2008, a Deliberação Normativa Copam nº 127, que estabelece diretrizes e procedimentos para avaliação ambiental da fase de fechamento de mina (MINAS GERAIS, 2008). Essa norma define conceitos relacionados ao tema e determina que as atividades minerárias desenvolvidas no estado devem incluir, no seu planejamento, os projetos de reabilitação ambiental da área impactada, a qual deverá ser concomitante com a lavra, ao longo da vida útil do empreendimento. Nessa Deliberação Normativa são estabelecidos os objetivos da execução do Plano Ambiental de Fechamento de Mina (PAFEM).

Diversos fatos relevantes referentes ao marco regulatório e institucional do setor mineral ocorreram nos anos 2017 e 2018, quanto ao fechamento de mina. O novo Regulamento do Código de Mineração aprovado no Decreto nº 9.406, em 12 de junho de 2018, alterou diversos procedimentos importantes como apresentado no art. 5º:

Art. 5º A atividade de mineração abrange a pesquisa, a lavra, o desenvolvimento da mina, o beneficiamento, a comercialização dos minérios, o aproveitamento de rejeitos e estéreis e o fechamento da mina.

§ 1º *Independente de concessão o aproveitamento de minas manifestadas e registradas, as quais são sujeitas às condições que o Decreto-Lei nº 227, de 1967 - Código de Mineração, este Decreto e a legislação correlata estabelecem para a lavra, a tributação e a fiscalização das minas concedidas.*

§ 2º *O exercício da atividade de mineração implica a responsabilidade do minerador pela recuperação ambiental das áreas degradadas.*

§ 3º *O fechamento da mina pode incluir, entre outros aspectos, os seguintes:*

I - a recuperação ambiental da área degradada;

II - a desmobilização das instalações e dos equipamentos que compõem a infraestrutura do empreendimento;

III - a aptidão e o propósito para o uso futuro da área;

IV - o monitoramento e acompanhamento dos sistemas de disposição de rejeitos e estéreis, da estabilidade geotécnica das áreas mineradas e das áreas de servidão, do comportamento do aquífero e da drenagem das águas (BRASIL, 2018).

O Decreto nº 9.406/2018 determina a responsabilidade do minerador pela recuperação das áreas degradadas, a desmobilização das instalações e equipamentos, o monitoramento e acompanhamento dos sistemas de disposição dos rejeitos/estéreis e o controle, se houver, da instabilidade geológica. No art. 34, do supracitado decreto, se estabelece que, antes da extinção do título de Concessão de Lavra, deve ocorrer a conclusão do Plano de Fechamento de Mina.

Internacionalmente, diversas ações foram desenvolvidas tanto por entidades representativas do setor empresarial ou vinculadas à ONU, como por países com tradição em mineração (CLARK et al., 2000; TONIDANDEL, 2011; QUEENSLAND, 2001; ONTARIO, 1995).

3.8.1 O Exemplo do Fechamento da Mina Cana Brava, em Minaçu, Goiás

A mineração promoveu parcela significativa do povoamento do estado de Goiás, desde o período colonial, sendo a indústria considerada de grande importância na geração de renda e emprego em minas de grande, médio e pequeno porte, quanto ao volume de minério extraído. Em relação à geologia, a porção noroeste do estado se encontra no chamado Arco Magmático, composto por sequências vulcano-sedimentares e granodioritos, de idades neo a mesoproterozóicas, bem como por rochas arqueanas que constituem os *greenstone belts* de Guarinos, Crixás e Pilar, contando, ainda, com diversas intrusões de rochas máficas e ultramáficas, onde se situam os depósitos de crisotila (SANTOS, 2011).

A Mineradora Sama S.A., então do Grupo Saint Gobain, iniciou suas atividades de lavra de amianto crisotila em 1938, na Mina de São Félix, Poções (BA). Com a descoberta da jazida de crisotila, nos anos 1960, em Minaçu (GO), a mineradora concentrou seus investimentos na nova área, que apresentava reservas e qualidade do minério melhores que a mina na Bahia.

A Mina Cana Brava se localiza no Município de Minaçu, norte de Goiás, distante 487 km de Goiânia. Em 1962, a Mineradora Sama S.A. iniciou a pesquisa da jazida, o que provocou o crescimento da população da cidade, em especial a partir de 1967, quando começou a lavra da Mina Cana Brava. A Mina se situa dentro de uma Concessão Estadual de 4.500 ha, que preserva 87% como reserva ecológica e o restante do terreno é utilizado para as atividades e os serviços industriais e residenciais da empresa (DOMINGOS, 2015; PIETRAFESA et al., 2018).

Na geopolítica dos bens minerais no século 20, os países, que primeiro se industrializaram, incentivaram pesquisas tecnológicas para a substituição de bens minerais, cujos depósitos se encontravam em regiões consideradas politicamente instáveis ou cujas reservas conhecidas eram reduzidas ou não controladas por suas empresas. No caso dos minerais amiantíferos, os EUA nunca possuíram grandes reservas e as indústrias dependiam da importação, tanto da crisotila do Canadá, como da amosita e crocidolita da África do Sul e outros países. Por isso, os fabricantes de produtos que necessitavam dessas fibras financiaram pesquisas, desde os anos 1940, de fibras sintéticas que substituíssem os minerais amiantíferos, considerados estratégicos para várias indústrias (GALLI, 2010).

Os adoecimentos e mortes de milhares de mineiros e trabalhadores da indústria do amianto, constatados e denunciados a partir dos anos 1960, impulsionaram a organização de movimentos sindicais e de entidades e profissionais, em defesa da saúde e da segurança dos trabalhadores contra o uso industrial, sem controle e fiscalização, de todas as fibras amiantíferas, o que também facilitava a disputa de mercado pelas empresas que começavam a utilizar as fibras sintéticas, anunciadas como “sem perigo para a saúde”, consideradas, atualmente, pelos órgãos internacionais como apresentando risco indeterminado (PARK, 2018; SCLiar, 2005). Nesse contexto se insere o fechamento da Mina Cana Brava, por decisão do STF, em relação ao banimento da produção e do uso de todas as fibras de amianto no Brasil, inclusive das fibras do mineral crisotila.

Uma das consequências do movimento internacional e dos interesses comerciais dos concorrentes, resultou que as grandes empresas mineradoras e fabricantes de produtos de fibrocimento inauguraram fábricas de fibras sintéticas, abandonando a mineração de amianto, como a francesa Saint Gobain S.A., no Brasil representada pela Brasilit, em 2004. A Eternit e as outras empresas fabricantes de produtos de fibrocimento no Brasil também decidiram substituir as fibras de amianto crisotila, em 2018, restando a alternativa do mercado externo para a Mineradora Sama.

As fibras amiantíferas foram amplamente estudadas quanto aos impactos que provocam na saúde, desde os anos 1960, e as pesquisas levadas a debate em fóruns organizados pela Organização Internacional do Trabalho (OIT) e outras entidades. Em 1986, a OIT aprovou a Convenção nº 162 e a Recomendação nº 172, que incluía o banimento do amianto anfíbólio (FILHO et al., 2017).

Alguns pesquisadores da área médica desenvolveram estudos considerando a crisotila com menor potencial patogênico que os anfíbólios, pois seriam eliminadas mais rapidamente do pulmão (BERNTEIN et al., 2006, BAGATIN et al., 2005).

Desde os anos 1990, o Brasil adotou os rígidos controles definidos pela OIT na Lei nº 9.055/1995 (BRASIL, 1995), regulamentada pelo Decreto nº 2.350/1997, após ampla discussão no Congresso Nacional, com participação dos trabalhadores da Mina Cana Brava, liderados pelo Sindicato dos Trabalhadores na Indústria Extrativa e de Beneficiamento de Minaçu, Goiás, e Região, e outras entidades representativas das fábricas de produtos de fibrocimento. Essa lei disciplina a extração, industrialização, utilização, comercialização e transporte das fibras do mineral crisotila e dos produtos que contenham fibras naturais e sintéticas no território nacional.

Em 2005, a Organização Mundial da Saúde – OMS realizou, na cidade de Lyon, França, *workshop* para estudar as fibras sintéticas substitutas das fibras naturais de amianto e avaliar os impactos e riscos dessas fibras na saúde humana. O relatório final concluiu que a maioria dos materiais sintéticos substitutos é biopersistente e possui níveis elevados de toxicidade, sendo que os comercializados no mercado foram descritos com risco indeterminado à saúde humana, por falta de estudos científicos conclusivos (OMS, 2005; PARK, 2018; SALDANHA et al., 2007).

No Brasil, a pesquisa “Projeto Asbesto Ambiental – Exposição Ambiental ao Asbesto: Avaliação do Risco e Efeitos na Saúde”, coordenada pelo professor da Universidade de São Paulo (USP), Ericson Bagatin, contando com a participação de pesquisadores de outras universidades brasileiras resultou em relatório que demonstra a possibilidade do uso seguro do amianto crisotila (BAGATIN, 2000; BAGATIN et al., 2005).

Outros estudos demonstraram, por meio de pesquisas científicas, por que as fibras de amianto crisotila são menos impactantes à saúde do que as provenientes dos minerais do grupo dos anfíbólios (BERNSTEIN et al., 2006).

No mundo, se mantêm como grandes produtores e consumidores do amianto crisotila os países que formam o BRICS - Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul, concentrando a maior produção (~ 88%) e consumo (~ 70%) de amianto crisotila (USGS, 2018).

Nesse contexto está o fechamento da Mina Cana Brava, em Minaçu, Goiás, única produtora de amianto crisotila no Brasil, que representa o cruzamento de duas questões, objeto de amplas discussões entre os interessados na mineração mundial e brasileira.

Uma questão se refere à consolidação de políticas públicas e práticas que garantam o encerramento das atividades de extração mineral, com a devida recuperação das áreas degradadas e a definição de ações para o desenvolvimento econômico, social e ambiental da região minerada. A outra questão representa mais um passo para o banimento da produção e do uso da crisólita no Brasil, a qual expressa posicionamentos de entidades e empresas concorrentes, tendo, como bandeira, os adocimentos comprovados pelo intenso uso sem controle das fibras de anfibólios e serpentina, desde o início do século passado.

Nos últimos anos, as assembleias legislativas de alguns estados aprovaram leis com prazos para a proibição da produção e da comercialização de materiais com amianto. Em função disso, a Confederação Nacional dos Trabalhadores da Indústria (CNTI) entrou no Supremo Tribunal Federal (STF), arguindo a inconstitucionalidade dessas legislações, pois a Lei Federal nº 9.055/1995 permite livre produção e comércio desses materiais.

Ao votar essa demanda da CNTI, a maioria dos ministros decidiu, em reunião do plenário do STF, realizada em 29 de novembro de 2017, acompanhar o voto da ministra Rosa Weber, relatora das Ações Diretas de Inconstitucionalidade (ADIs) nº 3.406 e 3.470, que tratam do tema. Nessa votação, o STF considerou constitucional a proibição do comércio e produção de amianto crisotila nos estados citados nas ADIs e que esta decisão deveria ser seguida por todas as instâncias da justiça no país, o que resultaria, no estado de Goiás, no fechamento da Mina Cana Brava (BRASIL, 2017).

Em 19 de dezembro de 2017, a ministra Rosa Weber concedeu liminar, permitindo aos estados, que não aprovaram leis proibindo a produção e o comércio de amianto, continuar suas atividades, o que garantiu à Mineradora Sama S.A. manter a produção, vendendo no mercado interno e externo.

Após mais de um ano da decisão do STF, o Acórdão foi publicado em primeiro de fevereiro de 2019, no entanto, ainda permite procedimentos legais dos interessados que foram interpostos e espera-se a decisão da Ministra Relatora do processo. Com a publicação do Acórdão, a Mineradora Sama S.A. paralisou a produção em 10 de fevereiro de 2019, à espera do posicionamento final do STF, que julgará o pedido de prazo para o fechamento da mina, conforme legislação específica sobre o assunto.

3.9 SUCESSOS E EQUÍVOCOS NA MINERAÇÃO: OS CASOS DE CARAJÁS, A TÉCNICA DA ROCHAGEM E A RENCA

3.9.1 A descoberta da Província Mineral de Carajás

Por: Jorge Luiz Padilha

A Serra dos Carajás constitui uma das maiores províncias minerais do mundo, e contém minas em atividade e grandes depósitos de ferro, manganês, cobre, ouro, estanho e outros minérios, em diversas fases de pesquisa. Situa-se no sudeste do estado do Pará, na margem esquerda do rio Parauapebas, o qual, por sua vez, é afluente da margem direita do rio Itacaiúnas e este, afluente da margem esquerda do rio Tocantins (**Figura 3.19** e **Figura 3.20**).

Os primeiros trabalhos geológicos de Carajás datam de 1922, quando o geólogo Avelino Ignácio de Oliveira, subiu os rios Xingu e Fresco, passando nas proximidades das clareiras de São Félix do Xingu (OLIVEIRA, 1928). Em 1933, o engenheiro Moraes Rego relatou o que viu no horizonte sobre a Serra dos Carajás: “morros de topo plano onde se encontram campos geraes”, sem, entretanto, chegar ao local (REGO, 1933). Em 1966, o geólogo Otávio Barbosa (BARBOSA et al., 1966) fotointerpretou as clareiras como provável *carst* sobre calcário (SANTOS, 2018). A CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, atual Serviço Geológico do Brasil) realizou o mapeamento regional na escala 1:250.000, no Programa Grande Carajás da região da Serra dos Carajás (ARAÚJO, 1991).

A partir de 1967, iniciaram-se os programas de prospecção da *United States Steel* (Companhia Meridional de Mineração), empresa norte-americana que procurava depósitos de manganês na região (MAYRINK, 2002). A Meridional começou o *Brazilian Exploration Program* (BEP), com a chefia do geólogo norte-americano *Gene Tolbert*, que contratou vários geólogos brasileiros para o trabalho de campo, dentre eles: Breno Augusto dos Santos, João Erdmann Ritter e Erasto Boretti de Almeida.

A descoberta da Província de Carajás teve início em maio de 1967, durante campanha de levantamentos aéreos para reconhecimento de possíveis áreas de interesse para ocorrência de minério de manganês, que era o principal objetivo da Companhia Meridional de Mineração. Posteriormente, durante as análises das fotos aéreas do Projeto Araguaia foram identificadas grandes estruturas geológicas favoráveis à busca de manganês, a leste do Xingu. A existência de várias e grandes clareiras na floresta, semelhantes às que foram vistas nos voos de reconhecimento de maio, chamou a atenção da equipe. Em 31 de julho de 1967, o geólogo Breno Augusto dos Santos e o piloto José Aguiar pousaram de helicóptero em uma clareira do topo da Serra Arqueada com a finalidade de reconhecimento geológico, identificando a ocorrência de canga hematítica, conforme mostra a **Figura 3.21** (SANTOS, 2018). O **Box**

3.1 apresenta o relato do geólogo Breno Augusto dos Santos, sobre o dia 31 de julho de 1967.

Confirmada a descoberta e após alguns reconhecimentos das outras clareiras da serra, o geólogo chefe *Gene Tolbert* enviou correspondência à *US Steel*, nos EUA, relatando que Carajás poderia ter de 2 a 35 bilhões de toneladas de minério de ferro, o que configurava uma das maiores reservas de ferro do mundo. Afirmou, na época, que a jazida era muito grande para sua empresa implantar o projeto sozinho.

Em 1968, os geólogos José E. Machado e John M. A. Forman (CNEN) fizeram a primeira visita a Carajás e constataram o magnífico potencial geológico da jazida, recomendando aos seus superiores que investissem na jazida, apesar das dificuldades logísticas da região. Alertado para a grandeza da reserva ferrífera, o governo militar brasileiro da época, de acordo com o pensamento nacional-desenvolvimentista reinante, decidiu associar-se com a Meridional para formar a AMZA, com a participação de 51% da Companhia Vale do Rio Doce e 49% da *US Steel*, com a finalidade de prospectar os minérios de Carajás e de outros locais da região Norte do Brasil. A sociedade com os americanos perdurou até 1977, quando a Vale do Rio Doce comprou os 49% da *US Steel*, por 50 milhões de US dólares, e tornou-se a única proprietária das fabulosas reservas minerais de Carajás (MAYRINK, 2002).

A entrada da Vale do Rio Doce no empreendimento “grande Carajás”, diversificando regionalmente as suas atividades, e a constatação do potencial mineral polimetálico da região, motivaram, no início da década de 1970, a criação das estatais CPRM, do Projeto Radam e da Rio Doce Geologia e Mineração S.A. (Docegeo), subsidiária da Vale do Rio Doce para a pesquisa geológica do país.

A inauguração oficial do projeto deu-se em 1983 e a Estrada de Ferro Carajás, que interliga Parauapebas (PA) a São Luís (MA), em 1985, a qual transporta o minério de ferro da mina ao Porto de Itaqui, no Maranhão (MAYRINK, 2002).

O engenheiro Eliezer Batista teve um papel destacado na implantação do Projeto Grande Carajás, no fim da década de 1970 e início da década de 1980, sendo o presidente da Vale do Rio Doce, pela segunda vez, de 1979 a 1986, quando foram inauguradas a mina e a ferrovia.

A Docegeo teve participação fundamental nas descobertas de Salobo, Sossego, Igarapé Bahia e Cristalino, além de outras jazidas fora do distrito de Carajás, como Paragominas, Porto de Trombetas e Rio Capim na região Norte, e em outras regiões do país, cumprindo a sua missão de diversificação dos negócios minerais da Vale do Rio Doce. Em 2002, a Docegeo foi extinta e parte do corpo de empregados transferidos para a Vale do Rio Doce.

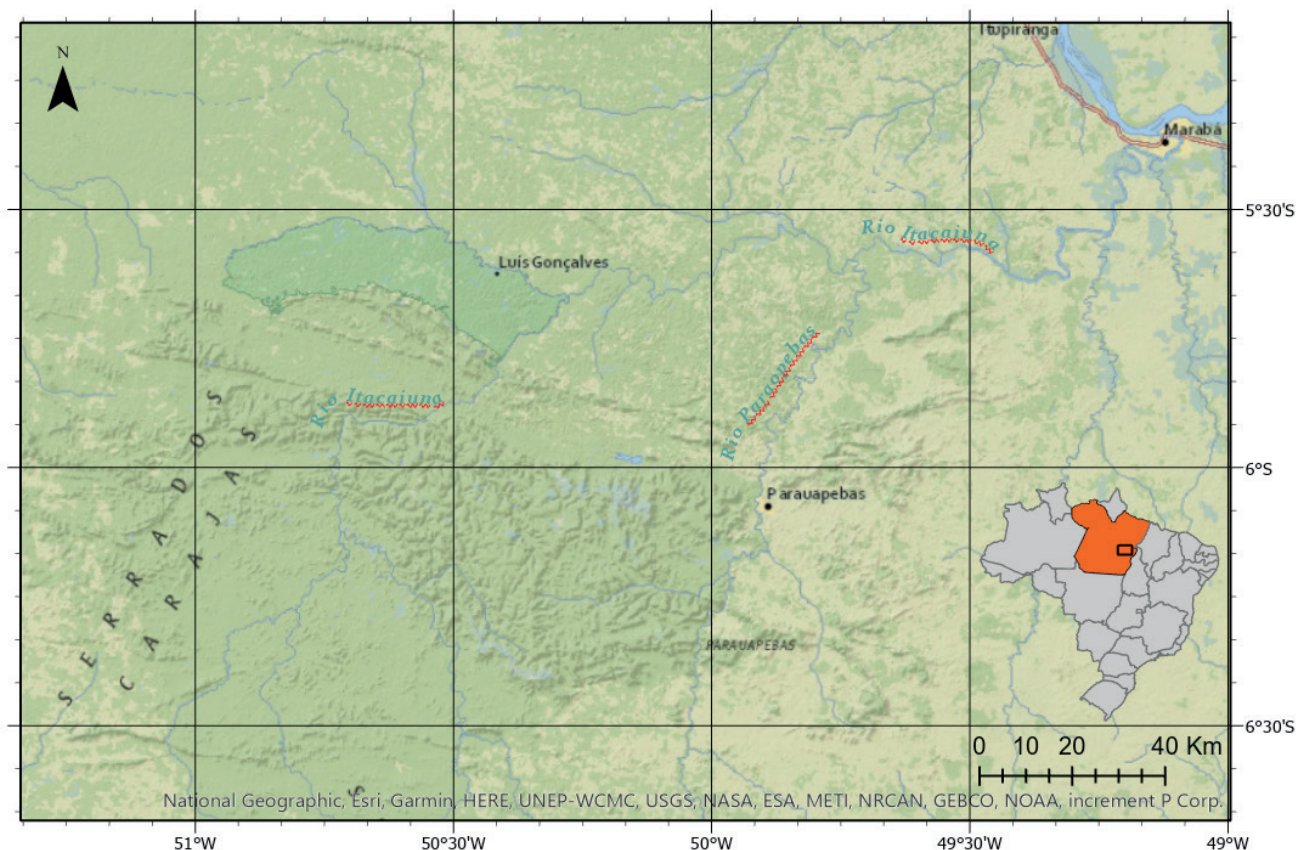


Figura 3.19 – Mapa de localização da Serra dos Carajás (National Geography World Map).

Fonte: ESRI (2019).

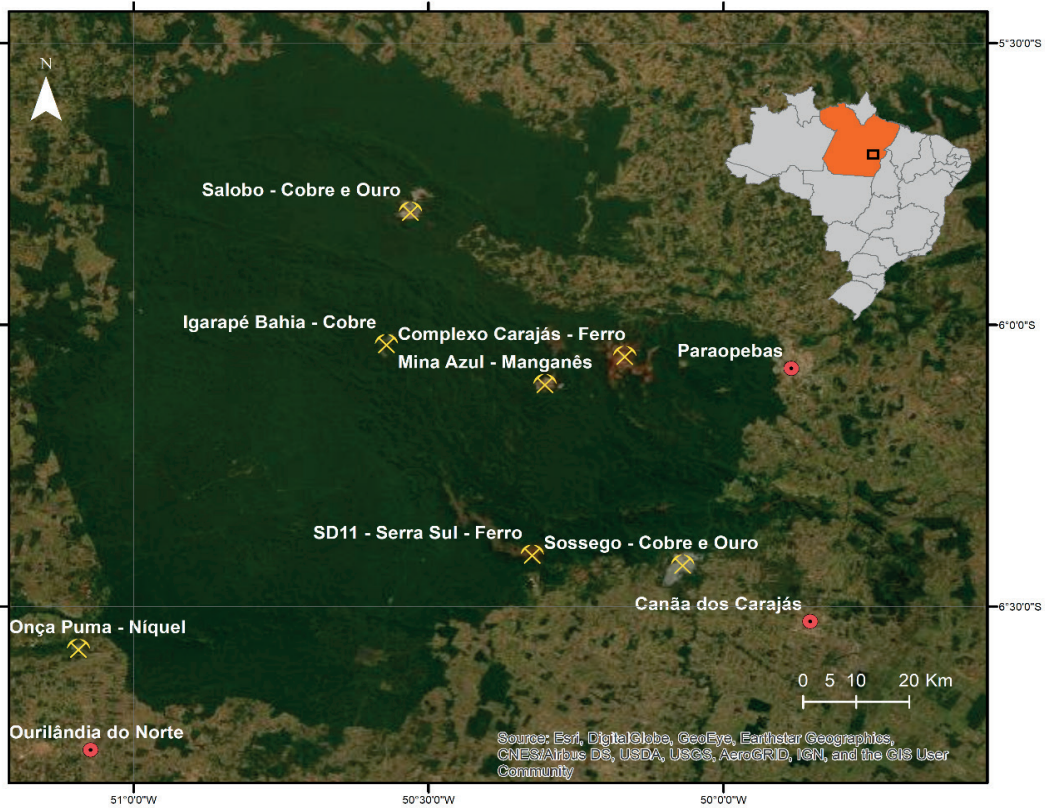


Figura 3.20 – Localização de Minas na Serra dos Carajás.

Fonte: ESRI (2019).



Figura 3.21 – Imagens do pouso na Serra Arqueada, no dia 31 de julho de 1967, quando foi revelada a presença da canga hematítica nas clareiras da Serra de Carajás.

Fonte: Santos (2018).

BOX 3.1 - 31 DE JULHO DE 1967: O COMEÇO DE TUDO

Por: Breno Augusto dos Santos

Tudo começara quando, em meados de julho, ao recebermos as fotos aéreas do Projeto Araguaia, constatamos que, apesar das facilidades da base de São Francisco, no rio Xingu, o local era impróprio para os objetivos do programa de exploração geológica, destinado à busca de minério de manganês, da Meridional (United States Steel). Além disso, a existência de enormes clareiras despertava a nossa curiosidade geológica.

A pista do Castanhal do Cinzento, no rio Itacaiúnas, que acabara de ser aberta pelo seu proprietário, transformara-se em excepcional ponte para penetrar na região, pois estava no centro de toda a área de interesse.

A reunião da noite anterior havia sido um pouco tensa. O piloto de helicóptero, Aguiar, com toda a sua experiência, argumentava que seria muito arriscado tentarmos atingir o Castanhal do Cinzento, voando em linha reta, e sem possibilidade de reabastecimento.

Eu procurava disfarçar a minha insegurança, ante a missão de ter que coordenar tal programa de exploração geológica, sem nunca sequer ter voado de helicóptero. Tolbert, quando partira para o Rio, tinha procurado deixar-me tranquilo, ao afirmar que não me preocupasse, que a companhia estava pagando para que aprendesse, pois ninguém havia feito isso na Amazônia.

Acabou sendo aceita, pelo piloto Aguiar, a sugestão da rota: São Francisco - rio Xingu - São Félix do Xingu - rio Fresco - igarapé Carapanã - rio Cateté - Aldeia Xicrins - rio Cateté - rio Itacaiúnas - Castanhal do Cinzento, com vários pousos para reabastecimento. Toda a equipe saberia por onde voaríamos, o que poderia facilitar as buscas se o pior acontecesse. Além da segurança, apresentava uma vantagem geológica, pois na serra, que separava as cabeceiras do Carapanã e Cateté, havia uma pequena clareira, semelhante às maiores, e que fora selecionada para pouso de reabastecimento. Poderíamos, então, começar a desvendar os mistérios da existência das clareiras.

Na manhã de 31 de julho de 1967, pouco depois de duas horas de voo, nos aproximamos da extremidade oeste da serra e passamos a sobrevoar o seu flanco norte, onde se localizava a clareira. De repente, lá estava ela, bastante íngreme nas proximidades do topo, mas aplainada mais abaixo, o suficiente para permitir o pouso do helicóptero.

Tinha a esperança de que poderia ser uma crosta de minério de manganês. Enquanto Aguiar começava o reabastecimento, meu martelo quebrava os primeiros blocos. O pó marrom-avermelhado indicava que a crosta da clareira correspondia à canga de minério de ferro.

Tirei as primeiras fotos da canga hematítica de Carajás, ficando como documento histórico da descoberta, o flagrante do helicóptero pousado na clareira, enquanto Aguiar ainda cuidava do seu reabastecimento.

Logo que cheguei ao Cinzento, chamei os geólogos Ritter e Erasto, para que vissem as amostras coletadas. A hipótese de que as outras clareiras poderiam ser iguais, nos assustava, pois teríamos os maiores depósitos de minério de ferro do mundo.

No dia 2 de agosto, segui em pequeno Cessninha para Belém, para comunicar ao Tolbert o início dos trabalhos e a descoberta. Em um posto telefônico da antiga Radional, consegui informar o que acontecera. Para bem comunicar o local do pouso, levei uma foto aérea da serra, e pedi que Tolbert, observando o seu número, pegasse a duplicata no Rio. Então, para simplificar a comunicação, disse: “Está vendo a clareira nessa serra arqueada?...” E, a partir desse momento, Arqueada passou a ser o nome da serra do descobrimento, assim sendo conhecida em todos os mapas da região. A reação de Tolbert foi bastante fria, acabando com o meu entusiasmo: “Tem muito ferro no mundo... Continuem procurando manganês.”

Mesmo assim, na segunda quinzena de agosto, com os dois helicópteros da Helitec em condições de voo, os três geólogos da equipe fizeram o reconhecimento das grandes clareiras, logo depois batizadas como N1, N2, N3, N4 e N5 – na Serra Norte -, e S11 - na Serra Sul -, confirmando a hipótese inicial.

Em decorrência da descoberta do manganês de Buritirama, na mesma época, Tolbert veio visitar a região, mas deixando as clareiras para o segundo dia. Somente na manhã de 17 de setembro, segui de helicóptero com Tolbert para visitar as clareiras. Tolbert começou a entender o que queríamos dizer, quando afirmávamos que havia muito ferro.

Aos poucos, a alegria quase infantil que Tolbert sentira na primeira clareira, foi sendo substituída por uma expressão compenetrada de preocupação. Comportou-se com seriedade profissional quando visitamos as grandes clareiras, sem as suas brincadeiras habituais, tornando-se mais grave a cada pouso.

Ao retornarmos ao acampamento do Cinzento, Tolbert, preocupado, comentou comigo: “É tudo muito grande e minha companhia não vai ter competência política para ficar com isso...” E a história seguiu o seu curso...

3.9.2 Rochagem: elo para unir o setor mineral e agrícola na construção de novo paradigma

Por: Suzi Huff Theodoro

No Brasil, todos os indicadores nacionais são superlativos. Somos o quinto país mais extenso territorialmente e o sexto em tamanho da população. Somos também a nona maior economia em PIB, o 10º maior produtor de petróleo, o primeiro em reserva hídrica, o segundo maior exportador de produtos agropecuários e o sétimo de minérios (IBGE, 2016). Apesar dessa pujança, de outro lado, estamos entre os países com maiores índices de desigualdade social: somos o maior importador de agrotóxicos; possuímos o nono maior índice de homicídios do mundo; as mais pífias representatividades de mulheres no campo da política (ONU, 2017) e o país mais corrupto (TRANSPARÊNCIA INTERNACIONAL, 2016). Tais dados mostram que o país é um caldeirão de contradições e, ao mesmo tempo, de oportunidades para construção de um futuro mais promissor do ponto de vista socioeconômico e ambiental.

Informações sobre o desempenho brasileiro no comércio internacional costumam destacar o gigantesco potencial agrícola e mineral. A produção dos bens semi-processados, ou *in natura*, derivados desses dois setores, é quase integralmente dirigida para a exportação, contribuindo, fortemente, para alavancar a balança comercial do Brasil. Apesar disso, existe um risco que ronda esse sucesso e que não tem sido seriamente considerado. Trata-se da dependência que o modelo agrícola, dominante no país, tem da importação de insumos, em especial de fertilizantes solúveis (NPK). Para manter os altos índices de produção, o Brasil importa cerca de 70% do que consome - média dos últimos 10 anos (ANDA, 2016). Essa dependência nos coloca como o quarto maior importador de NPK e, nesse nicho do comércio internacional, o país não participa da formação de preços.

É importante destacar que a produção agrícola interage de forma transversal com vários indicadores mencionados e, para sua reprodução, necessita de terra, água e força de trabalho. Por tais características, esse setor produtivo desponta como uma grande possibilidade para tornar o país mais soberano e trilhar caminhos mais sustentáveis (em todas as dimensões que se queira considerar). Trata-se do uso da tecnologia da Rochagem, a qual carrega em seus princípios, a possibilidade de unir o setor agrícola ao setor mineral (agrogeologia). Essa possibilidade tecnológica tem a capacidade de oferecer e suprir a carência de insumos do primeiro e resolver um dos maiores problemas do segundo: a destinação para as pilhas de rejeitos. Equivale dizer que o Brasil possui uma produção mineral capaz de atender, em grande parte, a demanda de fertilizantes para a agricultura.

O uso de remineralizadores (pós de rocha) para alterar os padrões de fertilidade dos solos é o principal pressuposto da tecnologia da Rochagem, que pode ser definida como uma prática agrícola de incorporação de rochas moídas e/ou minerais ao solo, sendo a calagem e a fosfatagem, casos particulares dessa prática (LEONARDOS et al., 1976). A Rochagem comporta-se como um tipo de rejuvenecedor dos solos pobres ou lixiviados, onde o pó de rocha é utilizado para garantir a sua remineralização (THEODORO, 2000; LEONARDOS, THEODORO, 1999, 2006). Esses autores afirmam que a técnica pode ser entendida como um banco de nutrientes, já que as rochas são materiais de baixa solubilidade e fornecem somente a quantidade de nutrientes demandada pelas plantas. Fundamenta-se, portanto, na busca do equilíbrio da fertilidade, na conservação dos recursos naturais e na produtividade naturalmente sustentável. Pode-se dizer que a Rochagem é uma prática que induz a fertilização da Terra com a própria terra (THEODORO, 2000).

Muitas pesquisas (ALMEIDA, et al., 2006; CARVALHO, 2012; HARLEY, GILKES, 2000; THEODORO, LEONARDOS, 2006) sobre o uso dos remineralizadores têm obtido resultados significativos. Dentre esses, Theodoro e Leonardos (2015) destacam:

- (i) os custos de aquisição de pós de rocha são muito menores e seu efeito pode se estender por até quatro ou cinco anos consecutivos;
- (ii) os níveis de fertilidade nos solos são crescentes (em especial, a oferta de P, K, Ca e Mg) após a aplicação dos pós de rocha;
- (iii) a produtividade mostra-se equivalente ou superior às obtidas pela fertilização convencional. Em alguns casos, os rendimentos podem ser até 30% superiores àqueles obtidos pelo uso dos insumos químicos;
- (iv) as raízes das plantas são mais desenvolvidas do que nas plantas que recebem a adubação química, provavelmente devido à oferta de multinutrientes e à redução da toxidez de alumínio e correção do pH;
- (v) o teor de umidade é maior nas áreas onde se aplicam os remineralizadores, mostrando que os mesmos possuem grande capacidade de retenção de água;
- (vi) as plantas mostram maior quantidade de massa verde, são mais exuberantes e apresentam maior perfilhamento;
- (vii) a aceleração do ciclo produtivo da planta foi observada em alguns casos;
- (viii) não ocorre contaminação ou eutrofização dos recursos hídricos, já que os pós de rocha apresentam solubilidade gradual, ao contrário dos fertilizantes convencionais; e
- (ix) atende aos padrões de garantias exigidos de insumos utilizados pela agricultura orgânica.

Apesar de tais resultados, é importante destacar que alguns cuidados devem ser considerados para o uso desses insumos: ausência de contaminantes, presença dos principais macro e micronutrientes nos minerais que compõem as rochas, e disponibilidade da fonte próxima à região de consumo.

Embora constatados vários resultados positivos de pesquisas, não havia previsão legal do uso, comercialização ou fiscalização dos remineralizadores, já que, por suas características diversificadas, não era possível fazer o seu enquadramento dentro das categorias de insumos existentes (condicionadores, fertilizantes etc.). Mudar essa lacuna nas normas que regulamentam o tema era um fator primordial, para tornar viável o uso dos pós de rocha.

Um processo para mudar esse vazio foi iniciado no Congresso Nacional em 2012, a partir de uma sugestão feita pelo Grupo de Trabalho composto por representantes de uma série de instituições governamentais e centros de pesquisa/autarquias, que elaboraram uma proposta conjunta apresentada ao legislativo brasileiro.

A proposta resultou das discussões conduzidas em três conferências nacionais, seminários e oficinas, que debateram a proposta com o setor mineral e agrícola. Pela proposta do GT, incorporado ao Projeto de Lei do Senado (PLS) nº 212/2012, os remineralizadores seriam inseridos na Lei dos Fertilizantes (Lei nº 6.894/1980), como uma categoria de insumo. Havia um entendimento, por parte dos parlamentares, de que o tema era importante e afetava a soberania e o desenvolvimento do setor agrícola brasileiro. No Projeto de Lei definiu-se os remineralizadores como material de origem mineral que tenha sofrido apenas redução e classificação de tamanho, por processos mecânicos, e que altere os índices de fertilidade do solo, por meio da adição de macro e micronutrientes para as plantas, bem como promova a melhoria das propriedades físicas ou físico-químicas ou da atividade biológica do solo.

O projeto de lei teve uma tramitação bastante rápida no Congresso Nacional (cerca de 16 meses). A sanção da Lei nº 12.890 (BRASIL, 2013) ocorreu em outubro de 2013. Posteriormente, foi editado o Decreto nº 8.384/2014 e duas Instruções Normativas (INs), que regulamentam seu uso e estabelecem as garantias mínimas, que os remineralizadores precisam apresentar, para terem o seu registro reconhecido pelas normas brasileiras.

A IN nº 05/2016, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), estabeleceu as regras sobre: definições, classificação, especificações e garantias, tolerâncias, registro, embalagem, rotulagem e propaganda dos remineralizadores destinados à agricultura (THEODORO, 2016). Este arcabouço legal trouxe segurança jurídica e ampliou o interesse por parte dos agricultores brasileiros (incluindo, os grandes produtores) devido à produtividade ter apresentado resultados compatíveis com as médias regionais, ao fato de que os custos são significativamente menores e se tratar de um insumo disponível regionalmente.

Essa disponibilidade regional está diretamente vinculada a dois fatores principais: o Brasil apresenta uma imensa geodiversidade, que o eleva ao papel de celeiro mineral, e o país possui cerca de 9.500 minerações de pequeno, médio e grande porte, onde já estão disponíveis enormes quantidades de materiais descartados (pilhas de rejeitos), que devem ser reinterpretados e considerados como imensa fonte de subprodutos minerais já explorados e, em parte, triturados.

Porém, é importante deixar claro que a IN nº 05/2016 (BRASIL, 2016) estabeleceu que os materiais usados para fins de remineralização dos solos devem possuir, além da origem mineral, as seguintes condicionantes e garantias mínimas:

- (i) ter sofrido apenas redução e classificação de tamanho por processos mecânicos;
- (ii) apresentar a soma de bases (CaO, MgO, K₂O) igual ou superior a 9% em peso/peso (Art. 4, Inc. II);
- (iii) atender à limitação para elementos potencialmente tóxicos, conforme § 2º, Inc. III; e
- (iv) não conter teor superior a 25% de SiO₂ livre em volume/volume (Art. 4, § 2º, Inc. II).

Ainda que tais restrições reduzam a quantidade de material passível de uso agrícola, pode-se supor que este considerável estoque de subprodutos venha a se converter em uma gigantesca fonte de materiais aptos para a remineralização dos solos tropicais brasileiros.

Por tais potencialidades, a tecnologia da Rochagem tem a capacidade de se converter em um mecanismo de sinergia entre o setor agrícola e o mineral, permitindo a alavancagem desses dois setores. O Brasil está na vanguarda desta rota tecnológica, uma vez que: já regulamentou o uso, comercialização e fiscalização desses materiais; detém uma extensa geodiversidade (que amplia a oferta regional/local), diminuindo custos de transporte, e possui um grande número de minerações (de vários portes), as quais representam um grande potencial de oferta de materiais já explorados e, parcialmente, beneficiados. Ademais, o uso dos remineralizadores amplia a oferta de insumos permitidos na agricultura agroecológica ou orgânica (que tem apresentado taxas de crescimento da ordem de 30% a.a.), podendo facilitar a transição para uma agricultura mais sustentável.

Mas, é fundamental alertar que o atendimento às regras estabelecidas no marco legal deve ser respeitado, pois, do contrário, em vez de se construir uma grande oportunidade para o setor agropecuário (fertilização dos solos), pode-se provocar problemas (contaminação, compactação etc.) de difícil solução. Para além disso, os materiais passíveis de serem comercializados precisam obter o licenciamento na ANM e o registro no MAPA, que exige resultados de comprovação agrônômica de que os materiais contribuem, efetivamente, para alterar a fertilidade dos solos, bem como para assegurar a produção agrícola em padrões semelhantes ao que vem sendo obtido pelos fertilizantes convencionais (NPK).

3.9.3 RENCA - Reserva Nacional do Cobre e Associados

Por: Elmer Prata Salomão e Antonio Tadeu Corrêa Veiga

A RENCA foi criada por decreto, em 24/02/1984, sem critério técnico. Foi um ato intervencionista estatal militar, editado no fim do governo Figueiredo, por iniciativa do almirante Gama e Silva, avesso ao capital estrangeiro. A **Figura 3.22** apresenta a localização da RENCA, abrangendo os estados do Pará e Amapá.

A RENCA nunca foi uma reserva ambiental. É somente uma área de exclusão da legislação mineral, destinada a manter sob domínio estatal uma porção que se imaginava promissora para cobre. Todavia, a área nunca foi efetivamente pesquisada pelo governo e o seu potencial permanece pouco conhecido. Há inúmeras dificuldades para exploração mineral da região, caracterizada por infraestrutura precária e rios encachoeirados.

De fato, a RENCA não trouxe nenhum benefício ao país. O setor mineral reclamou durante décadas a sua revogação, que serviria para sinalizar o fim da política intervencionista do Estado na mineração. Em vez disso, foram criadas inúmeras Unidades de Conservação e Terras Indígenas posteriores à RENCA. As UC's impuseram restrições à pesquisa em uma área antes reservada para mineração estatal (**Figura 3.23**).

O decreto de extinção da RENCA, publicado em 23/08/2017, foi cancelado poucos dias depois, diante da reação propagada na mídia. O governo prometeu debater o assunto com a sociedade, mas o tema não foi retomado. Permanece em vigor essa excrescência jurídica do regime militar, que nunca prosperou nem impediu a garimpagem de ouro, ainda ativa na área.

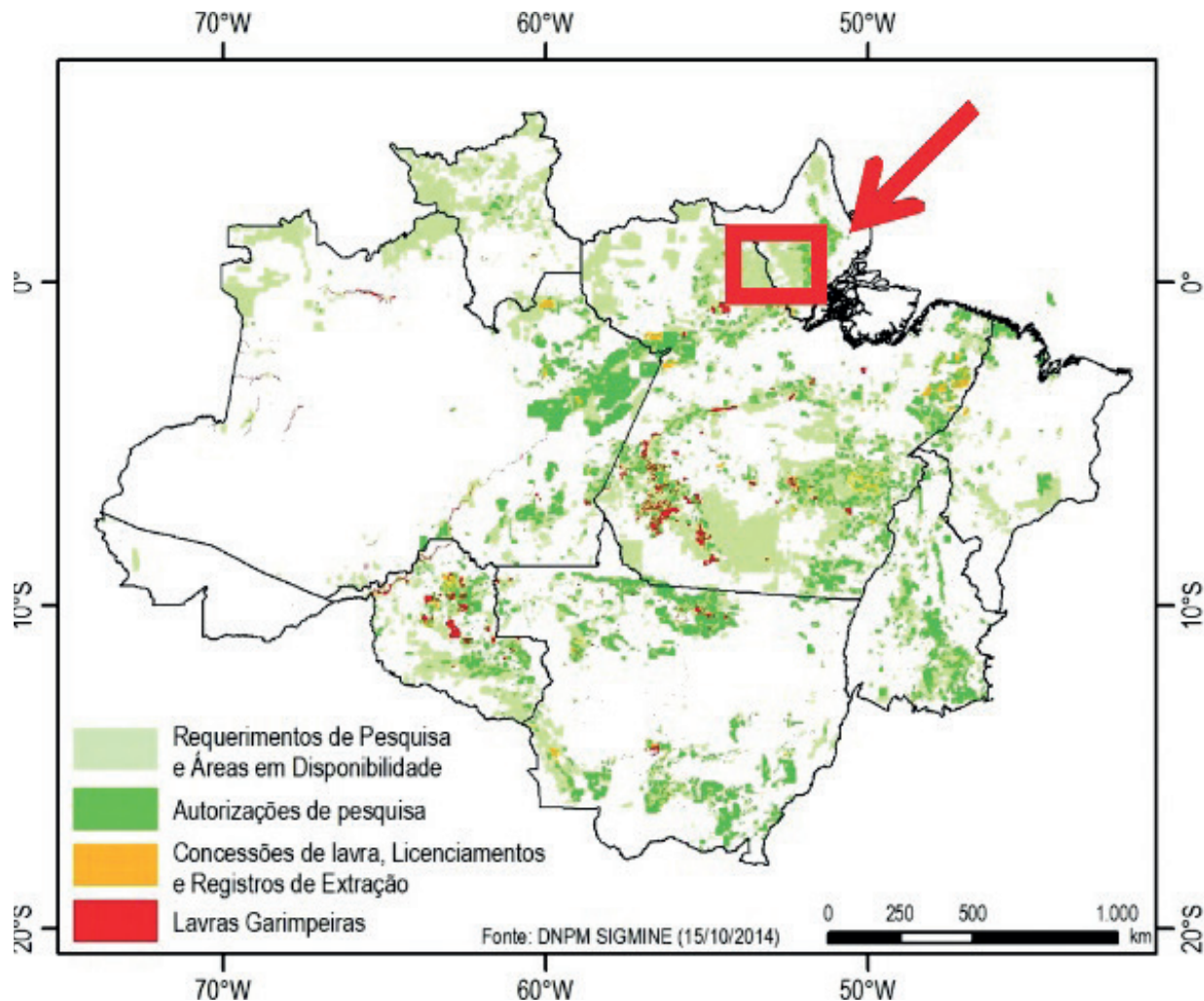


Figura 3.22 – Localização da Reserva Nacional do Cobre e Associados (RENCA).

Fonte: DNPM (2014).

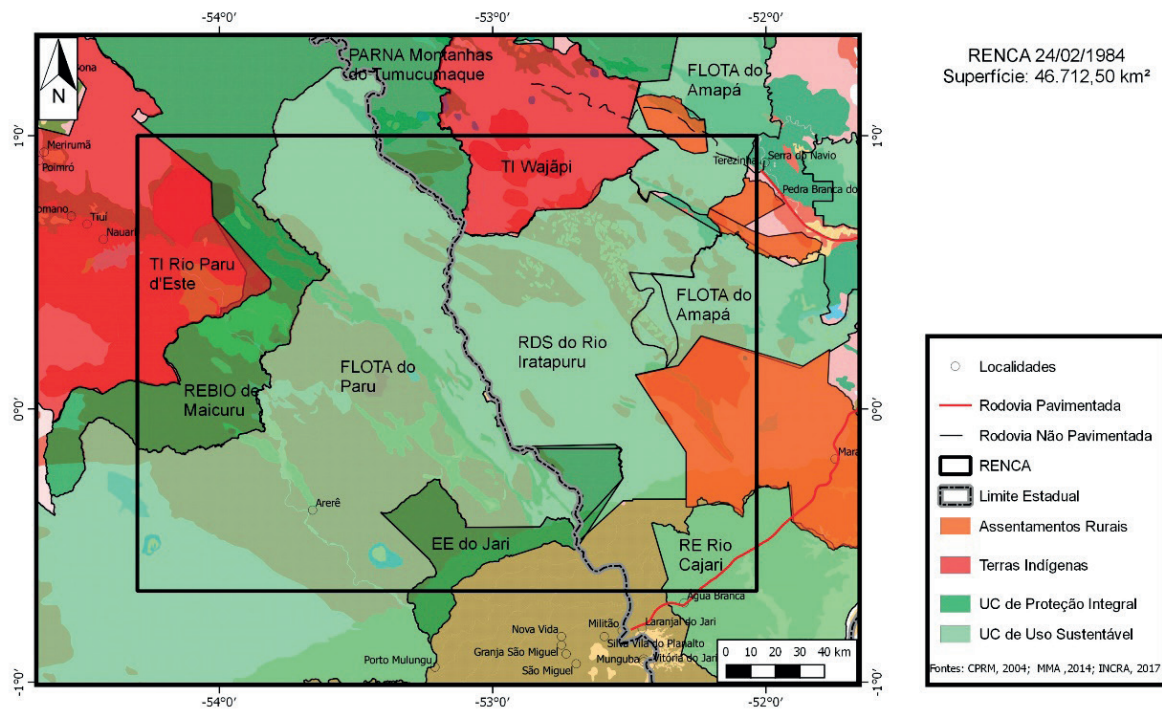


Figura 3.23 – Limites da Reserva Nacional do Cobre e Associados (RENCA), assentamentos rurais, terras indígenas e Unidades de Conservação.

Fonte: CPRM (2004); MMA (2014); INCRA (2017).

3.10 A PERCEÇÃO SOCIAL DA MINERAÇÃO

Por: Elmer Prata Salomão e Antonio Tadeu Corrêa Veiga

Paul Mitchel, líder global para mineração e metais da empresa *Ernst & Young*, divulgou, em dezembro de 2018, o seu artigo anual sobre os dez principais riscos a serem enfrentados pela mineração, no período 2019-2020. Pela primeira vez, aparece no topo da lista a “licença social para operar”, o que amplifica a constatação de que o dia a dia da indústria mineral depende, cada vez mais, da percepção que a sociedade tem da utilidade e dos riscos de se construir e operar minas.

Infelizmente, as utilidades não têm sido percebidas, enquanto os riscos explodem como *tsunamis*, devastando a reputação da indústria mineral e levando à ruptura dos laços, às vezes históricos, das comunidades com a atividade.

Globalmente, tem sido muito difícil convencer as pessoas comuns sobre a importância dos bens minerais em sua vida. Particularmente no Brasil, este sentimento tem evoluído para comportamentos antagônicos de pura rejeição, turbinados por radicalismos ambientais e desastres de enorme repercussão na mídia. Dois fatos em particular, ocorridos recentemente, demonstram as dificuldades vividas pela indústria mineral em se comunicar com a sociedade: a extinção da Reserva Nacional do Cobre, que se popularizou como RENCA, e o rompimento de barragens de rejeitos em Mariana e Brumadinho.

O caso da RENCA foi emblemático. A reserva criada por decreto em 1984, destinada, exclusivamente, ao aproveitamento dos supostos recursos minerais ali existentes, nunca cumpriu a sua função. Sua extinção era unanimidade no setor mineral. No entanto, a área foi lentamente coberta por Unidades de Conservação criadas ao longo dos anos. Quando foi extinta, em 2017, desencadeou na mídia uma campanha que demonizou a mineração e comoveu a sociedade, como se a reserva mineral fosse, na verdade, uma reserva ambiental desde sua origem.

Uma inédita mobilização, envolvendo artistas, políticos, profissionais liberais e o próprio Ministério Público, exigiu a revogação do decreto presidencial, o que de fato ocorreu. De nada adiantaram argumentos lógicos, como o de que a mineração só se instala após a obtenção das devidas licenças ambientais, ou que oferece oportunidade de progresso a populações desassistidas. Houve o caso de um promotor que argumentou, em programa de televisão de grande audiência, que uma mina na RENCA atrairia pessoas que pressionariam o meio ambiente, retirando absurdamente dos cidadãos o seu direito de ir e vir, e principalmente o de buscar melhores condições de vida e trabalho.

Com a atividade mineral já repudiada pela sociedade em geral, os rompimentos de barragens ocorridos em Mariana e Brumadinho, de proporções catastróficas, sedimentaram, definitivamente, a demonização da mineração, a tal ponto que coloca em risco o futuro da atividade no país, em razão das dificuldades para a obtenção da licença social para operar. Tal licença se deslocará de conceitos técnico-econômicos para se fixar em percepções emocionais difusas de insegurança e ganância. Caem por terra todos os benefícios que a mineração traz à qualidade de vida do ser humano, imperceptíveis diante da tragédia.

A empreitada para mudar esta percepção será enorme. É preciso encontrar meios de comunicação, para transmitir ao cidadão comum a importância dos bens minerais no cotidiano. É preciso reconhecer que, diante da noção atual profundamente negativa, será necessário reinventar o ato de produzir bens minerais. Tecnologias inovadoras, sensibilidade social e eliminação de preconceitos serão fatores a serem incorporados na nossa cultura mineral, o que exigirá representações renovadas e legítimas, empresas menos conservadoras, investimentos sociais e incorporação efetiva dos princípios de responsabilidade socioambiental nas empresas. O papel dos geólogos e demais profissionais de mineração é fundamental nesta missão.

Agradecimentos

Os autores expressam o seu agradecimento aos geólogos Pedro Moura Freire e Breno Augusto dos Santos pelo auxílio na obtenção de dados, fornecimento de imagens, tratamento e confecção de ilustrações. Agradecem também aos geólogos Rafael Brandt e Júlia Romano da equipe de Jazida.com, pela análise do tempo de tramitação de requerimentos de pesquisa e de lavra no DNPM/ANM; a Lucas Victorasso, da empresa Monnet Tecnologia Ltda., pelas estatísticas sobre a atuação profissional dos geólogos, e à geóloga Profa. Lúcia Maria Fantinel, pela leitura e revisão do texto.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E.; SILVA, F. J. P.; RALISCH, R. Powdered rock to revitalise soils. LEISA Magazine, v. 22, n. 4, 2006.
- ANDA. Associação Nacional a Difusão de Adubos. Anuário Estatístico. 2016. Disponível em: <http://anda.org.br/index.php?mpg=03.00.00>. Acesso em: 18 set. 2018.
- ARAÚJO, O. J. B. de et al. Serra dos Carajás, Folha SB-22-Z-A – Programa de Levantamentos Geológicos Básicos, CPRM/DNPM, Brasília – DF-1991.
- ARCOVERDE, W. Apresentação no Encontro de Dirigentes do DNPM 26/07, Brasília, 2017 (http://www.anm.gov.br/dnmp/paginas/ouvidoria/apresentacao-difis-26_07_2017).
- BAGATIN, E. Morbidade e Mortalidade entre Trabalhadores Expostos ao Asbesto na Atividade de Mineração – Relatório Final – Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2000.
- BAGATIN, E.; NEDER, J. A.; NERY, L. E.; TERRA FILHO, M.; KAVAKAMA, J. I.; CASTELO, J.; CAPELOZZI, V. L.; SETTE, A. A.; KITAMURA, S.; FÁVERO, M.; MOREIRA FILHO, D. C.; TAVARES, R. R.; PERES, C.; BECKLAKE, M. R. Non-malignant consequence of decreasing asbestos exposure in the Brazil chrysotile mines and mills. *Occup Environ Med.*, 2005.
- BARBOSA, O. et al. Geologia Estratigráfica, estrutural, e econômica da área Projeto Araguaia. Rio de Janeiro - RJ, monografia do DGM, 94 p, il., 1966.
- BERNSTEIN, D.; J. HOSKINS. Os efeitos da crisotila sobre a saúde. Perspectivas atuais baseadas em dados recentes. *Regulatory Toxic Pharmacol.*, v. 45, n. 3, p. 252-264, 2006.
- BRASIL. Decreto nº 9.406, de 12 de junho de 2018. Regulamento do Código de Mineração. Brasília, DF, 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Atos2015-2018/2018/Decreto55 de 1 junho de 1995. Acesso em: 10 jan. 2019.
- BRASIL. Lei nº 13.575. Brasília 2017. DF. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/sla>. Acesso em: 10 jan. 2019.
- BRASIL. Medida Provisória 790, de 25 de Julho de 2017. Diário Oficial da União, 2017. Disponível em: <https://dre.pt/application/file/67508032>.
- BRASIL. Supremo Tribunal Federal. Ação Direta de Inconstitucionalidade no 3406. Brasília, 29 nov. 2017. Disponível em: <http://www.stf.jus.br/portal/cms/verNoticiaDetalhe.asp?idConteudo=363263>. Acesso em: 10 jan. 2019.
- BRASIL. IBGE. Portal oficial. 2016. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao.html>. Acesso em: 23 jan. 2018.
- BRASIL. Instrução Normativa Nº 05, de 10 de março de 2016. 2016. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-5-de-10-3-16-reminerizadores-csubstratos-para-plantas.pdf>. Acesso em: 15 set. 2018.
- BRASIL. Lei 12.890 de 10 de dezembro de 2013 - Altera a Lei no 6.894, de 16 de dezembro de 1980. 2013. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2013/lei/112890.htm. Acesso 15 set. 2018.
- BRASIL. Portaria nº 237, de 18 de outubro de 2001. Institui Normas Reguladoras da Mineração. DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.dnmp.br/sla>. Acesso em: 10 jan. 2019.
- BRASIL. Lei nº 9.605. Lei de Crimes Ambientais do Brasil. Brasília, DF, 1998. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/sla>. Acesso em: 10 jan. 2019.
- BRASIL. Resolução 237. CONAMA, Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF, 1997.
- BRASIL. Lei nº 9.055, de 1 de junho de 1995. Disciplina a extração, utilização, comercialização, transporte de amianto/asbesto. Brasília, DF, 1995.
- BRASIL. Decreto nº 97.632. Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). Brasília, DF, 1989.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília 1988. DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/sla>. Acesso em: 10 jan. 2019.
- BRASIL. Lei nº 6.938. Política Nacional de Meio Ambiente, DF, 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/sla>. Acesso em: 10 jan. 2019.
- BRASIL. Decreto-Lei nº 227. Brasília 1967. DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/sla>. Acesso em: 10 jan. 2019.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Sinopse Mineral. Brasília: SGM, 2017.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Sumário Mineral. Brasília: DNPM, 2016.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Sinopse Mineral. Brasília: SGM, 2006.
- CAMELO, M. S. M. Fechamento de Mina: Análise de Casos Selecionados Sob os Focos Ambiental, Econômico e Social. 2006. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Geotécnica de Barragens) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2006.
- CARVALHO, A. M. Rochagem e suas interações no ambiente solo: contribuições para aplicação em agroecossistemas sob manejo agroecológico. 2012. 129 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012.
- CBRR. Guia CBRR para Declaração de Resultados de Exploração, Recursos e Reservas Minerais. Brasília: 2015. Disponível em: http://www.cbrr.org.br/docs/guia_declaracao.pdf.
- CESAR, A. A. M. Dez anos do Processo Kimberley: elementos, experiências adquiridas e perspectivas para fundamentar a atuação diplomática brasileira. Brasília: Fundação Alexandre Gusmão, 2011.
- CLARK, A. L.; NAITO, K.; CLARK, J. C. Legal framework for mine closure. In: Khanna, T (edited). Mine closure and sustainable development. London: Mining Journal Books Limited, 2000. p. 93-115.
- CRIRSCO. Committee for Mineral Reserves International Reporting Standards Website. 2019. Disponível em: <http://www.crirSCO.com/welcome.asp>. Acesso em: 7 jan. 2019.
- CUCHIERATO, G.; DEBIAZZI NETO, D. A Indústria Mineral Paulista – Síntese Setorial do Mercado Produtor. 2017. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. São Paulo, 128 p. Disponível em: https://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/a-industria-mineral-paulista-sintese-setorial-do-mercado-produtor/attachment/a_industria_mineral_paulista/. Acesso em: 09 dez. 2018.
- DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. Ministério de Minas e Energia. Desempenho Mineral. Brasília/DF, DNPM, 2018. Disponível em: <http://www.dnmp.gov.br/dnmp/colecoes/colecao-publicacoes-economia-mineral>. Acesso em: 10 jan. 2019.
- DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. Ministério de Minas e Energia. Sumário Mineral. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, 2016.
- DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. Ministério de Minas e Energia. Sumário Mineral. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, 2015.
- DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. Ministério de Minas e Energia. Sumário Mineral. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, 2013.
- DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. Ministério de Minas e Energia. Sumário Mineral. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, 2011.
- DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. Ministério de Minas e Energia. Sumário Mineral. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, 2008.
- DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. Ministério de Minas e Energia. Sumário Mineral. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, 2003.

- DOMINGOS, J. A. A relevância da mineração de amianto para o desenvolvimento do município de Minaçu, Goiás. 2015. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) - Faculdade Alves Faria (ALFA), Goiânia, 2015.
- FERREIRA FILHO, O. B.; LINARES, W. B. Crisotila. Agência Nacional de Mineração. Brasília, última modificação em 14 jun. 2017. Disponível em: <https://sistemas.dnmp.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=4010>. Acesso em: 10 jan. 2019.
- FLORES, J. C. C. Fechamento de mina: Aspectos técnicos, jurídicos e ambientais. 2006. 309 f. Tese (Doutorado em Administração e Política de Recursos Minerais) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.
- FUNDAÇÃO ALEXANDER BRANDT. Guia técnico para atuação do Ministério Público no licenciamento ambiental de atividades de mineração. Belo Horizonte, MPMG Jurídico, edição especial, p. 12. 2012. Disponível em <www.mp.mg.gov.br/mpmgjuridico>.
- GALLI, M. Estudo indica substituir amianto por novas tecnologias. Agência Estadão, 09 dez. 2010. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia-e-negocios/noticia/2010/12/estudo-indica-substituir-amianto-por-novas-tecnologias.html>>. Acesso em: 10 jan. 2019.
- GOIÁS. Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos. Estatísticas Municipais - Séries Históricas. 2019. Disponível em: <http://www.imb.go.gov.br/>. Acesso em: 15 jan. 2019.
- HARLEY, A. D.; GILKES, R. J. Factors influencing the release of plant nutrient elements from silicate rock powders: a geochemical overview. *Agroecosystems - Formerly Fertilizer Research*, n. 56, p. 11-36, 2000.
- IBRAM - Instituto Brasileiro de Mineração. Economia mineral brasileira. Brasília: IBRAM, 2018. Disponível em: <http://portaldaminerao.com.br/wp-content/uploads/2018/08/economia-mineral-brasil-set2018.pdf>.
- ICMM - International Council on Mining and Metals. Mining Contribution Index. 2018. Disponível em: <http://www.icmm.com>.
- ISA - Instituto Socioambiental. Mineração em Terras Indígenas na Amazônia Brasileira. São Paulo, Instituto Socioambiental, 112 p. il., mapas, 2013. Disponível em: <https://www.socioambiental.org/pt-br/o-isa/publicacoes/mineracao-em-terras-indigenas-na-amazonia-brasileira-2013>. Acesso em: 15 fev. 2019.
- LEONARDOS, O. H.; FYFE, W. S.; KRONBERG, B. I. Rochagem: O método de aumento da fertilidade em solos lixiviados e arenosos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29., 1976, Belo Horizonte. Anais [...] Belo Horizonte: SBG, 1976. p. 137-145.
- LEONARDOS, O. H.; THEODORO, S. H. Fertilizing tropical soils for sustainable development. In: International Workshop on Science for Sustainable Development in Latin America and Caribe, 1999. Proceedings [...]. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, 1999. p. 143-153.
- LIMA, H. M. Liability assessment: a tool for mine closure planning. EIA - Unit, Biological Science Department, University of Wales, Aberystwyth, 2002.
- LOTT, D. M. C. Desativação de Minas. *Revista de Direito Ambiental*, São Paulo, v. 26, 2000. p. 93-125.
- MAYRINK, G. História da Vale. São Paulo: Museu da Pessoa, 2002.
- MEC - Minerals Education Coalition. Mining and Minerals Information. 2018. Disponível em: <https://mineralseducationcoalition.org/mining-minerals-information/>. Acesso em: 09 dez. 2018.
- MELFI, A. J.; MISI, A.; CAMPOS, D. A.; CORDANI, U. G. (org.). Recursos Minerais no Brasil: problemas e desafios. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2016.
- META. Projeto Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental da Mineração em Pequena Escala no Brasil. Projekt-Consult e RCS Global, São Paulo, 2018. Relatório final. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/21942586/Produto+8.pdf>.
- MINAS GERAIS. Deliberação Normativa COPAM nº 127, de 27 de novembro de 2008. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla>. Acesso em: 10 jan. 2019.
- MINAS GERAIS. Deliberação Normativa COPAM nº 145, de 18 de dezembro de 2009. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla>. Acesso em: 10 jan. 2019.
- MITCHELL, P. D. 10 business risks facing mining and metals. *EY Global Mining & Metals*. 04 dez. 2018. Disponível em: https://www.ey.com/en_gl/mining-metals/10-business-risks-facing-mining-and-metals. Acesso em: 15 fev. 2019.
- MORTATTI, C. M.; MIRANDA, S. H. G.; BACCHI, M. R. P. Determinantes do comércio Brasil-China de commodities e produtos industriais: uma aplicação VECM. *Econ. Apl.*, v. 15, n. 2, Ribeirão Preto, April/June 2011.
- OLIVEIRA, A. I. de. Reconhecimento Geológico do Rio Xingu, estado do Pará. *Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico*, Rio de Janeiro - RJ, 1928.
- OMS - Organização Mundial da Saúde. Workshop on Mechanisms of Fibre Carcinogenesis and Assessment of Chrysotile Asbestos Substitutes. Resumo do Relatório dos Especialistas, Lyon, França, 2005.
- ONTARIO. Ministry of Northern Development and Mines. Rehabilitation of Mines: Guidelines for Proponents. Queen's Printer for Ontario, 1995.
- ONU - Organização das Nações Unidas. Site oficial. 2017. Disponível em: <https://ourworldindata.org/world-population-growth>. Acesso em: 20 jan. 2018.
- PARK, H. S. Types and Health Hazards of Fibrous Materials Used as Asbestos Substitutes. In: *Safety and health at work*, v. 9, n. 3, set. 2018, p. 360-364. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2018.05.001>.
- PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Atlas: Mapeando os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável na Mineração. 2017. Disponível em: <http://www.brundp.org/content/brazil/pt/home/library/ods/atlas--mapeando-os-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-na-m.html>. Acesso em: 27 dez. 2018.
- POVEDA, E. P. R. A eficácia legal na desativação de empreendimentos minerários. São Paulo: Signus, 2007.
- QUEENSLAND MINING COUICIL. Guidelines for mine closure planning in Queensland. 2001. Disponível em: http://www.qrc.org.au/_dbase_upl/closure.pdf. Acesso em: 10 jan. 2019.
- REGO, M. L. F. de. Notas geográficas e geológicas sobre o Rio Tocantins. *Boletim do Museu Emílio Goeldi de História Natural e Etnografia*, Belém - PA, 1933.
- RIO DE JANEIRO. Lei nº 3.579, de 07 de junho de 2001. Disponível em: www.seco.virio.com.br/.../Lei-Estadual-3579-01---Substituicao-Progressiva-de-Amianto. Acesso em: 10 jan. 2019.
- S&P Global Market Intelligence. World Exploration Trends 2018. Disponível em: www.pages.marketintelligence.spglobal.com/World-Exploration-Trends-Report-2018.
- SALDANHA, J. L.; BLATT, P. R. O caso amianto: conjuntura internacional e jurisprudência do STF. *Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM*, v. 2, n. 3, 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/revistadireito/article/view/6816>. Acesso em: 10 jan. 2019.
- SÁNCHEZ, L. E. Desengenharia: o Passivo Ambiental na Desativação de Empreendimentos Industriais. São Paulo: Edusp, 2001.
- SANTOS, B. A. dos. Palestra proferida em 4 de junho de 2018. XIV Semana de Geologia da UNIFESSPA (SEGEO/UNIFESSPA) - Marabá, PA, 2018. Fonte autorizada pelo autor.
- SANTOS, C. E. Modelo Geoestatístico e Geológico do Depósito de Crisotila da Mina Cana Brava - Minaçu Goiás. 2011. Dissertação (Mestrado em Geologia, Setor de Ciências da Terra) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
- SÃO PAULO. Decreto no 47.400, de 4 de dezembro de 2002. Disponível em: www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2002/decreto-47400-04.12.2002.html. Acesso em: 10 jan. 2019.
- SCLIAR, C. Amianto: mineral mágico ou maldito. 2. ed. Belo Horizonte: CDI, 2005.
- SCLIAR, C. Geopolítica das minas do Brasil. Rio de Janeiro: Editora Revan, 1996.
- SCLIAR, C. Mineração: o que é estratégico para o Brasil. Brasília: CEDES/Câmara dos Deputados, 2013.
- SOUZA, M. E. P.; CARDOSO, I. M.; CARVALHO, A. M. X.; LOPES, A. P.; JUCKSCH, I.; JANSSEN, A. Rock powder can improve vermicompost chemical properties and plant nutrition: an on-farm experiment. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, v. 49, 2018, p. 1-12.
- STEDMAN, A.; GREEN, K. Annual Survey of Mining Companies 2017. Fraser Institute. Disponível em: www.fraserinstitute.org. Acesso em: 01 fev. 2019.
- TAVEIRA, A. L. S. Provisão de Recursos Financeiros para o Fechamento de Empreendimentos Mineiros. 2003. 209 f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- THEODORO, S. H. A construção do Marco Legal dos Remineralizadores. In: BAMBERG, A. L. et al. (ed.) Anais do III Congresso Brasileiro de Rochagem, Pelotas, RS. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília: Embrapa Cerrados; Assis: Triunfal Gráfica e Editora, 2016. p. 25-38.
- THEODORO, S. H. A fertilização da terra pela terra: uma alternativa para a sustentabilidade do pequeno produtor rural. 2000. 225 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2000.
- THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O. H. Stonemeal: principles, potential and perspective from Brazil. In: GOREAU, T. J., LARSON, R. W., CAMPE, J. (ed.) *Geotherapy: Innovative Methods of Soil Fertility Restoration, Carbon Sequestration and Reversing CO2 Increase*. CRC Press, USA, 2014. p. 403-418.
- THEODORO, S. H., LEONARDOS, O. H. Sustainable farming with native rocks: the transition without revolution. *Anais Acad. Bras. Ciênc.*, v. 78, n. 4, 2006. p. 715-720.
- TONIDANDEL, R. P. Aspectos legais e ambientais do fechamento de mina no estado de Minas Gerais. 2011. 146 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- USGS - UNITED STATES GEOLOGICAL SERVICE. Mineral Commodities Summaries, Washington, 2018.
- VALE, E. Análise econômica das pequenas e médias empresas de mineração: relatório final. Brasília: CPRM, 2000.

Capítulo 4

ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: OLHANDO PARA O FUTURO

O presente capítulo apresenta uma síntese sobre a importância e relevância das águas subterrâneas no Brasil, demonstrando suas potencialidades, com ênfase para os mananciais: Sistema Aquífero Amazonas no Brasil (SAAB), Sistema Aquífero Urucuia (SAU) e o Sistema Aquífero Guarani (SAG). Aborda o valor estratégico dos recursos hídricos para o desenvolvimento sustentável no Brasil e as perspectivas futuras. Apresenta a área de hidrogeologia e suas inúmeras vertentes atuais para o conhecimento técnico-científico.

Everton de Oliveira
José Luiz Albuquerque Filho
Daniel Cardoso

SUMÁRIO

- 4.1 INTRODUÇÃO
- 4.2 GEÓLOGOS EM CENA
- 4.3 O BRASIL E AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
 - 4.3.1 Sistema Aquífero Amazonas no Brasil (SAAB)
 - 4.3.2 Sistema Aquífero Urucuia (SAU)
 - 4.3.3 Sistema Aquífero Guarani (SAG)
- 4.4 A VASTIDÃO DA HIDROGEOLOGIA
- 4.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

4.1 INTRODUÇÃO

A hidrogeologia é área fundamental no desenvolvimento da humanidade. De toda a água doce disponível para uso no planeta, 98,5% estão armazenados em aquíferos. A água subterrânea situa-se no coração da crise hídrica global atual e futura. Quando se menciona uma nova era denominada Antropoceno, as águas subterrâneas e a ciência hidrogeológica no seu sentido mais amplo são, seguramente, elementos de importância elevada.

A hidrogeologia é, por natureza, uma ciência colaborativa, que envolve várias outras áreas do conhecimento para apresentar soluções sustentáveis aos problemas desafiadores da grande variabilidade de situações que engloba.

O crescimento populacional e a industrialização contribuem, continuamente, para os problemas de abastecimento de água, sendo um claro desafio para o nosso futuro próximo. O aumento da densidade populacional urbana criou e irá criar novas e maiores demandas por água potável. Água de qualidade é um requerimento básico para o desenvolvimento humano e econômico. De acordo com a Unesco (2012), o mundo irá enfrentar um déficit de fornecimento de água de, aproximadamente, 40% em 2030, isso se a taxa de consumo permanecer inalterada. A ciência hidrogeológica é crítica para se enfrentar os desafios inerentes à manutenção da sustentabilidade das reservas de água do planeta.

As águas subterrâneas são, particularmente, essenciais para o consumo humano e, segundo o *United Nations World Water Assessment Programme – WWAP* (2009), são fonte de, praticamente, metade de toda a água potável distribuída no mundo. Os aquíferos podem armazenar um gigantesco volume de água e, portanto, permitir que esta seja explorada por um longo período de baixa recarga (WWAP, 2015). Mas, para que isso seja sustentável, é necessária uma gestão eficiente. Os aquíferos são os reservatórios de água mais confiáveis e sua gestão adequada é essencial para garantir que a água retirada seja recarregada e preservada como fonte para as gerações futuras (SOLDERA, 2017).

O Brasil possui uma situação muito vantajada em relação à quantidade de água doce, principalmente aquela armazenada em aquíferos. A distribuição geográfica da população em locais de maior armazenamento de água subterrânea não é, necessariamente, compatível com a disponibilidade, uma vez que as aglomerações urbanas tenderam a se formar nas proximidades de corpos d'água. Isso não empalidece a grandeza dos recursos do país que, se bem administrados e geridos, podem melhorar muito a vantagem estratégica que já oferecem. Nesse capítulo, será apresentado um breve resumo dos principais sistemas aquíferos brasileiros.

Os estudos em detalhe dos aquíferos para avaliação de sua gênese, composição, distribuição espacial, capacidade de armazenamento de água, capacidade de produção, qualidade da água e relações hidrogeoquímicas constituem algumas, dentre uma imensa lista, de atividades cada vez mais importantes para o futuro do uso do recurso hídrico subterrâneo.

Estas tarefas são predominantemente desenvolvidas por geólogos, que detêm o conhecimento necessário e a atribuição profissional para desenvolver essa atividade nobre e cada vez mais essencial.

4.2 GEÓLOGOS EM CENA

Durante vários milênios, a hidrogeologia, que nem mesmo havia sido batizada com este nome, prescindiu dos geólogos, mesmo porque, na maior parte deste período, as geociências propriamente ditas nem sequer existiam. Por ser a água essencial à vida, a necessidade de fontes de água, inicialmente, gerou técnicas rudimentares de escavação de poços. E o seu uso e o conhecimento de sua importância tornaram-se tão comuns que nos legaram uma imensa cultura de ligação com as águas de poço, ou águas subterrâneas.

A evolução da humanidade trouxe novos desafios. As aglomerações urbanas, a irrigação das lavouras e a industrialização aumentaram a necessidade de água. A busca pela água provocou a exploração a profundidades então inauditas. Pouco a pouco, foram surgindo técnicas de perfuração que permitiram uma produção mais abundante, com tecnologia mais sofisticada e consequente custo mais elevado. Essa foi a porta de entrada para a ciência geológica (ou hidrogeológica), cujos conhecimentos são fundamentais para a área.

Por não se conhecer a geologia de um determinado local, onde se quisesse instalar um poço, o risco de se perfurar um poço seco aumentaria sobremaneira. E, como a perfuração em profundidades maiores é onerosa, a perfuração de poços secos deve ser evitada. Como a localização da água subterrânea ou a capacidade de produção de um poço não podem ser observadas a olho nu, a compreensão da geologia dos aquíferos tornou-se imprescindível para auxiliar na locação dos poços, em relação à quantidade e à qualidade de água adequada ao uso e demanda propostos. Quantidade e qualidade estão sempre interligadas dentro da complexidade da hidrogeologia.

4.3 O BRASIL E AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

O Brasil possui muitos aquíferos e sistemas aquíferos em seu imenso território, cujas áreas, muitas vezes, superam a totalidade da superfície de alguns países. Suas dimensões e natureza favoráveis resultam potencialidades grandes ou gigantescas de recursos hídricos subterrâneos, insuperáveis pela maioria das nações do planeta (**Figura 4.1**).

Neste breve capítulo, que pretende servir como uma pequena vitrine das águas subterrâneas, com o intuito de ilustrar quanto

expressivas são as potencialidades hídricas subterrâneas do país, apresenta-se uma seleção de três exemplos desses mananciais gigantesco: Sistema Aquífero Amazonas no Brasil (SAAB), na região Norte; Sistema Aquífero Urucuia (SAU), situado nas regiões Centro-Oeste e Nordeste; e o Sistema Aquífero Guarani (SAG), presente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste.

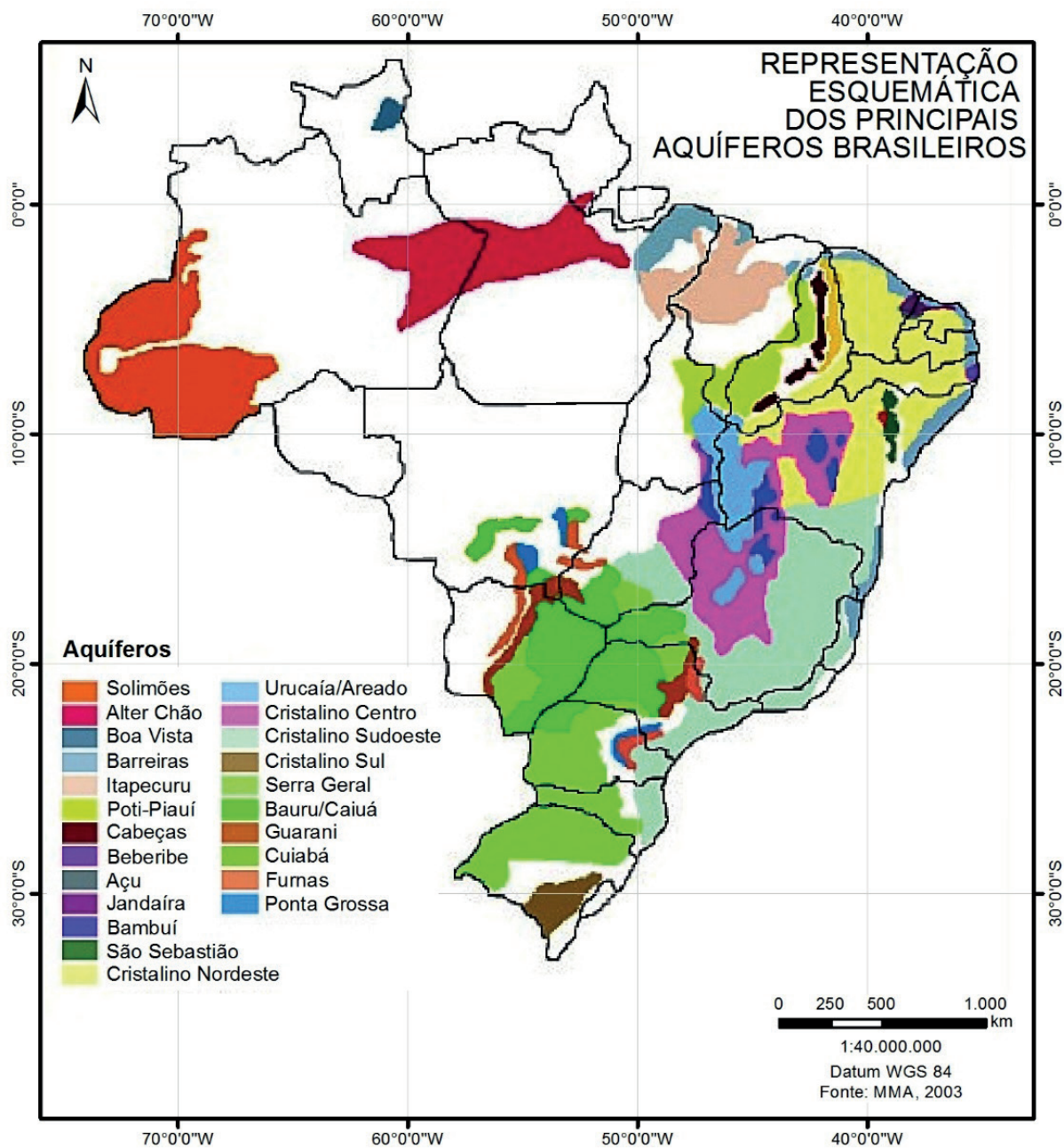


Figura 4.1 – Representação esquemática dos principais aquíferos brasileiros.

Fonte: Ministério do Meio Ambiente (2003)

4.3.1 Sistema Aquífero Amazonas no Brasil (SAAB)

O Sistema Aquífero Amazonas no Brasil (SAAB) foi estudado e definido pela ANA – Agência Nacional de Águas (2015), no âmbito da Província Hidrogeológica Amazonas (PHA), a qual ocupa superfície territorial de 2.000.000 km², no norte do Brasil (**Figura 4.2**).

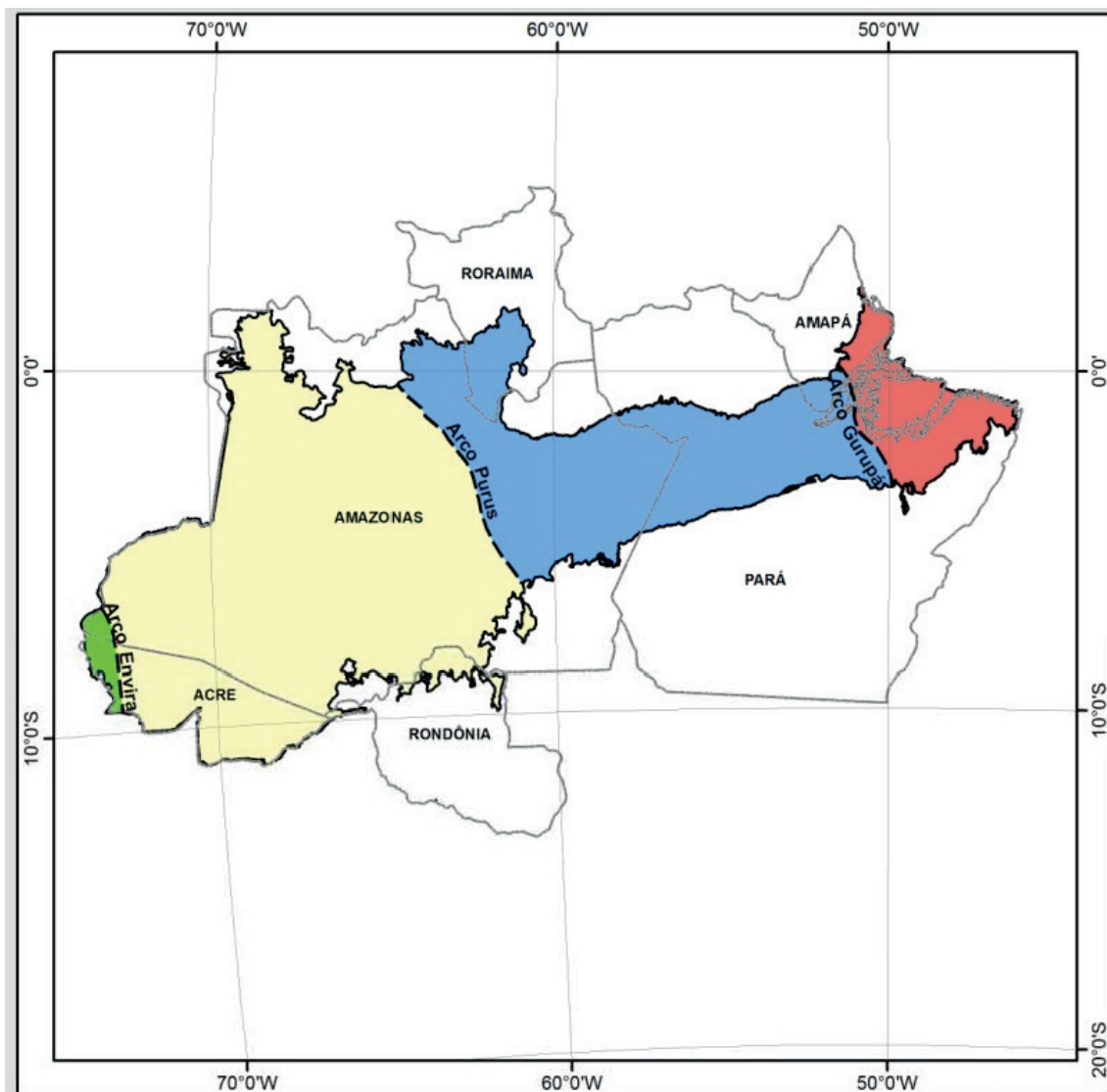
O SAAB situa-se em região que coincide com grande parte da porção da Bacia Hidrográfica do Rio Amazonas, ocupando território de 796.624 km², que se estende pelo sul do estado do Amapá, o leste e toda extensão central do Pará, parte da região central do Amazonas e sul de Roraima, nas bacias sedimentares do Amazonas e do Marajó. Nessas duas bacias sedimentares, as camadas

geológicas incluídas no sistema aquífero foram aquelas que se estendem até profundidades máximas consideradas operacionais na região (máximo de 1.000 m de profundidade), como decorrência de risco de salinização e custos onerosos para captação de água (**Quadro 4.1**).

No SAAB incluem-se também outras unidades geológicas de bacias sedimentares contíguas, Bacia do Solimões e Bacia do Acre, que possuem propensão a boas unidades hidrogeológicas ou circulação hidráulica.

Segundo a ANA (2015), o modelo hidrogeológico conceitual para o SAAB foi idealizado com base na análise da litologia de 187 poços da Província Hidrogeológica Amazonas do Brasil, por meio da qual se comprovou um predomínio considerável de formações arenosas, sobretudo nas Bacias Sedimentares do Amazonas e do Marajó, as quais variam em profundidade média de 500 m a mais de 1.000 m na primeira, alcançando 4.000 m na segunda. Nas Bacias do Solimões e do Acre, as sequências arenosas encontram-se, geralmente na porção superior, até 150 m de profundidade ou, ainda, a profundidades superiores a 1.000 m.

A estimativa das potencialidades do SAAB (**Quadro 4.2**) foi obtida a partir da determinação de condutividades hidráulicas, por meio de testes de aquífero e, a partir daí, dos coeficientes de transmissividade, considerando-se as espessuras dos aquíferos livres.



Observações: Em amarelo – Bacia Sedimentar do Acre e Bacia Sedimentar do Solimões; em azul – Bacia Sedimentar do Amazonas; e em vermelho – Bacia Sedimentar do Marajó

Figura 4.2 – Mapa esquemático da Província Hidrogeológica Amazonas no Brasil (PHA), que inclui o Sistema Aquífero Amazonas no Brasil (SAAB).

Fonte: ANA (2015)

Quadro 4.1 – Unidades geológicas e locais de exposição das unidades componentes do SAAB.

Nº	Unidade Geológica	Idade	Local de Exposição
1	Aluviões	Quaternário	Todas as Bacias (Marajó, Amazonas, Solimões e Acre)
2	Formação Barreiras	Terciário	Belém e Plataforma Bragantina (Leste de Belém)
3	Formação Pirabas	Terciário	Sob a Formação Barreiras e aflora na Plataforma Bragantina
4	Formação Tucunaré	Quaternário	Bacia do Marajó
5	Formação Alter do Chão	Terciário	Bacia do Amazonas
6	Indiscriminado	Paleozóico	Bacia do Amazonas
7	Formação Içá	Quaternário	Aflora recobrando a Formação Solimões nas Bacias do Amazonas, Solimões e do Acre
8	Formação Jazida da Fazendinha	Cretáceo	Recoberta pela Formação Alter do Chão, na Bacia do Amazonas
9	Formação Javari	Cretáceo	Leste da Bacia do Solimões
10	Formações Repouso e Solimões	Terciário	Bacia do Solimões
11	Parte das formações Repouso, Solimões e Içá	Terciário e Quaternário	Bacia do Acre

Fonte: ANA (2015)

Quadro 4.2 – Parâmetros hidrogeológicos e potencialidades obtidas para o SAAB.

Unidade Hidrogeológica de Fluxo (UHF)	K (m/dia)	Espessura média (m)	(Q/s) * (m ³ /h/m)	T (m ² /dia)	T (km ² /ano)	Área (km ²)	Largura média (km)	Potencialidade (km ² /ano)	Classe
Aquífero aluvial	0,79	22	-	17	6,34E-03	318.394	564	4	Média
Aquífero Tucunaré	6,05	226	-	1.367	4,99E-01	77.779	279	139	Alta
Aquífero Alter do Chão-Jazida da Fazendinha	14,99	265	-	3.972	1,45E+00	552.155	743	1.077	Muito alta
Sistema Barreiras - Pirabas	7,9	200	-	1.580	5,77E-01	88.608	298	172	Alta
Aquífero Içá	1,01	100	-	101	3,69E-02	724.420	851	31	Média
Aquífero Javari	14,99	124	-	1.859	6,78E-01	787.642	887	602	Alta
Aquífero Trombetas	0,41	155	0,55	64	2,32E-02	19.779	141	3	Baixa
Aquífero Monte Alegre	3,19	142	2,8	453	1,65E-01	3.040	55	9	Baixa
Aquífero base Nova Olinda	1,5	194	1,32	291	1,06E-01	11.037	105	11	Baixa
SAAB	-	-	-	-	-	-	-	2.049	Muito alta

Observações: K= Condutividade hidráulica; Q/s = Capacidade específica de poços; T = Coeficiente de Transmissividade. A espessura média adotada para a estimativa das potencialidades do SAAB foi obtida pela diferença entre as superfícies de topo e da base do sistema aquífero. Para os aquíferos Trombetas, Monte Alegre e Base Nova Olinda, os Coeficientes de Transmissividade foram obtidos a partir da capacidade específica dos poços.

Fonte: ANA (2015)

Quadro 4.3 – Uso atual e disponibilidade hídrica do SAU.

Nº de poços	Uso da água (m ³ /h)	Vazão média (m ³ /h)	Oferta (RPE)			Disponibilidade	
			km ³ /ano	m ³ /h	m ³ /s	m ³ /h	m ³ /s
2.118	57.828,60	27,30	4,84	552.511,42	153,48	494.682,82	137,41

Observação: RPE = Reserva Potencial Explotável; Disponibilidade = equivalente ao saldo resultante da subtração entre “Oferta” e “Uso da água”.

Fonte: ANA (2015)

4.3.3 Sistema Aquífero Guarani (SAG)

Segundo Rocha (1997), o Cone Sul abriga, na Bacia Sedimentar do Paraná, um enorme manancial de recursos hídricos subterrâneos, denominado Aquífero Guarani, com área equivalente à dos territórios da Inglaterra, França e Espanha, juntos. O Aquífero Guarani recebeu essa denominação como homenagem à memória do povo indígena que habitava a região de sua ocorrência.

De acordo com a OEA (2009), o Sistema Aquífero Guarani (SAG) ocupa área total de 1.087.879,15 km², assim distribuídos: 228.255,26 km², na Argentina; 87.535,63 km², no Paraguai; 36.170,51 km², no Uruguai, e 735.917,75 km², no Brasil.

Em território brasileiro, o SAG ocorre nos estados do Rio Grande do Sul (154.680,82 km²), Santa Catarina (44.132,12 km²), Paraná (119.524,47 km²), São Paulo (142.958,48 km²), Minas Gerais (38.585,20 km²), Goiás (39.367,72 km²), Mato Grosso (7.217,57 km²) e Mato Grosso do Sul (189.451,38 km²), como mostrado na **Figura 4.4**. Regionalmente, desde as zonas de recarga até as zonas de descarga, o fluxo das águas subterrâneas do SAG apresenta uma tendência de direcionamento sudeste-noroeste a norte-sul e que, a partir da confluência entre os estados do Paraná e Mato Grosso do Sul e do território paraguaio, tende a acompanhar o eixo da Bacia Sedimentar do Paraná. Do ponto de vista hidrogeológico, este eixo corresponde à denominada calha central do SAG (OEA, 2009).

Em termos de unidades, o SAG no Brasil é constituído, basicamente, pelas formações geológicas Caturrita, Santa Maria e Guará, nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina; formações Botucatu e Piramboia, nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás (**Quadro 4.4**).

O SAG é um sistema granular, cujas unidades são essencialmente arenosas, sendo regionalmente livre em sua porção aflorante, a predominantemente confinado nas regiões onde ocorrem as coberturas, sobretudo basálticas.

Os aspectos hidrogeológicos e parâmetros hidrodinâmicos do SAG podem ser sintetizados, conforme apresentado no **Quadro 4.5**, a partir da compilação de publicações de vários autores.

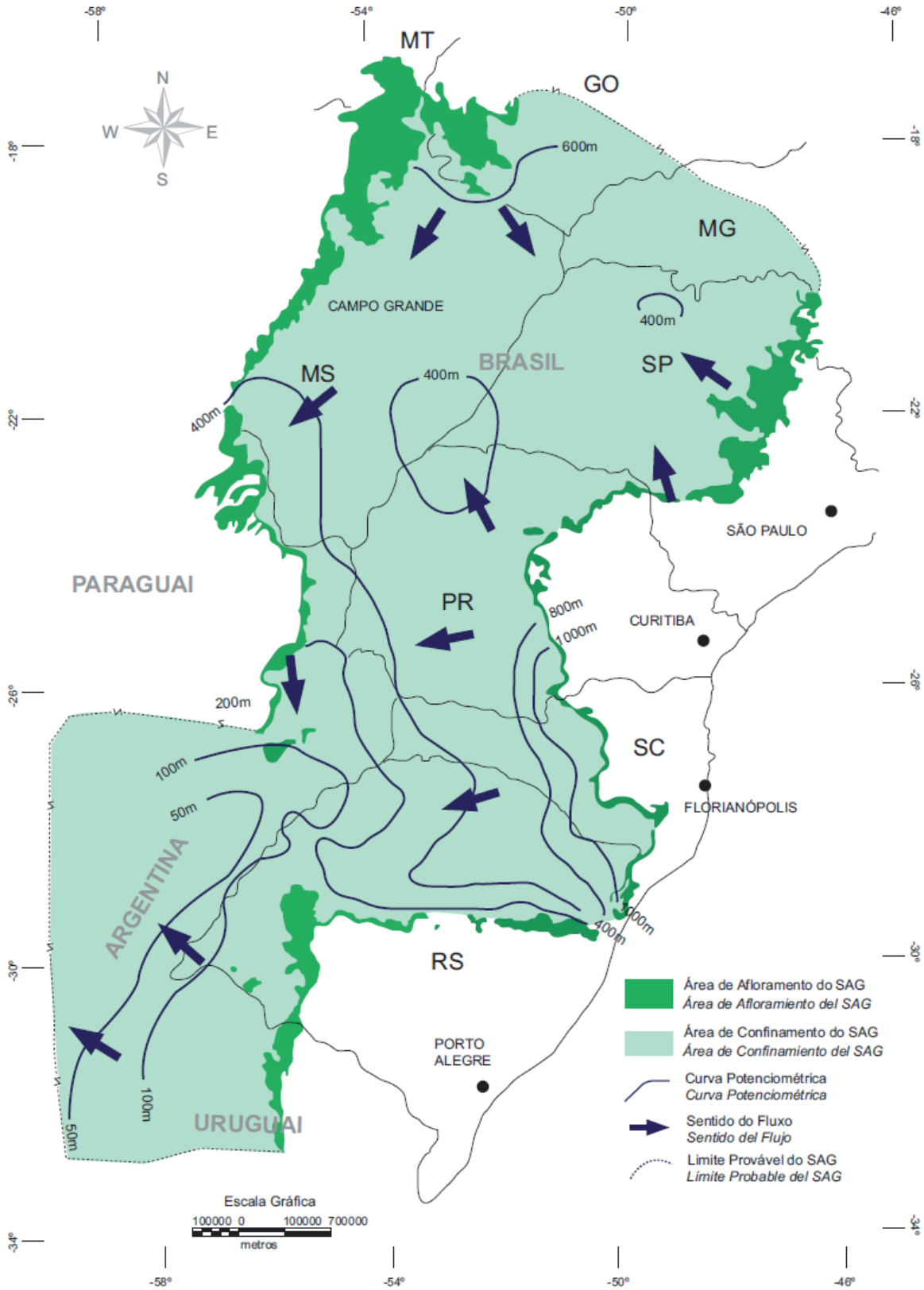


Figura 4.4 - Mapa com área de ocorrência do Sistema Aquífero Guarani (SAG) nos quatro países do Cone Sul e em oito estados brasileiros.

Fonte: OEA (2009)

Quadro 4.4 – Síntese da estratigrafia das unidades componentes do Sistema Aquífero Guarani no Brasil.

Unidades		Cone Sul (PR, SC e RS)	Cone Norte (SP, MG, GO, MT, MS)
Pós-SAG		Formação Serra Geral	Grupo Bauru Formação Serra Geral
130 milhões de anos	SAG	Formações Botucatu/Guará	Formação Botucatu
250 milhões de anos		Formação Caturrita Formação Santa Maria	Formação Piramboia
Pré-SAG		Formação Sanga do Cabral	Formações Corumbataí/Rio do Rasto

Fonte: adaptado de OEA (2009).

Quadro 4.5 – Síntese de aspectos hidrogeológicos do SAG no Brasil, segundo vários autores.

Espessura (m)		n (%)	K (m/d)	T (m ² /d)	S	Q (m ³ /h)	Fonte	
Máx.	Média							
-	-	15	200	-	1 x 10 ⁻⁴	-	Regional (OEA, 2009)	
550	268	10 a 15	12,96	39 – 1.035 (média 336)	4 x 10 ⁻⁵ 2 x 10 ⁻⁴	-	SAG São Paulo (Sracek e Hirata, 2002)	
-	-	-	5 a 10	50 a 1.200	-	-	SAG Regional (Foster et al., 2009)	
-	-	-	-	10 a 650	1x10 ⁻⁴	10 a 320	SAG Regional Sanesul/Tahal (1998)	
484	138	17 a 30	8,7	2,4 a 552	-	-	Fm. Botucatu	SAG Bacia do Paraná (Araujo et al., 1999)
770	139	14 a 24	1,9	-	-	-	Fm. Piramboia	
100	-	-	3	260	0,17	20 a 80	Aflorante	SAG São Paulo (DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005)
400	-	-	2,6	1.200	1x10 ⁻³	80 a 360	Confinado	
-	250	-	-	70 a 1.300	10 ⁻⁶ a 10 ⁻⁴	50 a 600	Aflorante	SAG São Paulo (Hirata et al., 1997)
-	500	-	-				Confinado	

Observações: Máx.= Máxima; n = Porosidade efetiva; K = Condutividade hidráulica; T = Coeficiente de transmissividade; S = Coeficiente de armazenamento; Q = Vazão

Em relação ao uso da água do SAG, segundo os cálculos efetuados por OEA (2009), nota-se exploração total da ordem de 1,04 x 10⁹ m³/ano, sendo que a maior intensidade de uso é observada no território brasileiro. São Paulo é o maior explorador dentre os estados, com cerca de 70% do volume total extraído e apenas 13% do território do aquífero.

Comparando-se o volume total extraído com a disponibilidade total do SAG (**Quadro 4.6**), nota-se que o comprometimento de reservas resulta em valores proporcionalmente baixos, se considerados os valores regionais. Entretanto, problemas de superexploração com depleção acentuada são observados em alguns locais, tais como nas cidades paulistas de Ribeirão Preto, São José do Rio Preto, Araraquara, dentre outras, que já estão demandando medidas especiais de gestão da exploração.

Quadro 4.6 – Reservas do Sistema Aquífero Guarani (SAG).

Recarga efetiva (= Reserva reguladora) - km ³ /ano		Reserva permanente - km ³ (n = 15% e S = 10 ⁻⁴)			Disponibilidade (km ³)
Por simulação	Por balanço hídricos regional	Reserva drenável (km ³)	Reserva compressível (km ³)	Total (km ³)	
3,0	0,8 - 1,4	33.000	51	33.051	2.000

Observação: S = Coeficiente de armazenamento para as porções confinadas; n = Porosidade efetiva para as porções não confinadas. Disponibilidade = calculada a partir das reservas permanentes, considerando-se um aproveitamento máximo de 30% do volume de água da reserva drenável, podendo, então, estar disponível para a extração cerca de 6,5% do volume total.

Fonte: OEA (2009)

4.4 A VASTIDÃO DA HIDROGEOLOGIA

O conhecimento da hidrogeologia expandiu-se imensamente, tornou-se vasto e engloba muitas áreas da ciência, além da geologia propriamente dita. Tornou-se crítica para a manutenção da sustentabilidade dos recursos hídricos subterrâneos em particular e de todos os recursos hídricos do planeta em geral. As muitas áreas do conhecimento, que estão englobadas hoje dentro do termo hidrogeologia, são tão numerosas e específicas, que hidrogeólogos especialistas desconhecem o jargão de outros colegas especialistas de subáreas distintas.

A maior parte dos conhecimentos e sabedoria sobre águas subterrâneas foi construída ao longo dos últimos 40 anos, por uma geração de profissionais mundiais que está prestes a desaparecer. Liderados pelo professor John Cherry, do Canadá, centenas desses profissionais estão empenhados na criação de livros-texto e material de ensino para distribuição gratuita. O chamado *Groundwater Project* (Projeto Águas Subterrâneas) deve servir, tanto para aprendizes individuais, quanto para instrutores, de modo a facilitar o aprendizado de seus estudantes. Servirá também de base para que as novas gerações contribuam com seu conhecimento para o avanço da ciência hidrogeológica no futuro e para inspirar estudantes a seguir pesquisa e carreira na área.

O **Quadro 4.7** apresenta a organização de temas que estão sendo preparados como volumes de uma série de livros-texto, no âmbito do Projeto Águas Subterrâneas. Dentre estes temas, perto de uma centena já está em fase adiantada de preparação, contando com quase duas centenas de profissionais dedicados, voluntariamente, a esta tarefa. Os volumes serão publicados eletronicamente e com distribuição gratuita. De acordo com as regras do projeto, os autores permitem que os textos sejam traduzidos para distribuição gratuita dentro do próprio projeto. Esta compilação de temas contou com a colaboração de vários profissionais e é um excelente guia para aqueles que pretendem conhecer melhor a vastidão da hidrogeologia.

Por ser imprescindível à vida, a água é um bem que pode ser utilizado por todos, ou seja, qualquer cidadão brasileiro, por determinação constitucional, pode ter acesso à água. Isto garante que todos possam ter seu poço. A água não pertence ao Estado, este deve apenas organizar e gerir o seu uso para que os cidadãos possam, efetivamente, ter acesso, para evitar injustiças. É importante salientar aos profissionais e interessados nas águas subterrâneas, que seu uso é absolutamente legal, apenas requerendo a outorga respectiva.

Segundo Hirata et al. (2019), as águas subterrâneas no Brasil são extraídas, principalmente, por poços tubulares, também conhecidos como artesianos ou semiartesianos, cujas vazões são grandes e normalmente utilizadas por indústrias, prédios, comércio, condomínios, entre outros. Existem, ainda, milhares de poços construídos com equipamentos manuais, de pouca profundidade e, normalmente, revestidos de tubos de concreto, pedras ou tijolos.

Segundo estimativas do estudo em questão, são mais de 2,5 milhões somente de poços tubulares, estimando-se que os custos envolvidos na perfuração e instalação somem mais de R\$ 75 bilhões, ou seja, valor equivalente a 6,5 anos de investimentos do Brasil em água e esgotos, considerando valores de 2016. Esses dados são estimados, uma vez que 88% são considerados poços clandestinos, ou seja, estão fora dos cadastros oficiais do poder público. O total de água extraída nesses poços é estimado em 17.580 Mm³/ano (557 m³/s), ou seja, volume suficiente para abastecer toda a população brasileira em um ano, sendo possível também abastecer 10 regiões metropolitanas do porte de São Paulo. Se toda a água subterrânea extraída fosse oferecida ao preço médio praticado pelos operadores do serviço público de água, que é de R\$ 3,36/m³ (SNIS, 2016), a receita total chegaria ao patamar de R\$ 59 bilhões por ano.

O uso das águas subterrâneas ocorre, portanto, quase em sua totalidade à revelia das leis. No Brasil, a dominialidade das águas subterrâneas é estadual, o que significa que o governo federal não legisla sobre águas subterrâneas. O arcabouço legal para uso das águas subterrâneas é bem desenvolvido em inúmeros estados. Como cada estado possui legislação própria, os autores Luciana Cordeiro de Souza-Fernandes e Everton de Oliveira produziram uma edição (em cinco volumes) dessas leis: “Coletânea da Legislação de Águas Subterrâneas do Brasil” (2018). Os interessados podem acessar este documento gratuitamente.

Embora o país não seja carente no aspecto legislativo, há muito a ser realizado para que o uso da água possa ser trazido para a legalidade, de modo a permitir segurança aos seus usuários e garantia de acesso a todos. Por trás disso tudo, claro, está a ausência de profissionais qualificados na construção adequada dos poços. Nesse sentido, a legalização do uso das águas subterrâneas é do interesse de toda a sociedade brasileira, inclusive aos profissionais envolvidos em estudos, projetos e prestação de serviços nessa área.

Quadro 4.7 – Temas e sub-temas de livros-texto do Projeto Águas Subterrâneas.

TEMAS	SUB-TEMAS
1. Princípios físicos e conceitos	1.1. Sistemas de fluxo de água subterrânea no ciclo hidrológico; 1.2. Conceitos, princípios e processos de fluxo de águas subterrâneas; 1.3. Pressão e tensão efetiva; 1.4. Geologia das águas subterrâneas; 1.5. Unidades hidrogeológicas, aquíferos e aquitardes; 1.6. Heterogeneidade e anisotropia; 1.7. Redes de fluxo de águas subterrâneas; 1.8. Fluxo de água na zona vadosa; 1.9. Testes hidráulicos; 1.10. Processos de escoamento superficial; 1.11. Interação entre água subterrânea e água superficial; 1.12. Captura de águas subterrâneas por poços; 1.13. Ocorrência de fluxo de fase líquida não-aquosa; 1.14. Calor e temperatura no fluxo de água subterrânea; 1.15. Fluxo de água subterrânea dependente de densidade; 1.16. Fluxo de água subterrânea em meio fraturado; 1.17. Velocidade e tempo de trânsito de água subterrânea; 1.18. Difusão de solutos em meios saturados; 1.19. Difusão de gases na zona vadosa; 1.20. Fase livre de gás na água subterrânea. 1.21. Dispersão e plumas de contaminação; 1.22. Modelagem matemática em água subterrânea; 1.23. Isótopos ambientais como indicadores da origem da água subterrânea e dos processos hidrogeológicos.
2. Conceitos e princípios químicos nas águas subterrâneas	2.1. Qualidade das águas subterrâneas; 2.2. Solutos inorgânicos: conceitos e processos; 2.3. Solutos orgânicos: conceitos e processos; 2.4. Microbiologia das águas subterrâneas; 2.5. Modelo conceitual para geoquímica das águas subterrâneas; 2.6. Isótopos para se entender hidrogeoquímica; 2.7. Cloreto natural e antropogênico como traçadores em sistemas de fluxo de águas subterrâneas.
3. Aquitardes e aquícludes	3.1. Funções dos aquitardes e aquícludes nos sistemas de fluxo de águas subterrâneas; 3.2. Natureza e origem de aquitardes; 3.3. Natureza e origem de fraturas; 3.4. Testes hidráulicos de aquitardes; 3.5. Aquitardes como controladores da recarga de aquíferos; 3.6. Difusão dominada por aquitardes não endurecidos e próximos à superfície como arquivos de paleoclima e paleo hidrogeoquímica; 3.7. Processos hidrogeoquímicos em aquitardes; 3.8. Aquitardes de profundidade intermediária sob a zona de água doce; 3.9. Falhas como aquitardes; 3.10. Integridade de aquitardes para proteção de aquíferos.
4. Águas subterrâneas em sistemas hidrogeológicos diferenciados	4.1. Hidrogeologia de <i>carsts</i> ; 4.2. Hidrogeologia costeira; 4.3. Hidrogeologia urbana; 4.4. Hidrogeologia de desertos; 4.5. Hidrogeologia de montanhas; 4.6. Hidrogeologia de <i>permafrost</i> ; 4.7. Hidrogeologia de regiões alagadiças; 4.8. Hidrogeologia de turfas; 4.9. Hidrogeologia de glaciares; 4.10. Hidrogeologia de fontes e nascentes; 4.11. Sistemas instáveis de densidade variável.
5. Hidrogeoquímica de águas subterrâneas	5.1. Carbono orgânico natural em águas subterrâneas; 5.2. Natureza e função das reações de óxido-redução; 5.3. Hidrogeoquímica do nitrogênio; 5.4. Evolução química da água infiltrando na zona vadosa durante a recarga; 5.5. Evolução química da água subterrânea: íons maiores em sistemas de água doce até salobra; 5.6. Hidrogeoquímica de <i>carsts</i> ; 5.7. Elementos traço em água subterrânea fresca; 5.8. Águas subterrâneas e salinidade natural do solo; 5.9. Águas subterrâneas e salinidade de solo por atividades humanas; 5.10. Controle das águas subterrâneas na salinidade de lagos; 5.11. Sistemas profundos de água salina e de salmoura; 5.12. Hidrogeoquímica de <i>sabkhas</i> ; 5.13. Hidrogeoquímica de sistemas de águas subterrâneas profundos em bacias sedimentares; 5.14. Hidrogeoquímica de águas subterrâneas em rochas graníticas; 5.15. Hidrogeoquímica de águas subterrâneas em rochas vulcânicas; 5.16. Hidrogeoquímica de fontes salinas e termais; 5.17. Fatores hidrogeológicos e hidrogeoquímicos na ocorrência natural de arsênio; 5.18. Fatores hidrogeológicos e hidrogeoquímicos na ocorrência natural de fluoreto; 5.19. Fatores hidrogeológicos e hidrogeoquímicos na ocorrência natural de selênio; 5.20. Fatores hidrogeológicos e hidrogeoquímicos na ocorrência e mobilidade de radioatividade natural em águas subterrâneas.
6. Exploração, valoração e gestão de recursos hídricos subterrâneos	6.1. Geologia de aquíferos; 6.2. Exploração de águas subterrâneas e locação de poços; 6.3. Uso conjunto de recursos hídricos; 6.4. Gestão de recarga de aquíferos; 6.5. Identificação e desenvolvimento de aquíferos de água doce fóssil; 6.6. Economia de águas subterrâneas; 6.7. Incerteza, otimização e análise de decisão.

TEMAS	SUB-TEMAS
7. Contaminação de águas subterrâneas	7.1. Modelos conceituais de fontes de contaminação; 7.2. Contaminantes encontrados em águas subterrâneas; 7.3. Níveis máximos de concentração de contaminantes em água subterrânea; 7.4. Tipos e conceituação de plumas de contaminação; 7.5. Contaminantes emergentes reconhecidos; 7.6. Contaminantes emergentes potenciais; 7.7. Advecção e efeitos de heterogeneidades; 7.8. Efeitos de densidade dos contaminantes; 7.9. Princípios de adsorção; 7.10. Princípios de degradação; 7.11. Comportamento de contaminantes na zona vadosa; 7.12. Diferenças entre meios granulares, fraturados e cársticos no transporte e destino de contaminantes em águas subterrâneas: como e onde a massa fica distribuída; 7.13. Diferenças nas características de plumas originadas por: fontes aquosas, fontes aquosas densas, fontes líquidas não-aquosas, fontes de gás livre, fontes com perfluoralquil e polifluoralquil; 7.14. Compostos fosforados e seu comportamento em águas subterrâneas; 7.15. Compostos de cromo e seu comportamento em águas subterrâneas; 7.16. Compostos de chumbo e seu comportamento em águas subterrâneas; 7.17. Origens do perclorato e seu comportamento em águas subterrâneas; 7.18. Fluoreto e seu comportamento em águas subterrâneas; 7.19. Compostos fosforados e seu comportamento em águas subterrâneas; 7.20. Transporte facilitado de compostos inorgânicos; 7.21. Métodos analíticos para detecção de compostos inorgânicos em água; 7.22. Tipos de fontes e de plumas de contaminantes orgânicos; 7.23. Fase livre de produtos imiscíveis (LNAPL, DNAPL); 7.24. Fase dissolvida a partir de produtos imiscíveis; 7.25. Vapores de compostos orgânicos; 7.26. Comportamento de compostos orgânicos em águas subterrâneas; 7.27. O meio ambiente subterrâneo multimídia e os contaminantes orgânicos; 7.28. Plumas de contaminantes orgânicos na zona vadosa e nas águas subterrâneas; 7.29. Adsorção da fase vapor e dissolvida; 7.30. Transporte facilitado de contaminantes orgânicos; 7.31. Transformações abióticas de compostos orgânicos; 7.32. Transformações bióticas de compostos orgânicos; 7.33. Valor da análise de isótopos para compostos específicos; 7.34. Interações químicas e bioquímicas em plumas de contaminação; 7.35. Plumas de aterros sanitários; 7.36. Plumas de indústria de papel e celulose; 7.37. Plumas de lagoas de esgoto, fossas sépticas e de vazamento de linhas de esgoto sanitário; 7.38. Plumas de resíduos perigosos variados; 7.39. Contaminantes microbiológicos: vírus, bactérias e outros.
8. Caracterização e diagnóstico de áreas contaminadas	8.1. Modelos conceituais para caracterização e monitoramento; 8.2. Evolução das métricas para regulação de áreas contaminadas e remediação; 8.3. Gênese e escala espacial de zonas de reação; 8.4. Métodos de alta resolução para meios geológicos inconsolidados; 8.5. Métodos de alta resolução para meios geológicos fraturados; 8.6. Métodos de alta resolução para meios geológicos cársticos; 8.7. Determinação da arquitetura geológica de subsuperfície; 8.8. Importância e caracterização da geologia regional; 8.9. Uso de seções transversais e fluxo de contaminante; 8.10. Abordagens para investigação e caracterização de NAPL; 8.11. Linhas de evidência para atenuação: plumas expandindo, estáveis e encolhendo; 8.12. Dados destilados e filtrados e ferramentas de visualização; 8.13. Criando modelos conceituais baseados em processo; 8.14. Caracterização de transporte e destino de contaminantes sob condições de parques recursos; 8.15. Avaliação localizada da integridade de aquíferos; 8.16. Avaliação da vulnerabilidade de aquíferos e poços; 8.17. Avaliação de impactos e de riscos
9. Controle e remediação de contaminação	9.1. Plumas e fontes: por que remediar; 9.2. Regulação global e tendências da indústria; 9.3. Métricas de performance e metas da remediação; 9.4. Função da caracterização da área no projeto de remediação; 9.5. Métodos e abordagens de remediação; 9.6. Seleção e alternativas para remediação; 9.7. Contenção e remoção da fonte de contaminação: envelopamento; 9.8. Extração multifásica; 9.9. Controles de plumas; 9.10. Atenuação natural monitorada, depleção natural da fonte e barreiras permeáveis; 9.11. Métodos de lavagem in situ para tratamento da fonte e da pluma; 9.12. Métodos termais: extração com vapor, calor por resistência elétrica, combustão sem chama e aumento de remoção a baixa temperatura; 9.13. Fitoremediação; 9.14. Avaliação da performance de ações de remediação.
10. Ocorrência, fluxo e contaminação em rochas fraturadas	10.1. Natureza e origens de fraturas permeáveis; 10.2. Preenchimento de fraturas por processos hidrogeológicos; 10.3. Resposta do nível d'água em aquíferos fraturados devido à água meteórica; 10.4. Fluxo em fraturas rugosas simples: água e líquidos imiscíveis; 10.5. Porosidade de fraturas, compressibilidade, armazenamento e rendimento específicos; 10.6. Fluxo estacionário e transiente em redes de fraturas naturais; 10.7. Testes hidráulicos e rochas fraturadas; 10.8. Imageamento geofísico: o que podem mostrar?; 10.9. Identificação de fraturas hidráulicamente ativas em redes de fraturas; 10.10. Complexidades e conceitos relacionados ao tempo de transporte e idade da água subterrânea em rochas fraturadas; 10.11. Comportamento de fluidos imiscíveis em rochas fraturadas; 10.12. Transporte de solutos e plumas e redes de rochas fraturadas; 10.13. Ocorrência e migração de patógenos em rochas fraturadas; 10.14. Hidrogeologia de falhas e influência de falhas em sistemas de fluxo de águas subterrâneas.

Continua | Quadro 4.7 – Temas e sub-temas de livros-texto do Projeto Águas Subterrâneas.

TEMAS	SUB-TEMAS
11. Águas subterrâneas como risco	11.1. Subsidiência de terreno por consolidação; 11.2. Subsidiência de terreno por dissolução; 11.3. Estabilidade de taludes e escorregamentos de terra; 11.4. Águas subterrâneas e a engenharia de túneis de várias dimensões; 11.5. Radônio em águas subterrâneas; 11.6. Águas subterrâneas e a elevação do nível do mar.
12. Águas subterrâneas e agricultura	12.1. Irrigação com água subterrânea e impactos; 12.2. Impactos dos resíduos da agricultura nas águas subterrâneas; 12.3. Impactos dos resíduos da agropecuária nas águas subterrâneas; 12.4. Requerimentos para registro de pesticidas sob o contexto das águas subterrâneas; 12.5. Usos, práticas e impactos do uso dos pesticidas para as águas subterrâneas; 12.6. Impactos da fertilização química: nitrogênio, fósforo e potássio nas águas subterrâneas; 12.7. Uso não-sustentável pela irrigação e questões de sustentabilidade; 12.8. Agricultura orgânica versus convencional: comparação dos impactos na água subterrânea.
13. Águas subterrâneas, minerais e mineração	13.1. Águas subterrâneas e a origem de depósitos minerais; 13.2. Impactos da mineração: aspectos físicos; 13.3. Impactos da mineração: aspectos químicos; 13.4. Hidrogeologia alpina e mineração; 13.5. Recuperação de áreas mineradas; 13.6. Hidrogeologia de <i>permafrost</i> e a Mineração; 13.7. Águas Subterrâneas como Fonte de Energia (O ambiente subterrâneo como fonte de energia; e Energia geotermal de sistemas rasos de águas subterrâneas).
14. Usos e perturbações do ambiente de subsuperfície pelas indústrias de extração de recursos	14.1. Energia geotermal de sistemas termais profundos de águas subterrâneas; 14.2. Águas subterrâneas e a injeção profunda de CO ₂ ; 14.3. Contaminação de águas subterrâneas e a produção de óleo e gás: vazamento e migração de gás natural; 14.4. Águas subterrâneas e o desenvolvimento das areias petrolíferas; 14.5. Águas subterrâneas e tubovias; 14.6. Cavernas e armazenamento de óleo e gás; 14.7. Armazenamento raso / disposição final de resíduos nucleares; 14.8. Repositórios geológicos profundos para resíduos nucleares; 14.9. Extração de agregados.
15. Qualidade das águas subterrâneas e saúde humana	15.1. Como os limites de potabilidade são determinados; 15.2. Parâmetros de qualidade de água não-perigosos (estéticos); 15.3. Águas subterrâneas e patógenos; 15.4. Elementos-traço em águas subterrâneas e saúde humana; 15.5. Fontes termais e salmouras (<i>spas</i> de saúde); 15.6. Radioatividade natural em águas subterrâneas; 15.7. O poço privado e melhores projetos para água potável segura; 15.8. Grupos incidência de câncer no contexto das águas subterrâneas; 15.9. Águas Subterrâneas, Sanitarismo e Higiene (Coliformes como indicadores patógenos; Fontes de água de nascentes, minas e poços rasos e sua contaminação; Criação de poços seguros para água potável: poços escavados rasos, escavação manual, perfuratrizes motorizadas portáteis e não-portáteis; Tecnologias apropriadas de bombeamento de águas subterrâneas; Projeto e locação de latrinas para minimizar a contaminação de águas subterrâneas; e <i>Kits</i> de análises químicas para testes de campo da qualidade da água).
16. Águas subterrâneas e ecologia	16.1. Ecologia: visão geral no contexto das águas subterrâneas; 16.2. Evapotranspiração; 16.3. Águas subterrâneas e vegetação; 16.4. Águas subterrâneas e árvores; 16.5. Águas subterrâneas e habitat de peixes; 16.6. Águas subterrâneas e habitat de insetos; 16.7. Águas subterrâneas e habitat de aves.
17. Águas subterrâneas e sociedade	17.1. Princípio da precaução e sustentabilidade; 17.2. Contexto sociológico para questões de águas subterrâneas e governança; 17.3. Águas subterrâneas e legislação; 17.4. Governança das águas subterrâneas; 17.5. Monitoramento de recursos hídricos subterrâneos suportados pelo governo: desafios e exemplos de abordagens efetivas; 17.6. Águas subterrâneas engarrafadas; 17.7. Aquíferos transfronteiriços; 17.8. Valor da recuperação da água subterrânea; 17.9. Gestão adaptativa de águas subterrâneas; 17.10. Alcançando competência na prática da ciência e engenharia das águas subterrâneas; 17.11. Melhores modelos para financiamento da pesquisa em águas subterrâneas; 17.12. Mudanças climáticas e águas subterrâneas.
18. Águas subterrâneas nos processos geológicos	18.1. Águas subterrâneas no interior e sob os glaciares; 18.2. Águas subterrâneas e a geomorfologia; 18.3. Transporte de sedimentos e deposição em rios e cursos d'água; 18.4. Águas subterrâneas e as formas dos relevos cársticos; 18.5. Função das águas subterrâneas na gênese das falhas: formação/movimento; 18.6. Função das águas subterrâneas na dolomitização; 18.7. Águas subterrâneas e a origem e formação das acumulações de óleo e gás.
19. Geologia das águas subterrâneas	19.1. Sistemas sedimentares deltaicos e aluvionares; 19.2. Geologia glacial; 19.3. Loess; 19.4. Saprólito; 19.5. Características e origens de fraturas e falhas; 19.6. Arenitos; 19.7. Folhelhos e argilitos; 19.8. Rochas carbonáticas: calcários e dolomitos; 19.9. Rochas graníticas; 19.10. Rochas vulcânicas: basaltos e tufos; 19.20. Rochas metamórficas; 19.21. Construindo conceitualizações sobre dados de sondagens.

TEMAS	SUB-TEMAS
20. Modelagem matemática de águas subterrâneas	20.1. Definição do processo de modelagem; 20.2. Modelos conceituais; 20.3. Balanço hídrico de águas subterrâneas; 20.4. Condições de contorno; 20.5. Propriedades hidráulicas para modelagem; 20.6. Propriedades químicas para modelagem; 20.7. Modelos físicos, analógicos, gráficos e analíticos; 20.8. Modelagem matemática: domínio, dimensionalidade, discretização e física; 20.9. Modelo de fluxo e transporte de fase única; 20.10. Modelo acoplado de fluxo de águas subterrâneas e superficiais; 20.11. Modelo acoplado de fluxo e transporte; 20.12. Modelo acoplado de fluxo de superfície, subterrâneo e atmosférico; 20.13. Modelo de fluxo e transporte multifásico; 20.14. Modelo de fluxo e transporte com densidade variável; 20.15. Modelo de fluxo e transporte em rochas fraturadas; 20.16. Modelo de fluxo e transporte em condutos de subsuperfície; 20.17. Compactação de aquíferos e modelagem de águas subterrâneas; 20.18. Métodos de elementos analíticos; 20.19. Método de diferenças finitas; 20.20. Métodos de elementos finitos; 20.21. Métodos das redes de fraturas discretas; 20.22. Métodos de condutos de fluxo; 20.23. Métodos de traçados de partículas; 20.24. Método das características; 20.25. Método do caminho randômico; 20.26. Calibração, verificação e validação de modelos.
21. Métodos, ferramentas e tecnologias	21.1. Amostragem de aterros; 21.2. Perfuração mecanizada de poços; 21.3. Perfuração manual de poços; 21.4. Transdutores de pressão; 21.5. Poços de monitoramento de águas subterrâneas; 21.6. Piezômetros; 21.7. Sistemas de monitoramento multiníveis a intervalos discretos; 21.8. Perfilador Waterloo avançado: projeto, operação e exemplos de resultados; 21.9. Velocidade e fluxo de água subterrânea; 21.10. Fluxo de contaminantes; 21.11. Parâmetros geoquímicos e de qualidade de água; 21.12. Análise de compostos inorgânicos; 21.13. Análise de compostos orgânicos; 21.14. Análise e caracterização de carbono orgânico dissolvido; 21.15. Análise de carbono inorgânico dissolvido; 21.16. Análise de isótopos em compostos específicos; 21.17. Análise de Carbono 14; 21.18. Amostragem de água na zona saturada; 21.19. Amostragem de água zona vadosa; 21.20. Geofísica de superfície; 21.21. Perfilagens geofísicas; 21.22. Temperatura: superfície e dentro da sondagem; 21.23. Radônio; 21.24. Medidas da pressão total de gases; 21.25. Detecção e medição de compostos orgânicos por <i>direct push</i> ; 21.26. Medições em leitos de cursos d'água e sedimentos de fundo de lagos; 21.27. Testes com traçadores em <i>carst</i> .

4.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil é um dos países com maior vantagem em termos de armazenamento e disponibilidade de recursos hídricos, sendo que a maior parte se encontra em aquíferos. A hidrogeologia e os estudos relacionados às águas subterrâneas e aos recursos hídricos merecem grande enfoque, para que se possa agregar mais valor a este bem. Os geólogos são os profissionais com capacitação mais adequada para trabalhar nesse sentido.

A posição do Brasil como produtor de proteína animal e de alimentos é um reflexo da disponibilidade hídrica do país. O aumento populacional e as pressões sobre os recursos hídricos e o seu uso sustentável ampliarão muito o campo de trabalho para os profissionais ligados à hidrogeologia, não somente no Brasil. Muito da hidrogeologia ainda está por ser disseminado, de modo que seu conhecimento e prática sejam incorporados pela sociedade.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, L. M.; FRANÇA, A. B.; POTER, P. E. Aquífero Gigante do Mercosul no Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai; Mapas Hidrogeológicos das Formações Botucatu, Piramboia, Rosário do Sul, Buena Vista, Misiones e Tacuarémbo. Mapas, Curitiba: UFPR-Petrobras, 1995. 4 mapas, colorido. Escala 1:5.000.000. Texto Explicativo, 16 p.
- DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica; IG – Instituto Geológico; IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo; CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Mapa de águas subterrâneas do Estado de São Paulo. São Paulo: DAEE, IG-SMA, IPT, CPRM. 2005. 3 v. 119 p. Escala 1:1.000.000.
- FOSTER, S.; HIRATA, R.; VIDAL, A.; SCHMIDT, G.; GARDUÑO, H. A iniciativa do Programa Sistema Aquífero Guarani – Rumo à Gestão Prática da Água Subterrânea em um Contexto Transfronteiriço. GWMATE, Banco Mundial, 2009. 28 p.
- HIRATA, R. C. A.; SUHOGUSOFF, A. V.; MARCELLINI, S. S.; VILLAR, P. C.; MARCELLINI, L. A revolução silenciosa das águas subterrâneas no Brasil: uma análise da importância do recurso e os riscos pela falta de saneamento. São Paulo: Editora Instituto Trata Brasil, 2019. 35 p.
- HIRATA, R. ; BASTOS, C. R. A.; ROCHA, G. A. (Coord.). Mapeamento da vulnerabilidade e risco de poluição das águas subterrâneas no Estado de São Paulo. IG – Instituto Geológico, CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica, SMA – Secretaria de Estado de Meio Ambiente. v. 1. São Paulo: Instituto Geológico: CETESB, 1997.
- HIRATA, R. C. A.; BASTOS, C. R. A.; ROCHA, G. A. Mapeamento da vulnerabilidade e risco de poluição das águas subterrâneas no estado de São Paulo. v. 1. São Paulo: IG; CETESB; DAEE, 1997. 129 p.
- OEA – ORGANIZAÇÃO DOS ESTADOS AMERICANOS. Aquífero Guarani: Programa Estratégico de Ações. Projeto de Proteção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Sistema Aquífero Guarani. Série de Manuais e Documentos Técnicos do PSAG. Edição Bilingue. Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai: Organização dos Estados Americanos (PEA), jan. 2009. 424 p.
- ROCHA, G. A. O grande manancial do Cone Sul. Revista do Instituto de Estudos Avançados – IEA da Universidade de São Paulo – USP. Estudos Avançados, v. 11, n. 30, p. 191-212, 1997.
- SANESUL/TAHAL. Estudos Hidrogeológicos de Mato Grosso do Sul. Relatório Final, Campo Grande, mapas VI e II, 736 p., 1998.
- SRACEK, O.; HIRATA, R. Geochemical and stable isotopic evolution of the Guarani Aquifer System in the state of São Paulo, Brazil. Hydrogeology Journal, v. 10, n. 6, p. 643–655, 2002.
- SOLDEIRA, B. C. Água Compensável (AC): definição de um novo indicador ambiental”. 2017. 139 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro. 2017.
- SOUZA-FERNANDES, L. C.; OLIVEIRA, E. Coletânea da Legislação de Águas Subterrâneas do Brasil. 5 v. São Paulo: Editora Instituto Água Sustentável, 2018.
- THE GROUNDWATER PROJECT – An Evolving Platform for Groundwater Learning and Practice. 2019. Disponível em: <http://gw-project.org/index.php>.
- WWAP - UNITED NATIONS WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME. The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World. London/Paris, Earthscan/UNESCO, 2009. 429 p. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001819/181993e.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2019.
- WWAP - UNITED NATIONS WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME. The United Nations World Water Development Report 2015: Water and Sustainable World. Paris, UNESCO, 2015. 139 p. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002318/231823E.pdf>. Acesso em: 10 maio 2019.
- UNESCO-UNEVOC - UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION - INTERNATIONAL CENTRE FOR TECHNICAL AND VOCATIONAL EDUCATION AND TRAINING. Skills Challenges in the Water and Wastewater Industry: Contemporary Issues and Practical Approaches in TVET. Bonn, Germany, 2012. 34 p. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002204/220455e.pdf>. Acesso em: 28 maio 2019.

Capítulo 5

GEOLOGIA DE ENGENHARIA, RISCOS AMBIENTAIS E PLANEJAMENTO TERRITORIAL

O presente capítulo apresenta uma síntese da importância das áreas da Geologia de Engenharia, Riscos Ambientais e Planejamento Territorial na atuação profissional dos geólogos. Aborda o papel da Geologia de Engenharia como Geociência Aplicada, discutindo as principais bases disciplinares, os campos profissionais e a evolução no Brasil. Discute as principais legislações relacionadas a gestão territorial e urbana no país. Apresenta os principais conceitos relacionados a área de Riscos Ambientais, incluindo aspectos sobre desastres naturais e tecnológicos e da proposta Política Nacional de Meteorologia e Climatologia. Finaliza com a apresentação de dois exemplos de aplicação da Geodiversidade no desenvolvimento sustentável regional e local.

Álvaro Rodrigues dos Santos
Caiubi Emanuel Souza Kuhn
Fábio Augusto Gomes Vieira Reis
Kátia Canil
Ronaldo Malheiros Figueira
Augusto José Pereira Filho
Marcos Antônio Leite do Nascimento
Rosemary Hoff

SUMÁRIO

- 5.1 GEOLOGIA DE ENGENHARIA: UMA GEOCIÊNCIA APLICADA
 - 5.1.1 As relações entre a Geologia de Engenharia e a Engenharia Geotécnica
- 5.2 BASE DISCIPLINAR E CAMPOS PROFISSIONAIS NA GEOLOGIA DE ENGENHARIA
- 5.3 A EVOLUÇÃO DA GEOLOGIA DE ENGENHARIA NO BRASIL
- 5.4 EVOLUÇÃO DO APARATO LEGAL NA GESTÃO TERRITORIAL E URBANA
- 5.5 RISCOS AMBIENTAIS E ORDENAMENTO TERRITORIAL
 - 5.5.1 Política Nacional de Meteorologia e Climatologia
- 5.6 APLICAÇÃO DA GEODIVERSIDADE E O PLANEJAMENTO TERRITORIAL
 - 5.6.1 Geoparques e a Gestão Territorial
 - 5.6.2 Geologia do vinho: identidade regional na viticultura do Rio Grande do Sul

5.1 GEOLOGIA DE ENGENHARIA: UMA GEOCIÊNCIA APLICADA

Mesmo constituindo uma das geociências aplicadas de maior e crescente importância para o sucesso dos empreendimentos humanos no planeta, e para o sucesso da própria humanidade como espécie, a Geologia de Engenharia ainda é pouco conhecida do grande público e até de setores técnicos próximos, especialmente no que se refere a sua conceituação, sua vinculação científica principal e seu raio de ação.

Entre os campos de aplicação da Geologia, destacam-se a Geologia Econômica, que tem por missão a busca e a lavra de todos os recursos minerais de interesse do homem (aí incluídos todos os tipos de minérios, o petróleo, o gás natural, a água subterrânea), e a Geologia de Engenharia, cuja missão maior é compatibilizar, tecnicamente, toda intervenção do homem no planeta com as características geológicas naturais (o ambiente geológico) de cada região ou local afetado.

De uma forma concisa, pode-se entender a Geologia de Engenharia como a Geociência Aplicada responsável pelo domínio tecnológico da interface entre a atividade humana e o meio físico geológico.

A *IAEG (International Association for Engineering Geology and the Environment)*, refletindo o crescimento exponencial dos problemas ambientais em todo o mundo, atualizou sua conceituação epistemológica oficial para Geologia de Engenharia, a qual consta de seus estatutos e já dos estatutos da ABGE (Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental):

Geologia de Engenharia é a ciência dedicada à investigação, estudo e solução de problemas de Engenharia e do Meio Ambiente decorrentes da interação entre a geologia e outras ciências correlatas e os trabalhos e atividades humanas (ABGE, 2013).

A Geologia de Engenharia, por outro lado, integra, com a Mecânica dos Solos e com a Mecânica das Rochas, alimentando-se reciprocamente, o grande campo da Geotecnia, que reúne todo o ferramental científico e tecnológico para o mais correto equacionamento, dimensionamento e execução de obras de engenharia, no que diz respeito a suas relações com os terrenos e materiais naturais com os quais interferem.

Em que pese já ser muito antigo o uso de informações geológicas para o benefício do homem, desde mesmo o tempo das cavernas como abrigo e moradia, a Geologia de Engenharia, como uma geociência aplicada sistematizada e individualizada, é relativamente recente. No Brasil, sua introdução e desenvolvimento ocorreram, especialmente, a partir do final da década de 1950, como consequência do surto de construção de grandes obras de infraestrutura no país.

A partir de meados dos anos 1970, a Geologia de Engenharia brasileira, já considerada destacadamente em todo o mundo por sua alta qualidade, ampliou, consideravelmente, seu campo de ação, objetivando o diagnóstico e a solução dos graves problemas de ordem regional e ambiental que atingem o país. Com isso, assumiu suas responsabilidades fundamentais e insubstituíveis no suporte técnico-científico ao preceito conceitual do desenvolvimento sustentado, qual seja, o desenvolvimento provedor de qualidade de vida no planeta para a atual e para as gerações futuras.

Para o atendimento de suas necessidades (energia, transporte, alimentação, moradia, segurança física, saúde, comunicação etc.), o homem é, inexoravelmente, levado a ocupar e modificar espaços naturais nas mais diversas formas (cidades, indústrias, usinas elétricas, estradas, portos, canais, agropecuária, extração de minérios e madeira, disposição de rejeitos ou resíduos industriais e urbanos), fato que já o transformou no mais poderoso agente geológico, hoje atuante na superfície do planeta.

Caso esses empreendimentos não levem em conta as características dos materiais e dos processos geológicos naturais com que vão interferir e interagir, desde a fase de projeto até a implantação e a operação, é quase certo que a natureza responda por meio de acidentes locais (rompimento de uma barragem, colapso de uma ponte, ruptura de um talude, por exemplo), ou problemas regionais (assoreamento de um rio, de um reservatório, de um porto, ou a contaminação de solos e de águas subterrâneas, por exemplo), consequências extremamente onerosas social e financeiramente, e, muitas vezes, trágicas, no que diz respeito à perda de vidas humanas. Fornecer informações para que essas ações humanas levem em conta o fator geológico de forma correta, garantindo, então, seu êxito técnico/econômico/social e evitando as graves consequências referidas, constitui o objetivo essencial da Geologia de Engenharia.

É indispensável, nesse contexto, que o geólogo conheça, exatamente, quais os tipos mais comuns de solicitação que os diferentes empreendimentos (barragens, estradas, minerações, cidades, metrô, aterros sanitários, agropecuária) impõem aos terrenos, o que lhe permitirá orientar e objetivar as investigações que se seguirão e a comunicação de seus resultados.

De outra parte, é fundamental, para o sucesso das operações de engenharia, que estas se apoiem em um perfeito casamento entre a solução adotada, as características geológicas dos terrenos e materiais afetados, e os processos geológico-geotécnicos naturais ou, eventualmente, provocados pela implantação de um pretendido empreendimento. Daí, a essencial importância da exatidão do diagnóstico fornecido pelo geólogo de engenharia, no âmbito do qual devem estar descritos todos os fenômenos que podem ser esperados da interação solicitações/meio físico geológico. Ou seja, a Geologia de Engenharia tem uma abordagem técnica essencialmente fenomenológica.

Por outro lado, a Geologia de Engenharia só conseguirá cumprir cabalmente essa responsabilidade, e assim ser útil à Engenharia e à sociedade em um sentido mais amplo, na medida em que não se descole de suas raízes disciplinares, de sua ciência-mãe, a Geologia, o que significa exercitar e priorizar seu principal instrumento de trabalho, o raciocínio geológico. Essa precaução fará com

que tenha sempre, como ponto de partida, a consciência de que qualquer ação humana sobre o meio fisiográfico interfere, não só limitadamente, em matéria pura, mas significativamente, em matéria em movimento, ou seja, em processos geológicos, sejam menos ou mais perceptíveis, sejam mecânicos, físico-químicos ou de qualquer outra natureza, estejam temporariamente contidos ou em pleno desenvolvimento.

5.1.1 As relações entre a Geologia de Engenharia e a Engenharia Geotécnica

Em sã consciência, não há, hoje, quem coloque em dúvida a fundamental importância de que os projetos de engenharia, ou quaisquer outras intervenções humanas sobre o planeta, devam levar em plena consideração as características geológicas dos terrenos afetados.

Entretanto, no ambiente geotécnico brasileiro, são ainda comuns dúvidas e desencontros muito grandes sobre como deve ocorrer na prática profissional essa indispensável interação entre a Geologia e a Engenharia; nesse caso, mais precisamente entre a Geologia de Engenharia e a Engenharia Geotécnica.

Em não raros casos, essa dificuldade explica-se, ainda, em visões limitadas e preconceitos menores de parte a parte, mas, não há dúvida de que, fundamentalmente, o desconhecimento teórico, sobre como essas duas geotecnologias aplicadas devem interagir metodologicamente, é que se impõe como o principal fator limitante de um trabalho mais rico e resolutivo entre os profissionais envolvidos.

De início, é importante firmar alguns conceitos preliminares. O grande campo da Geotecnia é composto, basicamente, pela Engenharia Geotécnica (EG) e pela Geologia de Engenharia (GE). Partem, portanto, dessas duas geotecnologias, os conhecimentos necessários a levar a bom termo qualquer empreendimento humano que interfira diretamente no meio físico geológico, ou que use materiais geológicos naturais como elementos construtivos.

Importante, nesse contexto interdisciplinar, entender que, em todas as fases de um empreendimento, deva existir sempre um sadio e eficiente espírito de equipe, uma ação continuamente colaborativa e interdisciplinar entre as diversas modalidades profissionais atuantes. É fundamental que nunca se perca de vista a responsabilidade maior que uma modalidade deva exercer, e por ela responder, em cada atividade e em cada fase de trabalho.

Nas investigações geológico-geotécnicas, que antecedem o Projeto e o Plano de Obra e se prolongam no período de obra e na própria operação do empreendimento, essa responsabilidade maior é da Geologia de Engenharia.

No entanto, a missão da Geologia de Engenharia não se reduz a entregar à engenharia um arrazoado sobre a geologia local, a posição do NA, um punhado de perfis e seções geológicas e outro punhado de índices geotécnicos relativos aos diversos materiais presentes. O trabalho da Geologia de Engenharia transcende essa limitada e apequenada visão meramente descritiva e parametrizadora, a qual, infelizmente, ainda é bastante comum entre geólogos executantes e engenheiros geotécnicos demandantes.

Como já afirmado, a abordagem da Geologia de Engenharia é essencialmente fenomenológica. Todos os dados e informações anteriormente mencionados são muito importantes, porém, o produto final e essencial das investigações geológico-geotécnicas, na fase anterior ao Projeto e ao Plano de Obra, é um quadro fenomenológico, onde todos esses parâmetros não estejam soltos ou isolados, mas, sim, associados e vinculados a esperados comportamentos do maciço e dos materiais afetados pelas futuras solicitações da obra. Ou seja, a missão maior da Geologia de Engenharia está em oferecer à Engenharia (*lato sensu*) um quadro completo dos fenômenos geológico-geotécnicos que podem ser esperados da interação entre as solicitações típicas do empreendimento que foi ou será implantado e as características geológicas (materiais e processos) dos terrenos afetados. A esse quadro fenomenológico, a Geologia de Engenharia junta suas sugestões de cuidados e providências que projeto e obra deverão adotar para que esses fenômenos estejam sob seu total controle.

Assim, todo o esforço investigativo da Geologia de Engenharia deve ser orientado, desde o primeiro momento, a propor, aferir, descartar e confirmar hipóteses fenomenológicas, de forma a obter seu quadro fenomenológico ao final.

A partir desse ponto, a Geologia de Engenharia entrega o bastão de comando (e responsabilidade maior) para a Engenharia Geotécnica, passando a assumir, nesta nova fase, o papel de apoio e complementação. Deve ser lembrado que a frente de obra sempre constituirá um lócus privilegiado para a confrontação das hipóteses levantadas, para as investigações complementares que se mostrem necessárias e para o monitoramento dos parâmetros geológicos e geotécnicos envolvidos nos fenômenos identificados como possíveis.

Por seu lado, a Engenharia Geotécnica, entendida como a engenharia dedicada à resolução dos problemas associados às solicitações impostas pelos empreendimentos humanos ao meio físico geológico, tem como sua missão maior a definição final, em âmbito de Projeto e Plano de Obra, das soluções de engenharia e seus exatos dimensionamentos físicos e matemáticos, zelando, juntamente com a Geologia de Engenharia, pela plena compatibilidade e solidariedade entre as soluções adotadas e os fenômenos geológico-geotécnicos a que se relacionam.

Dentro desse entendimento, ainda que sempre no âmbito de um trabalho permanentemente solidário e colaborativo, será de total responsabilidade da Geologia de Engenharia qualquer problema que venha a acontecer e que decorra de fenômeno geológico-geotécnico, que não tenha sido previsto, ou corretamente descrito, em seu quadro fenomenológico. Será também de total responsabilidade da Engenharia Geotécnica qualquer problema que advinha do fato de que o projeto e/ou o plano de obra não tenha

levado em conta, e de maneira adequada, algum fenômeno potencial incluído no referido quadro.

Compreende-se, assim, a extrema importância de geólogos e engenheiros comungarem perfeito entendimento sobre a natureza e fundamentos de suas responsabilidades específicas no desenvolvimento de projetos de engenharia em sua prática profissional e em suas relações no âmbito do sistema CONFEA/CREAs. A compreensão mais exata dessas diferentes responsabilidades é que permitirá sempre o indispensável convívio harmonioso entre as duas categorias profissionais.

5.2 BASE DISCIPLINAR E CAMPOS PROFISSIONAIS NA GEOLOGIA DE ENGENHARIA

Além da própria Geologia, como ciência matriz, e da Mecânica das Rochas e da Mecânica dos Solos, como disciplinas correlatas na Geotecnia, a Geologia de Engenharia se vale de uma série de ciências e disciplinas conexas para seu integral exercício, conforme apresenta a **Figura 5.1**.

Deve-se destacar a enorme importância da Geomorfologia, como base de informação primária para a identificação dos processos atuais e pretéritos que caracterizam uma dada região. As formas e a dinâmica (morfodinâmica) do relevo constituem sinais valiosíssimos que a natureza oferece ao geólogo para a compreensão de suas leis e características. Compreendidos esses atributos, torna-se extremamente facilitada a avaliação dos resultados da interação das solicitações de determinado empreendimento humano com o meio físico geológico, com o qual interfere.

Ainda que o geólogo de engenharia possa adotar um perfil profissional eclético, é mais comum observar-se uma determinada especialização em um ou mais campos de atividade. No **Quadro 5.1**, relaciona-se, sem pretensão exaustiva, os campos profissionais de aplicação que se têm consolidado, até hoje, no país e no mundo. São determinados, tanto por tipo de solicitação aos terrenos, como por tipos de fenômenos geotécnicos, técnicas de apoio, outras áreas de conhecimento e campos de atividade.

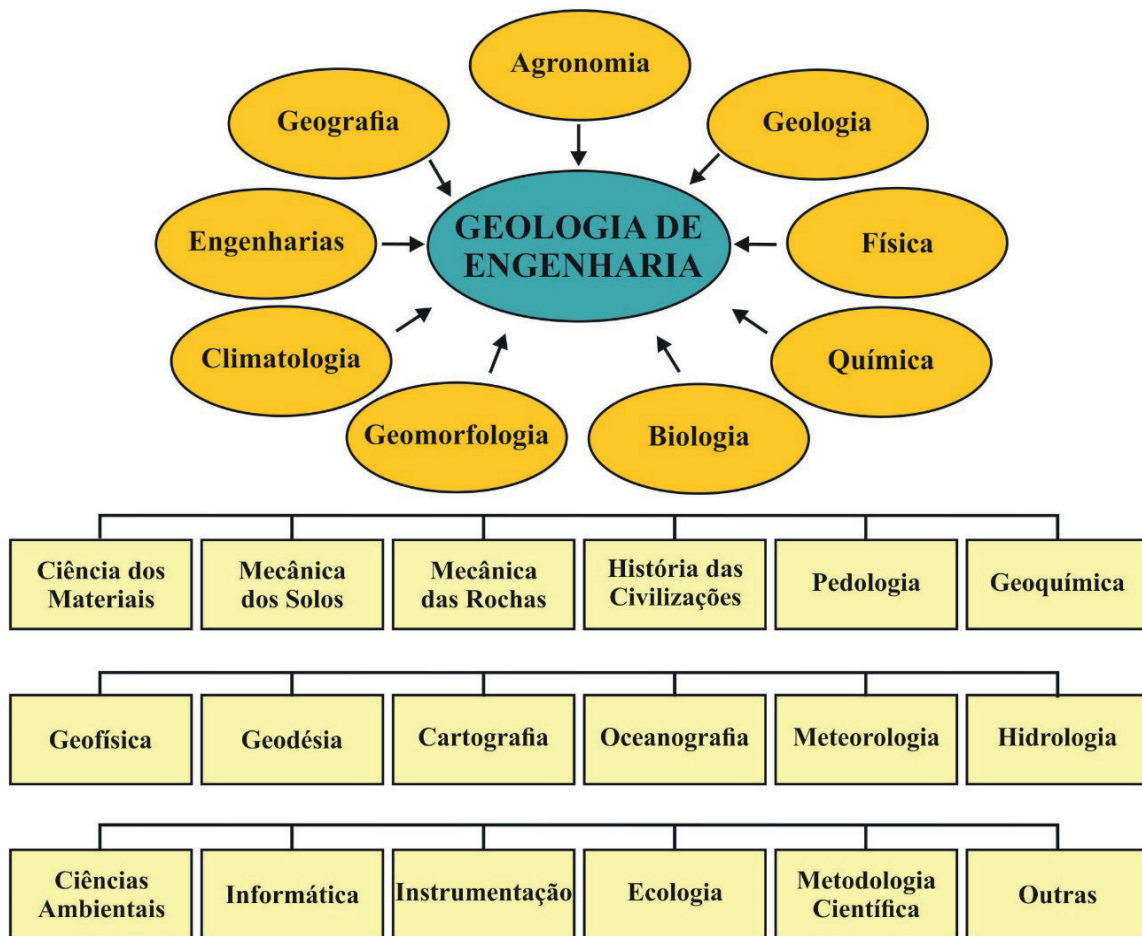


Figura 5.1 – Bases disciplinares de apoio à Geologia de Engenharia.

Quadro 5.1 – Campos profissionais de aplicação da Geologia de Engenharia.

Campos profissionais de aplicação	
Barragens	Erosão e assoreamento
Obras viárias	Colapso e subsidência
Obras subterrâneas	Hidrogeotecnia
Fundações	Métodos de investigação de terrenos e materiais
Taludamento, desmonte, escavações	Instrumentação geológico- geotécnica
Cidades	Cartografia Geotécnica
Exploração mineral	Informática Aplicada
Agricultura	Geofísica Aplicada
Portos, vias navegáveis, lagos e canais	Geologia histórica/dinâmica externa/interna
Impactos ambientais - disposição de resíduos	Ensino
Riscos geológicos	Arqueologia/Paleontologia
Materiais naturais de construção	Espeleologia
Estabilidade de taludes e encostas	Exploração espacial
Estabilidade de maciços	Outros

5.3 A EVOLUÇÃO DA GEOLOGIA DE ENGENHARIA NO BRASIL

Vargas (1985) destaca os relatos do Engenheiro Miguel Arrojado Lisboa sobre as obras de prolongamento da Estrada de Ferro Noroeste do Brasil, em 1907, como o primeiro registro documental da utilização da Geologia em apoio a obras de engenharia no Brasil.

Antes e após esse evento, Vargas (1985) e Ruiz (1987) consideram a possibilidade real de outras contribuições equivalentes da Geologia, mas sem recuperação documental, e destacam, como o segundo grande marco histórico, a criação, em 1937, da Seção de Geologia e Petrografia, no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, sob a chefia do Engenheiro Luiz Flores de Moraes Rego e, já em 1938, com o nome de Seção de Geologia e Minas, sob a chefia de Tharcisio Damy de Souza Santos. Ambos são autores do histórico Boletim nº 18 do IPT “Contribuições para o Estudo dos Granitos da Serra da Cantareira”, em colaboração com, os então assistentes-alunos, Fernando Flávio Marques de Almeida e Ernesto Pichler, que tanto viriam marcar a história da Geologia no país.

Foi, no entanto, com os trabalhos práticos intensivos e a produção bibliográfica de Ernesto Pichler, nas décadas de 1940 e 1950, que a Geologia de Engenharia brasileira foi, pela primeira vez, disciplinarmente individualizada.

Nas décadas de 1960 e 1970, já com a então Seção de Geologia Aplicada do IPT, sob o dinâmico e prospectivo comando do Engenheiro Murillo Dondici Ruiz, ex-assistente-aluno de Pichler, a Geologia de Engenharia brasileira, respondendo à implantação de grandes e diferenciadas obras de infraestrutura, observou um espetacular desenvolvimento, dando efetiva e reconhecida colaboração para alçar a Engenharia Nacional ao nível da melhor engenharia internacional, com soluções avançadas e aplicadas às características fisiográficas e socioeconômicas do país e de suas diferentes regiões.

Nessa fase, o exercício da Geologia de Engenharia no Brasil, contando com o precioso aporte da consultoria e ensinamentos de formidáveis geotecnologistas do exterior, Terzaghi, Fox, Cabrera, Deere, entre outros, foi natural e fortemente influenciado pelo ritmo das inúmeras grandes obras em implantação em todo o país, e pelos paradigmas técnicos da Engenharia Geotécnica, levando-a a priorizar o esforço de parametrização geotécnica. Desta fase resultou, como fator extremamente positivo, uma singular intimidade dos geólogos de engenharia, que se formavam autodidaticamente neste período em diversos estados brasileiros, com os mais diversos aspectos dos grandes empreendimentos de engenharia e das diferentes solicitações ao meio físico geológico provocadas nas diversas

fases de sua implantação e de sua posterior operação. Esta singularidade histórica, como ressalta Ruiz (1987), foi responsável pelo perfil objetivo e eficiente que marca a Geologia de Engenharia brasileira frente a suas congêneres internacionais.

Nas décadas subsequentes (1970, 1980, 1990 ...), a Geologia de Engenharia brasileira, respondeu aos novos desafios técnicos que lhe foram colocados pelo acelerado e diversificado processo de interferência do crescimento econômico brasileiro em sua fisiografia de suporte, por meio de uma diferenciada gama de problemas urbanos, rurais e ambientais. Desse modo, apreendeu que os processos geológicos e geomorfológicos, e sua relação biunívoca com as solicitações então impostas, são tão importantes quanto as características intrínsecas dos materiais (solos e rochas), afetados por um determinado empreendimento. Com isso, a Geologia de Engenharia brasileira galgou, com a participação ativa e adesão dos geólogos pioneiros, um patamar disciplinarmente mais personalizado.

Neste novo patamar, destacam-se, de um lado, a revalorização dos conhecimentos e dos instrumentos e procedimentos metodológicos próprios da Geologia, e, de outro, a percepção definitiva de que os patrimônios naturais, de alguma forma afetados pela atividade humana, são finitos e apresentam propriedades e comportamentos próprios que, uma vez não considerados, podem concorrer para respostas catastróficas ante os interesses maiores da sociedade.

Em 1976, foi apresentado, no 1º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, o trabalho “Por menos ensaios e instrumentações e por uma maior observação da natureza”, que marca, definitiva e conceitualmente, o movimento de aproximação metodológica da Geologia de Engenharia com a Geologia, entendida, então, como sua ciência matriz.

Nesse período, foi também emblemática a participação dos Profs. Fernando Flávio Marques de Almeida, José Moacyr Vianna Coutinho e Yociteru Hassui, reconhecidamente entre os mais brilhantes geólogos brasileiros, como consultores permanentes da Divisão de Minas e Geologia Aplicada do IPT, para o apoio em Geologia Básica e Petrologia a diversos trabalhos de Geologia de Engenharia.

Foram, então, definitivamente incorporados à prática da Geologia de Engenharia brasileira atributos e responsabilidades como: modelagem geológica/geomorfológica, identificação e avaliação de processos, análises e modelagens fenomenológicas, análises de previsibilidade e risco, avaliação e tratamento de impactos ambientais etc.

Pelo exposto, percebe-se que a década de 1970 foi excepcional e marcante para a Geologia de Engenharia brasileira, abrigando tanto as ações e os fatos que corroboraram para sua definitiva consolidação no cenário tecnológico brasileiro, como já os elementos fundamentais que marcaram as características da fase posterior, quando se deu sua definitiva personalização disciplinar e a diversificação de suas aplicações, tendo como sua mais virtuosa marca o resgate da Geologia de Engenharia brasileira para o domínio conceitual e metodológico da Geologia.

O **Quadro 5.2** apresenta, esquematicamente, as diversas fases históricas da Geologia de Engenharia no Brasil: Primórdios, Maturação, Consolidação e Personalização/Diversificação.

Quadro 5.2 – Fases históricas da Geologia de Engenharia (GE) brasileira.

Fases	Período	Características	Marcos
Primórdios	Até 1930	Oferecimento de informações geológicas gerais e/ou acadêmicas. Ausência de uma experiência nacional.	- Pesquisa de materiais naturais de construção. - Implantação de ferrovias e obras de saneamento.
Maturação	1930 ≅ 1960	Crescente valorização das informações geológicas pela engenharia. Primeiros equacionamentos conceituais e disciplinares para GE. Ações pontuais e baixa participação de geólogos nas decisões de engenharia.	- Criação, em 1937, da Seção de Geologia e Petrografia do IPT. - Atuação prática e produção bibliográfica de Ernesto Pichler. - Vinda de Terzaghi ao Brasil. - Implantação de obras viárias e energéticas na Serra do Mar. - Implantação e estudos de UHEs em todo o país.
Consolidação	1960 ≅ 1975	Aceitação indiscutível da informação geológica como instrumento indispensável da engenharia. Grande influência dos paradigmas da engenharia na GE. Priorização da parametrização. Início da participação de geólogos na concepção de projetos e soluções de engenharia.	- Formatura das primeiras turmas de geólogos brasileiros. - Presença no país dos melhores geotecnologistas do mundo. - Normatização de ensaios e técnicas de investigação. - Explosiva implantação de obras de infraestrutura viária e energética em todo o país. - Equipes de GE em empresas públicas e privadas. - Fundação e atuação da APGA/ ABGE. - Realização do Congresso Internacional da IAEG no Brasil.
Personalização e Diversificação	1975 até hoje	Resgate da GE para os domínios conceituais da Geologia. Priorização do raciocínio geológico e da interpretação fenomenológica. Participação crescente e decisiva de geólogos na concepção de projetos e soluções de engenharia e de planejamento do uso do solo.	- Aplicação extensiva da GE em problemas urbanos e rurais. - Explosão da problemática ambiental. - Uso intensivo das ferramentas cartográficas. - Refinamento de técnicas diretas e indiretas de investigação. - Intensa produção bibliográfica na GE brasileira. Edição do primeiro livro-texto brasileiro.

5.4 EVOLUÇÃO DO APARATO LEGAL NA GESTÃO TERRITORIAL E URBANA

O início do século XXI foi marcado pelo esforço internacional em fortalecer uma agenda mundial focada na sustentabilidade e no combate às mudanças climáticas. Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) apresentam 17 eixos temáticos e 169 metas que irão orientar os governos até 2030 (ONUBR, 2019). A gestão territorial e o uso sustentável de recursos naturais são alguns dos temas abordados ao longo da agenda.

A Constituição Federal (BRASIL, 1988) estabelece, como função do governo federal, o desenvolvimento de mapeamentos de informações geológicas do território nacional, assim como determina os recursos minerais e hídricos como patrimônio dos brasileiros. A União e os estados possuem um importante papel no desenvolvimento das políticas, contudo, para avançar no aprimoramento da gestão pública, é preciso fortalecer a atuação dos geólogos nos municípios.

Diversas legislações fundamentam a atuação do geólogo nas políticas de gestão do território, mineração e recursos hídricos, conforme pode ser observado no **Quadro 5.3**.

Quadro 5.3 – Legislações federais relacionadas à atuação do geólogo na gestão pública.

LEGISLAÇÕES PERTINENTES	
Uso e ocupação do solo	
Lei no 6.766, de 19 de dezembro de 1979	Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências.
Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001	Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.
Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
Lei nº 12.340, de 1º de dezembro de 2010	Dispõe sobre as transferências de recursos da União aos órgãos e entidades dos Estados, Distrito Federal e Municípios para a execução de ações de prevenção em áreas de risco de desastres e de resposta e de recuperação em áreas atingidas por desastres e sobre o Fundo Nacional para Calamidades Públicas, Proteção e Defesa Civil; e dá outras providências.
Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012	Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nºs 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências.
Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015	Institui o Estatuto da Metrópole, altera a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências.
Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017	Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana, sobre a liquidação de créditos concedidos aos assentados da reforma agrária e sobre a regularização fundiária no âmbito da Amazônia Legal; institui mecanismos para aprimorar a eficiência dos procedimentos de alienação de imóveis da União.
Mineração	
Decreto-lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967	Código de Minas.
Lei nº 13.540, de 18 de dezembro de 2017	Altera as Leis nºs 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e 8.001, de 13 de março de 1990, para dispor sobre a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM).
Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017	Cria a Agência Nacional de Mineração (ANM); extingue o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM); altera as Leis nºs 11.046, de 27 de dezembro de 2004, e 10.826, de 22 de dezembro de 2003; e revoga a Lei no 8.876, de 2 de maio de 1994, e dispositivos do Decreto-Lei no 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração).
Recursos hídricos	
Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

Fonte: Brasil (1967), Brasil (1979), Brasil (1997), Brasil (2001), Brasil (2010a), Brasil (2010b), Brasil (2012a), Brasil (2015), Brasil (2017a), Brasil (2017b), Brasil (2017c)

O crescimento populacional e a concentração de pessoas nas cidades, somados a uma demanda cada vez maior de alimentos, recursos naturais e energéticos, tendem a tornar cada vez mais intensa a disputa pela utilização do território. A intensificação da intervenção do ser humano no meio ambiente, somando-se às alterações do clima local e global, aponta para uma necessidade crescente de aprimoramento das informações geológicas e do acompanhamento dos processos do meio físico, visando a construção de cidades sustentáveis e a utilização adequada do território.

Ainda de 1979, a Lei nº 6.766, que dispõe sobre o parcelamento do solo no meio urbano, vincula o parcelamento do solo ao Plano Diretor, e proíbe a realização de parcelamento nos seguintes casos:

- a) em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, sem que sejam feitas adequações necessárias; b) em

terrenos com material nocivo à saúde pública, sem que seja resolvido o passivo ambiental; c) em terrenos com declividade superior a 30% que não tenham atendido as exigências dos órgãos competentes; e d) em terrenos onde as condições geológicas não sejam adequadas a edificações e também em áreas de preservação ecológicas ou áreas poluídas (BRASIL, 1979).

Essa legislação estabelece a necessidade de elaboração de laudo geológico em qualquer empreendimento, para que seja realizado o parcelamento de solo. Desta forma, também se torna essencial que os órgãos ambientais, responsáveis pela análise dos processos, possuam, em seus quadros, técnicos com formação adequada para analisar tais relatórios.

Em 2001, a criação do Estatuto das Cidades, por meio da Lei nº 10.257, estabelece que o planejamento municipal utilize a análise do meio físico no parcelamento do solo, zoneamento ambiental e Plano Diretor (BRASIL, 2001). A mesma lei disciplina os projetos de regularização fundiária de interesse social, definindo a inclusão de itens adicionais como: a situação ambiental, as intervenções necessárias para o controle de riscos geotécnicos e de inundações, a recuperação de áreas degradadas e a comprovação de melhorias, objetivando a sustentabilidade urbana e ambiental, sob a perspectiva dos recursos hídricos e das unidades de conservação.

Em complemento, no caso de famílias com renda de até três salários mínimos, a lei abre caminho para o fornecimento de assistência técnica pública e gratuita para construção de projetos de moradias, visando evitar ocupações de áreas de risco ou de interesse ambiental (BRASIL, 2001). O planejamento correto do uso e ocupação do solo também pode auxiliar as cidades na gestão dos microclimas, de modo a evitar fenômenos como ilhas de calor.

Os planos diretores citados na lei devem ser elaborados considerando as condicionantes geológicas, geotécnicas e ambientais. Para que esses fatores sejam analisados de forma correta, os municípios precisam elaborar cartas geotécnicas municipais, identificando as condições e limitações do território, elencando, por exemplo, as áreas de risco existentes ou locais que, em caso de ocupação inadequada, possam levar ao desenvolvimento de processos que comprometam o meio físico e gerem impacto social. As cartas geotécnicas, assim como os planos diretores, devem ser atualizadas, uma vez que, com o decorrer do tempo e o desenvolvimento de processos do meio físico, novas limitações podem ser observadas.

As diretrizes e os mecanismos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabelecida pela Lei nº 12.305/2010, também reforçam a necessidade do planejamento territorial municipal e regional, visando à destinação correta de resíduos. A articulação entre municípios é incentivada por meio da priorização de acesso a recursos por iniciativas consorciadas, nas quais os municípios trabalhem de forma conjunta. A escolha do local para implantação de uma central de tratamento de resíduos, ou um aterro sanitário, leva em consideração, entre outros aspectos, as características do meio físico, identificando os diferentes elementos da geodiversidade, pois, se construídos em locais inadequados, esses empreendimentos podem gerar um perigoso passivo ambiental.

A importância da gestão territorial urbana e rural também é abordada no Estatuto das Metrôpoles, promulgado pela Lei nº 13.089/2015 (BRASIL, 2015). Alterações realizadas no Estatuto, pela Lei 13.683, de 2018, estabelecem a necessidade de realizar delimitações em áreas sujeitas a controle especial, devido a risco de desastres naturais (BRASIL, 2015).

Na última década, o Brasil avançou muito na legislação relacionada a desastres naturais, sendo de grande importância e relevância para atuação dos geólogos nos municípios. A Lei nº 12.608/2012 criou a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC, e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC, modificando diversas leis relacionadas ao uso e ocupação do solo. Entre essas, alterou a lei que rege sobre o parcelamento de solo (BRASIL, 1979), na qual, a partir de 2012, foi estabelecida a necessidade de atendimento aos requisitos técnicos existentes na carta geotécnica, para que seja autorizado o parcelamento do solo em municípios inseridos no cadastro nacional de áreas com possibilidades de deslizamentos, inundações ou outros processos geológicos bruscos (BRASIL, 2012a).

A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil busca desenvolver uma cultura nacional que visa minimizar as ocorrências, por meio da prevenção a desastres e da redução do risco. Para isso, os municípios incluídos no cadastro nacional devem elaborar cartas geotécnicas de aptidão a urbanização e mapeamento de áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos, inundações bruscas ou outros processos geológicos ou hidrológicos similares. O desenvolvimento de planos de contingência e a elaboração de planos de obras e serviços para redução do risco de desastres, também constituem mecanismos da política (BRASIL, 2012a).

A transferência de recursos federais, para os municípios desenvolverem medidas de prevenção em áreas de risco, resposta e recuperação em áreas atingidas por desastres, é disciplinada pela Lei nº 12.340/2010 (BRASIL, 2010) e por alterações incluídas na Lei nº 12.983/2014. É fundamental destacar a importância desta legislação, pois muitas prefeituras no Brasil possuem uma situação financeira delicada e, devido à falta de conhecimento dos gestores, utilizam a falta de recursos como justificativa para não executar as medidas cabíveis, negligenciando as áreas de risco e apostando na não ocorrência de desastres. Entretanto, a atitude mais adequada do gestor compreende a contratação de profissionais habilitados para desenvolver os estudos necessários, visando atender o disposto nas políticas citadas. Desta forma, o município pode acessar verbas federais para realizar as intervenções de prevenção a desastres, reduzindo o risco, além de melhorar a qualidade de vida da população.

Em relação aos recursos hídricos, a Lei nº 9.433/1997 institui a necessidade de outorga para utilizar água extraída de aquífero, estabelecendo, também, como infração a perfuração de poços e extração de água sem a devida autorização (BRASIL, 1997). Apesar de a política de recursos hídricos estar sob a gestão dos governos estaduais, é importante que os municípios acompanhem o panorama das águas superficiais e subterrâneas, pois crises hídricas ocorrem, de tempos em tempos, em diversas regiões do Brasil, e a gestão incorreta das águas subterrâneas pode desencadear uma série de processos no meio físico, ocasionando ou agravando problemas ambientais e geotécnicos.

O uso e ocupação do solo e a gestão dos recursos hídricos estão ligados diretamente à Geologia de Engenharia e Ambiental. Segundo Carvalho et al. (2018), nos municípios, esta área do conhecimento lida com: enchentes e inundações; deslizamentos em encostas naturais; ruptura de taludes de corte e aterros; processos erosivos e assoreamento; histórico geológico; abatimentos e recalques de terrenos; solapamentos e ruptura de margens de cursos d'água; processos destrutivos associados à erosão costeira; colapso de obras superficiais e subterrâneas; patologias diversas em fundações; contaminação de solos e de águas superficiais e subterrâneas; deterioração precoce de infraestrutura urbana; rebaixamento do lençol freático; perda de mananciais de águas superficial e subterrânea; acidentes ambientais, e degradação do meio físico geológico e hidrológico.

O conhecimento adequado do meio físico possibilita realizar o planejamento territorial, considerando a utilização de recursos minerais de forma sustentável e permitindo o acompanhamento do ciclo de minerações no município, desde a pesquisa até o fechamento da mina, como, por exemplo, no caso dos agregados para construção civil, fundamentais para o desenvolvimento das cidades e do campo.

O Decreto-lei nº 318/1967, modificado pela Lei nº 9.827, de 1999, permite a órgãos da administração direta e autárquica da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, a extração de substâncias minerais de emprego imediato na construção civil (BRASIL, 1967; 1999). Desta forma, a gestão municipal necessita conhecer as jazidas minerais existentes em seu território, para que possa executar obras públicas, visando primar pelo princípio da eficiência e pela sustentabilidade, além de garantir a gestão deste recurso a médio e longo prazo.

A exploração de recursos minerais gera uma contribuição financeira para o governo federal, estados e municípios, por meio da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM). O recurso advindo desta fonte deve ser aplicado com transparência absoluta, observando o disposto na legislação (BRASIL, 2017a). Os municípios que possuem, em seu território, empreendimentos minerais de grande porte podem, por meio de convênios com Agência Nacional de Mineração (ANM), também desenvolver a fiscalização das atividades de mineração e da arrecadação do CFEM (BRASIL, 2017b). Essa é uma possibilidade que permite ao gestor acompanhar de perto a atividade mineral em funcionamento na região.

Outro campo de atividades profissionais, que vem ganhando espaço no Brasil e que permite a atuação direta do geólogo na construção de uma sociedade sustentável, está na elaboração de estratégias de geoconservação e nas propostas de geoparques. Essas temáticas ainda não possuem legislação federal específica, mas, internacionalmente, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) concede o título de Geoparque Mundial às áreas geográficas unificadas, onde sítios e paisagens de relevância geológica internacional são administrados com base em um conceito holístico de proteção, educação e desenvolvimento sustentável (UNESCO, 2019). Para alcançar esta forma de gestão, a comunidade local deve ser envolvida e os geoparques possuírem uma estrutura formal de gestão, para existirem de forma legal.

As áreas discutidas anteriormente são um breve resumo de algumas das funções que podem ser desenvolvidas por geólogos nos municípios e que são fundamentais para garantir uma sociedade que utilize, de forma correta, os recursos naturais, construindo cidades sustentáveis e que estejam preparadas para as adversidades da natureza.

5.5 RISCOS AMBIENTAIS E ORDENAMENTO TERRITORIAL

A ameaça global relativa a situações de riscos e desastres vem atingindo, indistintamente, territórios em diversos continentes, sobretudo nos últimos cinquenta anos e, assim, denotando uma crescente preocupação em nível internacional. Na sociedade moderna, os riscos ambientais provocam impactos significativos de ordem econômica e social; podem ser de magnitude e intensidade diversas e atingem diretamente os ambientes mais frágeis e as populações mais vulneráveis.

Assim, durante a Assembleia Geral da ONU, em 1989, por meio da resolução nº 44/236, foi instituída a década de 1990 como Década Internacional para a Redução de Desastres Naturais (DIRDN). Em 1994, ocorreu a 1ª Conferência Mundial sobre Prevenção de Desastres Naturais, na cidade de Yokohama, no Japão.

Na ocasião, foram apresentados a Estratégia e o Plano de Yokohama, definindo uma política de redução de desastres. Posteriormente, em 2005, foi realizada a 2ª Conferência Mundial para Redução de Desastres, em Hyogo, no Japão, definindo o Marco de Ação de Hyogo 2005-2015, adotado pelos Estados-membros das Nações Unidas, com o objetivo de aumentar a resiliência das nações e comunidades frente aos desastres, reduzindo perdas de vidas humanas.

Em 2015, durante a 3ª Conferência Mundial da ONU para a Redução de Riscos de Desastres, ocorrida em Sendai, no Japão, foi adotado o Marco de Sendai para redução do risco 2015-2030, reforçando as ações e o compromisso para a redução do risco e o aumento da resiliência a desastres.

O Brasil também esteve representado e assinou esse compromisso, demonstrando a preocupação do país com o tema, que se relaciona com a Política Nacional de Meio Ambiente, de 1981, e com as políticas subsequentes que nasceram após a Constituição Federal de 1988, com a abertura do regime democrático, para atender as demandas na área ambiental. Destacam-se: a Política Nacional de Recursos Hídricos (1997), a Política Nacional sobre Mudança do Clima (2009) e a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (2012), que entrou, definitivamente, para a pauta do governo federal, considerando o tema desastres prioritário em sua agenda.

O tema foi tratado no Plano Plurianual (PPA) 2012–2015 - o Programa nº 2040 “Gestão de Riscos e Resposta a Desastres” - e no Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres (PNGRD), ainda em elaboração.

De acordo com a geógrafa Yvette Veyret, riscos ambientais consistem em processos físicos ou tecnológicos, que envolvem eventos imprevisíveis e vulnerabilidades diversas. Eventos imprevisíveis podem ser percebidos e vividos, enquanto a vulnerabilidade evidencia as fragilidades dos sistemas social, político e humano em geral (VEYRET, Y.; MESCHINET DE RICHEMOND, 2007).

Conforme o glossário da Câmara Temática Metropolitana para Gestão de Riscos Ambientais (CTM-GRA), Risco Ambiental pode ser compreendido como o potencial de perda de vida, ferimentos ou destruição ou danos de bens que podem ocorrer em um sistema, sociedade ou comunidade num período de tempo específico, determinado em função da ameaça, exposição, vulnerabilidade e capacidade de resposta.

Lavell (2000) conceitua risco, a partir de um contexto caracterizado pela probabilidade de perdas e danos, como uma possibilidade e uma probabilidade de danos relacionados à existência de determinadas condições na sociedade e seus componentes, que se explicam pela presença de determinados fatores de risco: ameaça e vulnerabilidade. Assim, a ameaça se refere à possibilidade da ocorrência de um evento de natureza física (natural ou tecnológica), que pode causar algum tipo de dano à sociedade, enquanto a vulnerabilidade se refere a uma série de características diferenciadas de uma sociedade, predisposta a sofrer danos frente ao impacto de um evento (ameaça externa) e que, devido a sua fragilidade, encontra dificuldade em se proteger ou em se recuperar posteriormente.

A Secretaria de Estratégias Internacionais de Redução de Desastres da Organização das Nações Unidas (UN/ISDR, 2004) apresenta uma série de conceitos no documento elaborado como uma revisão global sobre as iniciativas e ações para redução de desastres, podendo-se destacar os seguintes:

- **Ameaça (*Hazard*):** potencial de dano de um evento físico, fenômeno ou atividade humana, que pode ocasionar perdas de vida, prejuízos sociais e econômicos, danos a propriedades ou degradação ambiental, incluindo condições latentes que podem representar ameaças futuras e pode ter origem natural (geológica, hidrometeorológica e biológica), ou induzida por atividades humanas (degradação ambiental e ameaças tecnológicas), com origem e efeitos isolados, sequenciais ou combinados. É caracterizada pela localização, intensidade, frequência e probabilidade;
- **Vulnerabilidade (*Vulnerability*):** condições determinadas por fatores e processos físicos, sociais, econômicos e ambientais, que aumentam a suscetibilidade de uma comunidade ser impactada por ameaças, sendo que os fatores positivos aumentam a habilidade da população de conviver com as ameaças;
- **Risco (*Risk*):** a probabilidade de consequências negativas ou a expectativa de perdas (mortes, feridos, prejuízos sociais e econômicos e danos ambientais) como resultado da interação entre ameaças naturais e induzidas por atividades humanas e as condições de vulnerabilidade (Risco = Ameaças x Vulnerabilidade). Algumas áreas também incluem o conceito de exposição para se referir, particularmente, aos aspectos físicos da vulnerabilidade. Além de expressar uma possibilidade de danos físicos, é crucial reconhecer que os riscos são inerentes ao sistema social, sendo criados ou existindo dentro desse sistema;
- **Avaliação ou Análise de Risco (*Risk assessment/analysis*):** metodologia para determinar a natureza, dinâmica e extensão do risco, analisando as ameaças potenciais e avaliando a existência de condições de vulnerabilidade que possam representar ameaça ou dano potencial a pessoas, propriedades, meios de subsistências ou ambiente, dos quais essas pessoas dependem. O processo de avaliação de risco é baseado em uma revisão dos elementos técnicos das ameaças (tais como: localização, intensidade, frequência e probabilidade) e da análise da vulnerabilidade e exposição das dimensões física, social, econômica e ambiental, considerando, especialmente, a capacidade de enfrentamento em diferentes cenários de risco;
- **Capacidade/Competência (*Capacity*):** combinação de todos os recursos disponíveis em uma comunidade, sociedade ou organização, para reduzir o nível de risco ou os efeitos de um desastre, podendo incluir meios físicos, institucionais, sociais ou econômicos, bem como as habilidades pessoais ou atributos coletivos de liderança e gerenciamento, sendo entendida como aptidão da população;
- **Capacidade de Gestão (*Coping capacity*):** meios pelos quais as populações e as organizações utilizam as habilidades e os recursos disponíveis para gerenciar condições adversas, riscos ou desastres. O desenvolvimento da capacidade de enfrentamento e gestão possibilita uma maior resiliência para resistir aos efeitos das ameaças naturais e das induzidas por atividades humanas;
- **Resiliência (*Resilience/resilient*):** capacidade de adaptação de um sistema, comunidade ou sociedade potencialmente expostos a ameaças, resistindo e mudando, com a finalidade de alcançar e manter um nível aceitável de funcionamento e estrutura. A resiliência é determinada pelo grau de capacidade do sistema social de se organizar, no sentido de aprender com as lições de desastres passados e desenvolver ações e medidas para redução de riscos futuros, e
- **Desastre (*Disaster*):** séria ruptura do funcionamento de uma comunidade ou sociedade, ocasionando generalizadas perdas humanas, materiais, econômicas e ambientais, excedendo a capacidade da sociedade ou comunidade afetada de lidar com a situação com seus próprios recursos. O desastre é função do risco, resultando da combinação das ameaças, das condições de vulnerabilidade e da capacidade insuficiente para reduzir o potencial negativo das consequências do risco.

Segundo OPAS (2004), as ameaças podem ser classificadas pela origem natural, derivadas da atividade humana, e derivadas da interação da atividade humana e da natureza.

- **Ameaças de origem natural:** correspondem aos fenômenos da natureza que ocorrem de forma espontânea, tais como terremotos,

maremotos, erupções vulcânicas, furacões, tornados, movimentos gravitacionais de massa naturais, inundações sem influência da atividade humana;

- Ameaças derivadas da atividade humana: estão relacionadas às intervenções antropogênicas no espaço vivido, tais como os efeitos da urbanização; acidentes de trânsito, aéreo e aquático; acidentes em obras civis; derramamento de substâncias químicas; guerras; contaminação ambiental; incêndios; explosões; rompimento de barragens, dentre outras, e

- Ameaças derivadas da interação da atividade humana e da natureza: correspondem àquelas provocadas por mau uso, por ações inadequadas e negligentes com relação ao meio ambiente (tais como deslizamentos induzidos, inundações).

É fato que as condições adversas, que geram tais ameaças, podem provocar situações de risco, mantendo-se em um determinado espaço por um determinado tempo. Dependendo dos fatores externos, o risco pode diminuir ou aumentar, e até atingir condições para a ocorrência de um desastre.

Mas, quando uma situação de risco se torna um desastre? Ou um desastre pode ser imprevisível?

Trajber et al. (2015) adotam o termo desastre para exprimir a interrupção severa do funcionamento de uma comunidade, com danos à integridade física, causando até mortes, além de perdas econômicas e impactos ambientais, excedendo a capacidade da comunidade afetada de lidar com a situação. “Sendo assim, o desastre é o resultado da combinação de ameaças/perigo, condições de vulnerabilidade e da insuficiente capacidade ou medidas para reduzir as consequências negativas e potenciais do risco” (TRAJBER et al., 2015, p. 2).

Para fazer a gestão de riscos e de desastres, é fundamental a identificação da ameaça, das condições de vulnerabilidade local, que vão ajudar a compreender, definir metodologias e propor alternativas para intervenção. Diversos países do mundo enfrentam situações de riscos e desastres, frutos de ameaças naturais (*tsunami* da Indonésia, em 2004; terremoto de Kobe, no Japão, em 1995, e no Haiti, em 2010) e de ameaças tecnológicas (Chernobyl, em 1986), observando-se sempre que, nos países onde a população é altamente vulnerável, os impactos são muito maiores.

O Brasil adota a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade), publicada na Instrução Normativa nº 1, de 24 de agosto de 2012 (BRASIL, 2012c), dividindo-os em duas categorias: Natural e Tecnológico e suas respectivas subdivisões, conforme mostra o **Quadro 5.4**.

Excetuando a categoria Tecnológico, todos são considerados riscos ambientais. A **Figura 5.2** apresenta a classificação de riscos ambientais proposta por Cerri (1993), com detalhamento para os riscos de natureza geológica.

Quadro 5.4 – Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade).

CATEGORIA	GRUPO	SUBGRUPO	TIPO
NATURAL	GEOLÓGICO	Terremoto	Tremor de terra
			Tsunami
		Emanação vulcânica	
		Movimento de massa	Quedas, tombamentos e rolamentos: blocos, lascas, matacões e lajes
			Deslizamentos: de solo ou rocha
			Corridas de massa: solo / lama ou rocha / detrito
			Subsidências e colapsos
		Erosão	Erosão costeira / marinha
			Erosão de margem fluvial
			Erosão continental: laminar, ravinas e boçorocas
	HIDROLÓGICO	Inundações	
		Enxurradas	
		Alagamentos	
	METEOROLÓGICO	Sistemas de grande escala / escala regional	Ciclones: ventos costeiros (mobilidade de dunas) e marés de tempestade (ressacas)
			Frentes frias / Zona de convergência
		Tempestades	Tempestade local / convectiva: tornados, tempestade de raios, granizo, chuvas intensas e vendaval
		Temperaturas extremas	Onda de calor
	Onda de frio: friagem e geadas		
	CLIMATOLÓGICO	Seca	Estiagem
			Seca
			Incêndio florestal: incêndios em Parques, Áreas de Proteção Ambiental e Áreas de Preservação Permanente nacionais, estaduais ou municipais e incêndios em áreas não protegidas, com reflexos na qualidade do ar
			Baixa umidade do Ar
	BIOLÓGICO	Epidemias	Doenças infecciosas virais
			Doenças infecciosas bacterianas
			Doenças infecciosas parasíticas
			Doenças infecciosas fúngicas
		Infestações / Pragas	Infestações de animais
Infestações de algas: marés vermelhas e cianobactérias em reservatórios			
Outras infestações			

CATEGORIA	GRUPO	SUBGRUPO	TIPO
TECNOLÓGICO	Desastres relacionados a substâncias radioativas	Desastres siderais com riscos radioativos	Queda de satélite (radionuclídeos)
		Desastres com substâncias e equipamentos radioativos de uso em pesquisas, indústrias e usinas nucleares	Fontes radioativas em processos de produção
		Desastres relacionados com riscos de intensa poluição ambiental provocada por resíduos radioativos	Outras fontes de liberação de radionuclídeos para o meio ambiente
	Desastres relacionados a produtos perigosos	Desastres em plantas e distritos industriais, parques e armazenamentos com extravasamento de produtos perigosos	Liberação de produtos químicos para a atmosfera causada por explosão ou incêndio
		Desastres relacionados à contaminação da água	Liberação de produtos químicos nos sistemas de água potável
			Derramamento de produtos químicos em ambiente lacustre, fluvial, marinho e em aquíferos
		Desastres relacionados a conflitos bélicos	Liberação de produtos químicos e contaminação como consequência de ações militares.
		Desastres relacionados a transporte de produtos perigosos	Transporte rodoviário
			Transporte ferroviário
			Transporte aéreo
	Transporte dutoviário		
	Transporte marítimo		
	Desastres relacionados a incêndios urbanos	Incêndios urbanos	Transporte aquaviário
			Incêndios em plantas e distritos industriais, parques e depósitos
	Desastres relacionados a obras civis	Colapso de edificações	Incêndios em aglomerados residenciais
			Rompimento/colapso de barragens
	Desastres relacionados a transporte de passageiros e cargas não perigosas	Transporte rodoviário	
			Transporte ferroviário
			Transporte aéreo
			Transporte marítimo
			Transporte aquaviário

Fonte: Brasil (2012b)

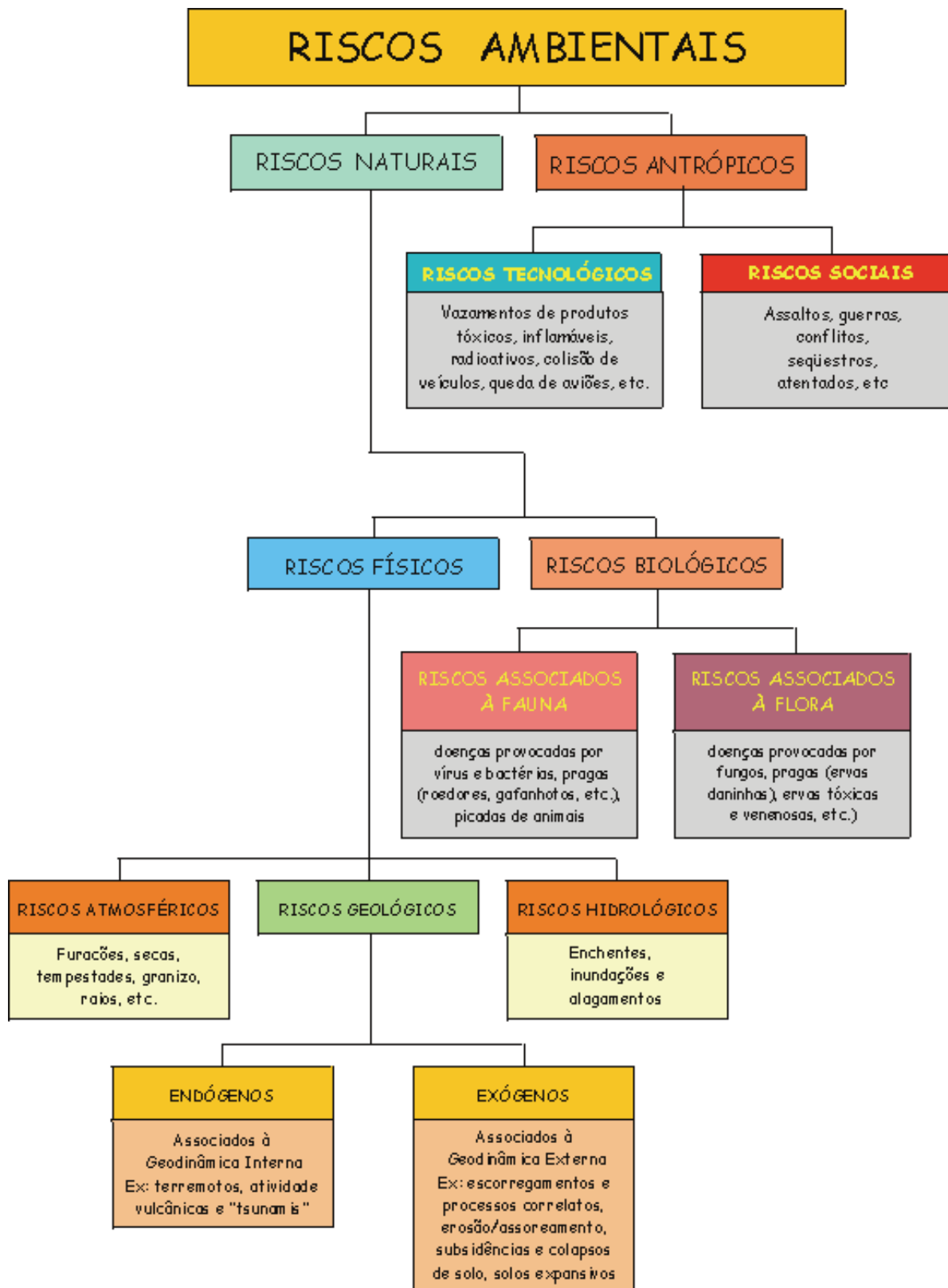


Figura 5.2 – Classificação de riscos ambientais com detalhamento para os riscos de natureza geológica.

Fonte: Cerri (1993)

Os dados dos registros de desastres no Brasil estão no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), que integra diversos produtos da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC), com o objetivo de qualificar e dar transparência à gestão de riscos e desastres no país, por meio da informatização de processos e da disponibilização de informações sistematizadas dessa gestão (BRASIL, 2019).

No relatório gerencial de danos do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), referente ao desastre do rompimento de barragem que ocorreu no município de Mariana, MG, em 05 de novembro de 2015, consta o registro de sete mortes, 225 feridos, 504 desabrigados e 308 desalojados, 18 desaparecidos, 2.807 outros afetados, totalizando 3.876 afetados. Essas são as únicas informações disponíveis, consideradas muito aquém de um banco de dados mais completo, com informações claras e precisas sobre um dos maiores desastres ambientais até então ocorridos no Brasil e no mundo.

No ano de 2013, foi apresentada a edição atualizada do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (CEPED, 2013), com o registro referente ao período de 1991 a 2012, para todos os estados brasileiros e que, atualmente, está desatualizado. Podem-se destacar os desastres de Santa Catarina provocados pelo furacão que atingiu a costa brasileira, em 2004; as inundações, os deslizamentos e as corridas de massa, em 2008, que vitimaram 126 pessoas; as inundações em Alagoas, em 2010; o desastre da Serra Fluminense, em 2011, gerando graves prejuízos sociais, ambientais e econômicos.

Apesar de várias iniciativas e trabalhos voltados para a gestão de riscos, não há um banco de dados com informações integradas e os dados ficam restritos aos seus órgãos e gerências de controle. Os cenários de riscos de desastres registrados nos últimos dez anos no Brasil resultam, em grande parte, do aumento das desigualdades sociais, da precariedade dos serviços de saneamento e habitação, da exploração das reservas naturais, dos conflitos socioeconômicos e da transgressão das leis vigentes. Diante disso, tem-se uma ampla responsabilidade para enfrentar esse desafio enquanto sociedade. Espera-se que com a regulamentação da Lei nº 12.608/12, o cadastro dos municípios críticos seja atualizado, e que os instrumentos previstos sejam efetivamente elaborados, aplicados e integrados às políticas de planejamento territorial.

5.5.1 Política Nacional de Meteorologia e Climatologia

A Meteorologia e a Climatologia são atividades desenvolvidas por profissionais formados em Meteorologia e habilitados pelo sistema profissional CONFEA/CREAs. Trata-se de um importante campo das Ciências Exatas, com aplicações em todas as atividades humanas, das mais específicas e locais até as mais abrangentes, envolvendo o planejamento estratégico de médio e longo prazo, em escala regional e global, respectivamente.

A antecipação de eventos meteorológicos abrange desde a previsão do tempo de curtíssimo (*nowcasting*), curto e médio prazo, com poucas horas, poucos dias a semanas de antecedência, até os prognósticos climáticos de médio e longo prazo, com meses a décadas de antecedência, respectivamente.

As principais aplicações destas previsões do tempo e prognósticos climáticos estão em recursos hídricos, agricultura, geração, transmissão e distribuição de energia, fontes renováveis de energia, tais como eólica e solar, transportes, indústria, comércio e proteção à vida. Esta última, em especial, demanda sistemas de monitoramento e previsão do tempo de curtíssimo e curto prazo e requer tecnologias avançadas de telecomunicação, satélites ambientais, radares meteorológicos, estações meteorológicas de superfície e altitude, sistemas de altíssima capacidade de armazenamento e processamento de dados.

Estes sistemas demandam manutenção, reposição de partes, atualizações de *hardware* e *software*, sistemas de controle de qualidade de informações e sistemas de armazenamento, normalmente localizados em centros de gerenciamento de sistemas e de dados. Todos demandam técnicos, tecnólogos, engenheiros, meteorologistas, entre outros profissionais treinados e habilitados para garantir a qualidade e a continuidade de informações e dados hidrometeorológicos de resolução espaço-temporal variáveis adequadas ao monitoramento, previsão do tempo e clima, e prognósticos climáticos locais, regionais e globais.

Atualmente, há duas escolas de nível médio profissionalizantes, nos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro e Santa Catarina, e 12 de nível superior, que oferecem cursos de Bacharelado em Meteorologia, sendo três na região Sul, quatro no Sudeste, três no Nordeste e duas na região Norte. Das vagas oferecidas anualmente, cerca de 30% dos estudantes concluem os cursos. A alta evasão escolar é atribuída à precariedade da formação no nível médio até a baixa expectativa de empregabilidade no setor público e privado.

Os serviços de Meteorologia e Climatologia brasileiros são realizados por diferentes órgãos federais, nos Ministérios da Agricultura e Abastecimento, Ministério de Ciência e Tecnologia e Inovação, Ministério do Meio Ambiente e Ministério da Defesa. Além destes, há os centros estaduais e municipais que desenvolvem atividades de Meteorologia e Climatologia. A maioria das instituições opera e mantém sistemas de medição, transmissão, processamento e armazenamento de dados de forma independente, desintegrada e de qualidade heterogênea. Há um alto grau de duplicidade de sistemas e poucos com qualidade limitada.

A Sociedade Brasileira de Meteorologia (SBMET), em Assembleia Geral extraordinária, realizada durante o XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, em Foz do Iguaçu, no dia 08 de agosto de 2002, constituiu um Grupo de Trabalho (GT), para realizar um estudo sobre a reestruturação e a reorganização da Meteorologia Brasileira. O referido GT, no uso de suas atribuições, concluiu pela necessidade da elaboração de uma Política Nacional de Meteorologia (PNM), para otimizar as atividades de Meteorologia e Climatologia no Brasil. O texto a seguir foi elaborado pelo GT/SBMET.

Este tema foi discutido pelos profissionais no âmbito da SBMET, em entidades de ensino, órgãos públicos federais e estaduais e com os usuários, em artigos no Boletim da SBMET e por meio de um Fórum de Discussão Virtual. As referidas sugestões foram analisadas e compatibilizadas em reunião conjunta entre a Diretoria Executiva, Conselho Deliberativo e o próprio GT da SBMET. Os resultados das discussões serviram de base para a proposta de implantação e organização de um Sistema e a criação de uma Agência Nacional de Meteorologia e Climatologia, fundamentados na referida Política Nacional de Meteorologia e Climatologia (SBMET, 2002).

Houve um consenso entre a SBMET, os profissionais de instituições públicas e privadas sobre os seguintes pontos (SBMET, 2002):

- As atividades de meteorologia são realizadas por vários órgãos federais, estaduais, municipais e entidades privadas que, em sua maioria, atuam de forma não sistematizada e prestam serviços algumas vezes complementares e, em alguns casos, de forma redundante;
- O sistema atua sem uma coordenação nacional e sem uma entidade central, visto que os arranjos institucionais vigentes não conferem mecanismos que permitam gerenciamento de suas atividades, e
- Este sistema informal resulta em enormes dificuldades para a integração de procedimentos técnicos e desenvolvimento de políticas com superposição de atividades e duplicação de investimentos, fatos que prejudicam a ampliação e a modernização do sistema de Meteorologia do Brasil.

Neste contexto, a reestruturação do setor é anseio de todos os atores, além da participação descentralizada e de uma gestão integrada e harmônica. Assim, avaliaram-se as proposições de ordenação e estruturação do Sistema Nacional de Meteorologia e Climatologia, apresentadas pela SBMET, MCT e INMET, apenas em seus aspectos básicos gerais, sem detalhamentos específicos.

Para que o sistema maximize sua eficácia, é indispensável que sejam reconhecidas todas as partes que o compõem, inclusive com a participação da iniciativa privada, e havendo interligação com setores como, por exemplo, a Hidrologia, os Recursos Hídricos, o Meio Ambiente, entre outros. O sistema deve privilegiar a descentralização da operação, compartilhando-se atribuições federais, estaduais, municipais e privadas para a medição, coleta e tratamento de dados, e disseminação de informações para atender às demandas específicas dos usuários, integradas e harmonizadas pela Agência Nacional de Meteorologia e Climatologia a ser criada (SBMET, 2002).

Assim sendo, preconiza-se um sistema descentralizado com coordenação nacional e a participação das diversas instituições que atuam no setor, pactuado harmonicamente, segundo as diretrizes de uma política que vise o bem-estar da sociedade. Estabelecido o consenso entre os profissionais associados à SBMET, na maioria vinculados aos órgãos operacionais, foi definido que, inicialmente, deve ser formalizada a Política Nacional de Meteorologia e Climatologia, e implantar o Sistema Nacional de Meteorologia e Climatologia, para assegurar que os preceitos da Política sejam cumpridos por todos os integrantes do Sistema, podendo-se espelhar no modelo da área de recursos hídricos que adota estas premissas.

A proposta da Política Nacional de Meteorologia e Climatologia pretende prover informações meteorológicas, climatológicas e sobre mudanças climáticas, úteis para a preservação da vida e do meio ambiente, para a defesa nacional, para o bem-estar da sociedade e para o desenvolvimento das atividades produtivas, de forma a atender às demandas da sociedade. Assim, as atividades meteorológicas e climatológicas devem ser conduzidas de forma descentralizada, compartilhando-se atribuições federais, estaduais, municipais e privadas para a medição, coleta e tratamento de dados, e produção e disseminação de informações e a gestão das atividades operacionais deve contemplar uma coordenação nacional e harmônica, para minimizar as diferenças e as carências regionais e locais e, sobretudo, resultando na otimização dos investimentos públicos (SBMET, 2002).

Por outro lado, as diretrizes gerais da PNM devem (SBMET, 2002):

- Articular os planejamentos nacional, regional e estadual com os setores privado e de usuários;
- A União deve se articular com os Estados e com os setores privado e de usuários, tendo em vista o interesse comum, assegurando a participação federativa dos Estados de forma harmônica e eficaz, por meio de ações regionais, promovendo a interligação dos sistemas regionais e estaduais ao sistema nacional e estimulando a iniciativa privada, no sentido de melhor adequar os serviços para os usuários de todos os setores produtivos e da sociedade brasileira;
- Adequar a gestão às diversidades demográficas, econômicas e sociais de todas as regiões do país;
- Promover e incentivar a participação empresarial na modernização e ampliação da infraestrutura operacional de meteorologia do Brasil;
- Promover o intercâmbio dinâmico com as universidades, institutos de pesquisa e escolas técnicas para a atualização permanente da Meteorologia e Climatologia do Brasil, em sintonia com as ciências atmosféricas internacionais, e
- Promover a inserção da Meteorologia brasileira nos eventos, realizações e representações internacionais, em consonância com a política do Ministério das Relações Exteriores.

O Sistema Nacional de Meteorologia e Climatologia deve ser estruturado, de forma a viabilizar os fundamentos e diretrizes da Política, tendo por objetivos (SBMET, 2002):

- Coordenar a gestão integrada das atividades operacionais;

- Planejar, regular e controlar as atividades operacionais de meteorologia e climatologia, e
- Estabelecer mecanismos para a implementação da Política Nacional de Meteorologia e Climatologia.

Para assegurar uma atuação descentralizada e participativa, é necessário estabelecer um fórum que congregue todos os componentes do Sistema, sugerindo-se que a composição do Sistema Nacional de Meteorologia e Climatologia contemple membros das diversas esferas do poder público, de forma a atender as premissas citadas, tendo em vista estar orientado para cumprir os objetivos, os fundamentos e as diretrizes da Política. Assim, sua composição seria por um Conselho Nacional de Meteorologia e Climatologia, Agência Nacional de Meteorologia e Climatologia e órgãos dos poderes públicos federais e estaduais com as seguintes atribuições (SBMET, 2002):

- Estabelecer diretrizes complementares para a Política Nacional de Meteorologia e Climatologia;
- Aprovar e acompanhar a execução do Plano Nacional de Meteorologia e Climatologia, além de fiscalizar o cumprimento de suas metas;
- Promover a articulação dos planejamentos nacionais, regionais, estaduais;
- Arbitrar os conflitos sobre questões encaminhadas pelos integrantes do Sistema, e
- Analisar propostas de alteração da legislação e da Política.

A Composição do Conselho de Meteorologia e Climatologia teria representantes dos Ministérios com atuação na área; representantes das entidades estaduais com atuação na área; representante da SBMET, e representantes das universidades com cursos de graduação em Meteorologia.

Por fim, a Agência Nacional de Meteorologia e Climatologia deverá estar subordinada à Presidência da República, ou ao Ministério da Agricultura, ou ao Ministério de Ciência e Tecnologia. A Agência será o órgão central do sistema, com a finalidade de executar a Política Nacional de Meteorologia e Climatologia, obedecendo aos seus fundamentos, objetivos e diretrizes. Para tanto, deverá utilizar instrumentos de gestão ou Plano Nacional de Meteorologia e Climatologia e Sistema de Informações, articulando-se com os órgãos públicos e privados integrantes do Sistema Nacional de Meteorologia e Climatologia. Caberá à Agência atuar como executora, reguladora, fomentadora, normatizadora e integradora entre os principais órgãos nacionais operacionais.

Precedendo a PNM, deve-se aprovar a denominada PEC-12 da Meteorologia e Climatologia, conforme analisada pela Comissão de Constituição e Justiça e Cidadania do Senado Federal, que altera os Arts. 21 e 22 da Constituição Federal, para definir a competência da União no ordenamento do Sistema Nacional de Meteorologia e Climatologia. Esta PEC tramita nos Poderes Legislativo e Executivo Federais há mais de uma década.

Desde então, ocorreram centenas de eventos meteorológicos extremos, que resultaram em perda de vidas, prejuízos materiais e socioeconômicos, que poderiam ter sido mais bem mitigados com a aprovação da Emenda Constitucional e da Política Nacional de Meteorologia e Climatologia. Além disso, estas resultariam em significativo aumento de produtividade e consequente aceleração da economia brasileira, cuja demanda por água e energia, na base do desenvolvimento e em um contexto de variabilidade e mudanças climáticas, requer sistemas tecnológicos inovadores e integrados, desenvolvidos e operados por profissionais treinados e habilitados do setor tecnológico, para desenvolver atividades multidisciplinares e transdisciplinares.

5.6 APLICAÇÃO DA GEODIVERSIDADE E O PLANEJAMENTO TERRITORIAL

Na construção de uma sociedade sustentável, é fundamental o entendimento da função da Geodiversidade, para garantir a correta utilização de recursos minerais e hídricos, e a gestão territorial, adequando o uso e ocupação do solo com as características do meio físico e as expectativas sociais e econômicas.

Nesse sentido, são apresentados dois temas que demonstram a importância da Geodiversidade para o desenvolvimento sustentável das comunidades regionais e locais, destacando-se como campos de atuação profissional crescente da Geologia.

5.6.1 Geoparques e a Gestão Territorial

Um novo campo, que vem ganhando espaço no Brasil e que permite a atuação direta do geólogo na construção de uma sociedade sustentável, está na elaboração e efetivação das propostas de geoparques. A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) concede o título de Geoparque Mundial (**Figura 5.3**), às áreas geográficas unificadas, onde sítios e paisagens de relevância geológica internacional são administrados com base em um conceito holístico de proteção, educação e desenvolvimento sustentável (UNESCO, 2019). Para alcançar esta forma de gestão, a comunidade local deve ser envolvida e os geoparques devem possuir uma estrutura formal de gestão, existindo de forma legal.



Figura 5.3 – Logomarca do Programa Mundial de Geoparques UNESCO.

Em novembro de 2015, foi criado o Programa Mundial de Geoparques UNESCO (*Unesco Global Geoparks, UGG*), sob um enfoque inovador, ou seja, a conservação dos locais relevantes está atrelada ao envolvimento dos moradores. Em abril de 2019, foram contabilizados 147 geoparques mundiais em 41 países (Figura 5.4), estando o Brasil representado pelo Geopark Araripe, no sul do estado do Ceará. Importante ressaltar o fato de que um Geoparque Unesco precisa conter população em seu interior, demonstrando a necessidade de seu envolvimento na gestão e não somente de governos. Acrescentam-se, aos valores geológicos, os valores ecológico, históricos e sociais, onde a natureza, as pessoas e as tradições locais são celebradas.

O conceito de geoparque surgiu em meados da década de 1990, como uma resposta à necessidade de conservar e melhorar áreas com importância geológica na história da Terra. As paisagens e as formações geológicas são testemunhas importantes da evolução do planeta Terra e determinantes para o futuro e seu desenvolvimento sustentável. Desde o início, o geoparque adotou uma abordagem “de baixo para cima” (*bottom-up*), ou liderada pela comunidade, para garantir que o significado geológico de uma área possa ser conservado e promovido por meio da ciência e da educação, além de ser usado como um bem econômico sustentável, com o desenvolvimento de um turismo responsável.

A estratégia de desenvolvimento sustentável, aliada a uma gestão de qualidade, passa por três componentes principais em um geoparque: conservação, educação e turismo. A conservação objetiva proteger o patrimônio geológico para as futuras gerações; a educação promove o estudo das geociências junto às escolas, universidade e centro de visitação, contemplando o público em geral; e o turismo busca estimular a criação de atividades econômicas, tendo como base a geodiversidade e o patrimônio geológico do território, em cooperação com a comunidade local.

Distribution of GGN Members



Figura 5.4 – Mapa com a localização dos territórios inseridos no Programa Mundial de Geoparques Unesco, em 2018.

Todo território certificado como geoparque no Programa Mundial de Geoparques UNESCO é também, diretamente, membro da Rede Mundial de Geoparques (*Global Geoparks Network, GGN*). Esta rede corresponde a uma associação, criada em 2014, com sede na França. Contudo sua atuação, junto aos Geoparques Mundiais, teve início em 2004, quando da criação dos primeiros geoparques na Europa, com destaque para *Haute-Provence* (França), *Lesvos Petrified Forest* (Grécia), *Gerolstein/Vulkaneifel* (Alemanha) e *Maestrazgo* (Espanha).

Apesar de a Rede Mundial de Geoparques trabalhar, desde 2004, sob os auspícios da Unesco, somente em novembro de 2015, durante a 38ª reunião da Conferência Geral da Unesco, foi oficializada e aprovada a criação do Programa Mundial de Geoparques. Assim, a Rede Mundial de Geoparques passou a atuar como órgão de apoio a este programa da Unesco.

A rede e a colaboração entre os geoparques mundiais são um componente importante da Rede Mundial de Geoparques, a qual promove a criação de redes com base regional. Nesse contexto, existem a Rede Europeia de Geoparques, a Rede de Geoparques da Ásia-Pacífico, e a Rede Latinoamericana e do Caribe de Geoparques.

O único geoparque no Brasil - Geopark Araripe – foi certificado, em 2006, pela Rede Mundial de Geoparques e ratificado em 2015, junto ao Programa Mundial de Geoparques da Unesco. Conta, hoje, com inúmeras ações no território, apoiadas em nove geossítios (Batateiras, Cachoeira de Missão velha, Colina do Horto, Floresta Petrificada, Parque dos Pterossauros, Pedra Cariri, Ponta de Santa Cruz, Ponte de Pedra e Riacho do Meio). Passados mais de 10 anos, o Brasil ainda não conseguiu obter a certificação de novos geoparques. Nesse período resultaram infrutíferas duas tentativas de novas certificações, respectivamente, pelos projetos Geoparque Quadrilátero Ferrífero (MG) e Geoparque Bodoquena-Pantanal (MS). Apesar disso, vários outros projetos, alguns mais avançados, outros menos, estão sendo trabalhados, com destaque para Seridó (RN), Caçapava (RS), Cariri Paraibano (PB), Caminhos dos Cânions do Sul (SC/RS), Costões e Lagunas (RJ), Chapada dos Guimarães (MT), Quarta Colônia (RS), Corumbataí (SP), Morro do Chapéu (BA), Serra do Sincorá (BA), São Desidério (BA), Uberaba (MG), Fernando de Noronha (PE), entre outros. Praticamente todos contam com a participação de geólogos nas diferentes ações desenvolvidas em seus territórios.

Os territórios certificados como geoparque do Programa Mundial da Unesco passam por uma reavaliação a cada quatro anos, o que os obriga a manter mecanismos estratégicos de desenvolvimento territorial sempre atualizados, garantindo, assim, a continuidade das ações junto às comunidades locais. As diretrizes operacionais e de certificação desses territórios, além de observar os objetivos de desenvolvimento sustentável do milênio, também levam em consideração propostas que busquem melhorar as condições de vida das comunidades que habitam tais territórios.

Importante que tudo isso passa pelas diferentes ações realizadas com apoio direto do profissional da Geologia. Desta forma, é necessário que o geólogo tenha conhecimento sobre os conceitos de Geodiversidade, Geopatrimônio, Geoconservação, Geoturismo e Geoparque, e coloque em prática ações sustentáveis, a favor do geopatrimônio encontrado nos territórios dos geoparques.

5.6.2 Geologia do vinho: identidade regional na viticultura do Rio Grande do Sul

A definição de *terroir* vitivinícola que tem sido mais adotada é a da OIV (Organização Internacional da Vinha e do Vinho), a qual correlaciona um saber coletivo a fatores naturais (incluindo biológicos) e aspectos humanos às características do produto originário de determinado espaço. Assim, são consideradas características específicas do solo, da topografia do clima, da paisagem e da biodiversidade (OIV, 2010).

O assunto relacionando *terroir* vitivinícola e geologia foi abordado por Falcetti (1994) e Hancock (1999), que consideraram *terroir* como uma área com sua geologia própria, clima e métodos de viticultura. Fanet (2004) observou a influência das rochas na produção e/ou qualidade de vinhos, evidenciando a viticultura associada a ambientes tectônicos no mundo. Wilson (1998) considerou que aspectos físicos de uma vinha, associados à litologia, podem ser afetados por parâmetros como fluxo de ar, declividade, propriedades térmicas e disponibilidade de água, os quais influenciariam o crescimento da videira.

Huggett (2006) observou que, em climas quentes, sujeitos à seca do verão, o solo pode ser o fator mais importante, enquanto em climas mais frios, a declividade e a exposição solar são fatores influentes. Maltmann (2008) refletiu sobre o papel da litologia na tipicidade do vinho, apontando mal-entendidos sobre as relações entre rocha e vinho. Maltmann (2018) dissertou sobre o quanto o crescimento da videira seria influenciado pelo *bedrock* e a resposta da raiz da videira à geodiversidade.

No Brasil, vinhedos implantados nas regiões tropicais e subtropicais (com exceção do Nordeste) são influenciados pela exposição solar, altitude, pluviosidade, que afetam seu desenvolvimento. Nestas regiões, o solo pode ter sido carregado para longe da rocha fonte ou o *bedrock* (horizonte C ou R) se situar muito abaixo das raízes da planta. De qualquer forma, seja o solo oriundo de constituinte alóctones ou autóctones, as rochas são fundamentais para caracterizar o *terroir* vitivinícola.

A maior produção de uva do Brasil é a do Rio Grande do Sul (RS), tendo sido responsável, em 2014, por mais de 57% da produção e 63% da superfície cultivada nacional (IBGE, 2015). A produção vem aumentando desde a década de 1990 (mais de 40%), tendo alcançado mais de 40.000 hectares de área plantada, em 2015 (MELLO; MACHADO, 2017).

A viticultura no Rio Grande do Sul está concentrada, principalmente, nas regiões vitivinícolas (RV) denominadas, pelo senso comum, como sendo a Serra Gaúcha, a Campanha e a Serra do Sudeste, mas está presente em 91% dos municípios, o que lhe

confere uma identidade cultural vitivinícola (FALCADE, 2016). Assim, existem vinhedos sobre unidades do relevo como planaltos (Serra Geral e Escudo Sul-Rio-Grandense), depressões (Depressões rios Jacuí e Ibicuí) e planícies (costeira e vales fluviais). Nestes contextos, as vinhas ocorrem sobre grande diversidade de relevo, solo e rocha (HOFF et al., 2018). A **Figura 5.5** mostra as regiões produtoras de vinhos e domínios tectônicos do Rio Grande do Sul.

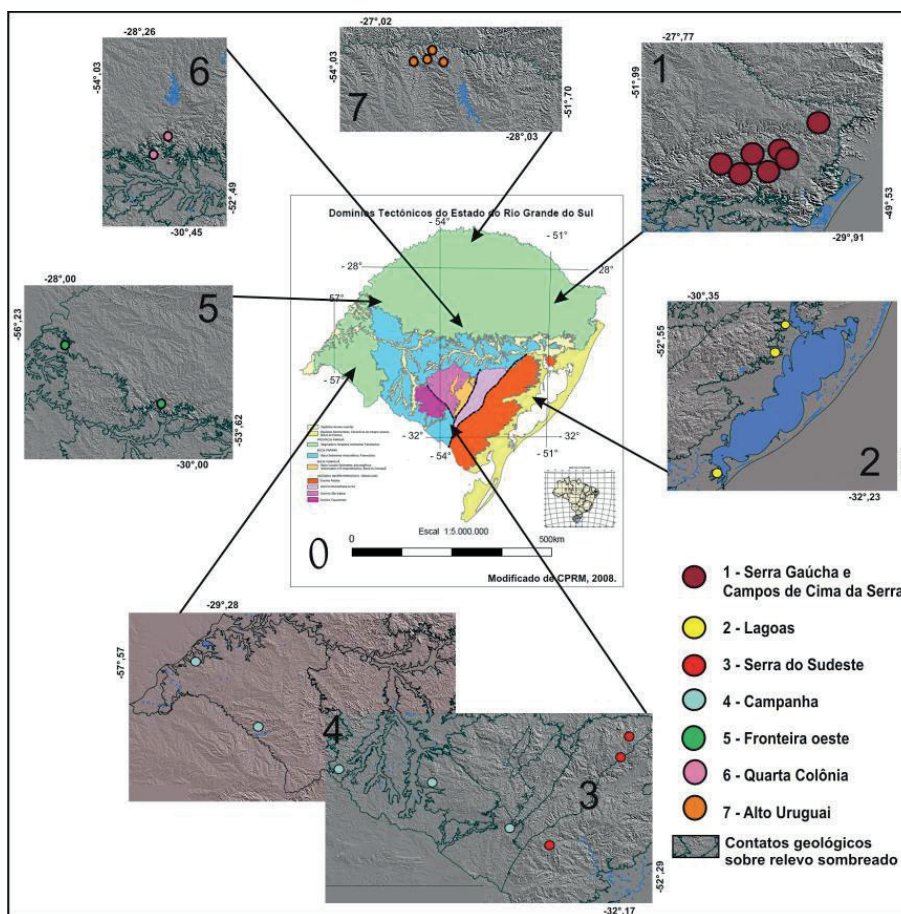


Figura 5.5 – Regiões produtoras de vinhos e domínios tectônicos do Rio Grande do Sul, Brasil.

Fonte: Hoff et al. (2011)

A maior parte da área vitícola do Rio Grande do Sul está na RV Serra Gaúcha, sobre rochas vulcânicas da Formação Serra Geral (WILDNER et al., 2008). Estudos sobre a associação de viticultura, geologia e geomorfologia têm sido feitos desde os anos 2000 nesta região, para caracterizar, geologicamente, e as regiões das indicações geográficas (IGs) situadas em terrenos vulcânicos da grande província ígnea continental (LIP) Serra Geral (HOFF et al., 2007; 2012; MODENA et al., 2016).

Estudos sobre a geologia de sítios vitícolas, na RV Serra do Sudeste, mostraram vinhedos situados sobre rochas do Proterozóico Médio a Superior do Escudo Sul-Rio-Grandense (HOFF et al., 2008; 2010). Na RV Campanha, estudos de geodiversidade e vinhedos mostraram sua distribuição sobre diversidade de unidades geomorfológicas e litoestratigráficas (HOFF et al., 2015; 2018).

Na RV Serra Gaúcha, as áreas de indicações geográficas para vinhos finos têm sido estabelecidas, preferencialmente, sobre a Fácies Caxias da Formação Serra Geral, que exibe rochas vulcânicas ácidas a intermediárias. São as regiões de maiores altitudes do Rio Grande do Sul (400 – 1.000 m), onde se situam as IGs Vale dos Vinhedos e Pinto Bandeira, por exemplo. Na IG Monte Belo, os vinhedos estão parcialmente distribuídos sobre basaltos da Fácies Gramado e rochas da Fácies Caxias.

Na RV Serra do Sudeste, os vinhedos estão assentados sobre rochas muito antigas, de mais de 500 milhões de anos, onde os relevos foram dissecados e a altitude máxima está em torno de 500 metros. Ocorrem vinhedos sobre granitos da Suíte Intrusiva Encruzilhada do Sul e sobre rochas metamórficas do Complexo Gnáissico Arroio dos Ratos e também ocorrendo vinhedos sobre metagranitóides do Complexo Granito-Gnáissico Pinheiro Machado (HOFF et al., 2008; 2010).

Na RV Campanha, os vinhedos estão implantados sobre relevos suaves ondulados, onde a altitude atinge pouco mais de 250 metros, excetuando-se locais isolados de cotas mais elevadas, na borda do Escudo Sul-Rio-Grandense. No geral, a maioria dos vinhedos da RV Campanha se situa sobre arenitos e siltitos da Formação Rio Bonito, arenitos da Formações Botucatu e Guará, e basaltos da Formação Serra Geral, conforme mostra a **Figura 5.6** (HOFF et al., 2015; 2018).



Campos de Cima da Serra



Serra Gaúcha



Campanha - Seival



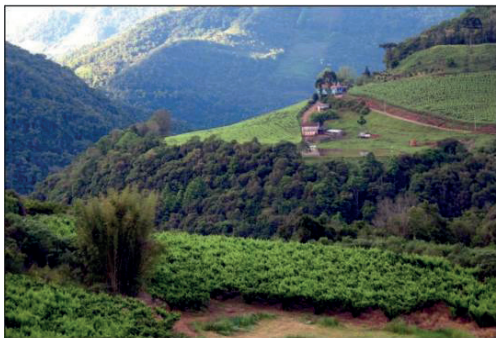
Campanha - Palomas



Lagoas - Tapes



Serra do Sudeste



Alto Uruguai



Quarta Colônia

Fonte: Miolo Wine Group, Vinhas da Lagoa, Prefeitura Municipal de Silveira Martins, fotos de acervo pessoal.

Figura 5.6 – Paisagens vitícolas e a influência do relevo no Rio Grande do Sul, Brasil.

Fonte: Hoff et al. (2011)

A extensão territorial do Rio Grande do Sul, aliada à geodiversidade, abrange sítios geológicos e geomorfológicos peculiares de cada RV. Monumentos geológicos compõem a paisagem associada à viticultura, podendo agregar valor ao enoturismo e ao produto. Existem locais com potencialidade para serem considerados sítios geológicos e geomorfológicos, associados à paisagem vitícola,

como:

- “Cuesta de Haedo”, baixo planalto que se estende desde o sudoeste do Rio Grande do Sul até o Uruguai, tendo o Cerro Palomas e outros morros testemunhos associados a vinhedos (RV Campanha);
- Vale do Rio das Antas, associado aos vinhedos de indicações geográficas (RV Serra Gaúcha);
- Minas de Camaquã, Pedra do Segredo, Rincão do Inferno etc. (RV Serra do Sudeste);
- Areais (Quaraí, Rosário do Sul e Maçambará), originados pela erosão dos arenitos das Formações Guará e Botucatu, formando uma paisagem peculiar associada aos vinhedos (RV Campanha), e
- “Janelas” da Formação Botucatu entre as rochas vulcânicas no Planalto da Campanha, configurando campos pedregosos de pastagens em Uruguaiana e Maçambará, no Bioma Pampa (RV Campanha).

A **Figura 5.7** mostra sítios geológicos que valorizam a paisagem vitícola associada aos vinhos da RV Campanha.



Figura 5.7 – Geologia associada às paisagens vitícolas na RV Campanha, Brasil: Cuesta de Haedo (a) e Cerro Palomas (b) ao fundo, mostrando vinhedos em Santana do Livramento; Areais em Quaraí (c); Blocos de arenitos eólicos silicificados (d) na paisagem do Bioma Pampa em Uruguaiana; Cerro do Jarau (e); e detalhe de arenitos no Cerro do Jarau em Quaraí (f). Fotografias: Ivanira Falcade e Rosemary Hoff.

Fonte: Hoff et al. (2018)

A diversidade do meio físico relativa às rochas, aos solos e ao relevo, esculpido em milhões até milhares de anos, a partir dos diversos materiais que caracterizam as regiões vitivinícolas do RS, constitui suporte para as paisagens vitícolas que vêm sendo estruturadas e pode contribuir para a consolidação de uma nova identidade para estas localidades, algumas das quais vêm sendo usadas em rótulos de vinhos produzidos na RV Campanha, como é o caso do Cerro Palomas, em Santana do Livramento.

REFERÊNCIAS

- ABGE. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL. Estatuto da ABGE. São Paulo: ABGE, 2013.
- BRASIL. Ministério de Desenvolvimento Regional. Site oficial. Brasília, 2019. Disponível em <http://www.mi.gov.br/desenvolvimento-regional>. Acesso em: 28 jul. 2019.
- BRASIL. Lei nº 13.540, de 18 de dezembro de 2017. Altera as Leis nos 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e 8.001, de 13 de março de 1990, para dispor sobre a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM). 2017a.
- BRASIL. Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017. Cria a Agência Nacional de Mineração (ANM); extingue o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM); altera as Leis nos 11.046, de 27 de dezembro de 2004, e 10.826, de 22 de dezembro de 2003; e revoga a Lei no 8.876, de 2 de maio de 1994, e dispositivos do Decreto-Lei no 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração). 2017b.
- BRASIL. Lei no 13.465, de 11 de julho de 2017. Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana, sobre a liquidação de créditos concedidos aos assentados da reforma agrária e sobre a regularização fundiária no âmbito da Amazônia Legal; institui mecanismos para aprimorar a eficiência dos procedimentos de alienação de imóveis da União. 2017c.
- BRASIL. Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015. Institui o Estatuto da Metrópole, altera a Lei no 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências.
- BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nos 12.340, de 10 de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. 2012a.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Instrução Normativa 001, de 24 de agosto de 2012. Estabelece Procedimentos e Critérios para a Decretação de Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública pelos Municípios, Estados e pelo Distrito Federal, e para Reconhecimento Federal das Situações de Anormalidades Decretadas pelos Entes Federativos e dá outras providências. Diário Oficial da União, nº 169, seção 1, p. 30. 2012b.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. 2010a.
- BRASIL. Lei nº 12.340, de 1º de dezembro de 2010. Dispõe sobre as transferências de recursos da União aos órgãos e entidades dos Estados, Distrito Federal e Municípios para a execução de ações de prevenção em áreas de risco de desastres e de resposta e de recuperação em áreas atingidas por desastres e sobre o Fundo Nacional para Calamidades Públicas, Proteção e Defesa Civil; e dá outras providências. 2010b.
- BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.
- BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Regulamento Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
- BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências.
- BRASIL. Decreto-lei nº 318, de 14 de março de 1967. Dá nova redação ao preâmbulo e a dispositivos do Decreto-lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967.
- CEPED. CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012. 2. ed. rev. ampl. – Florianópolis: CEPED UFSC, 2013. 126p.
- FALCADE, I. The geography of vine and wine industry in Brazil: territory, culture and heritage. In: WORLD CONGRESS OF VINE AND WINE, 39., 2016, Bento Gonçalves. BIO Web of Conferences, v. 7, p. 03028-1, 2016.
- FALCETTI, M. Le terroir: qu'est-ce qu'un terroir? pourquoi l'étudier? pourquoi l'enseigner? Bulletin de l'OIV, v. 67, n. 2, p. 246-275, 1994.
- FANET, J. Great Wine Terroirs. University of California Press, Los Angeles. 2004, 239 p.
- HANCOCK, J. M. Feature Review. In: WILSON, J. E. Terroir: the role of geology, climate and culture in the making of french wines. Journal of Wine Research, v. 10, n. 1, p. 43-49, 1999. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/09571269908718157>.
- HOFF, R.; DUCATI, J. R.; BERGMANN, M. Geologic and geomorphologic features applied for identification of wine terroir units by digital image processing, spectroradiometric and GIS techniques in Encruzilhada do Sul, RS, Brazil. In: INTERNATIONAL TERROIR CONGRESS, 8., 2010, Soave (Verona). Proceedings [...] Verona: Entecra, 2010. v. 1. p. 44-49. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/274057720_Geologic_and_geomorphologic_features_applied_for_identification_of_wine_terroir_units_by_digital_image_processing_spectroradiometric_and_GIS_techniques_in_Encruzilhada_do_Sul_RS_Brazil.
- HOFF, R.; FALCADE, I.; TONIETTO, J. The geology in the context of geographical indications of fine wines in Serra Gaúcha region (Brazil). In: CONGRÈS INTERNATIONAL DÈS TERROIRS VITIVINICOLES, 9., 2012, Dijon e Reims. Actes [...]: Université de Bourgogne, Dijon, 2012, p. 1041-1047.
- HOFF, R.; FALCADE, I.; BERGMANN, M.; ALBERTI, R.; MODENA, R. C. C.; DALCIN, M. Geologia, geomorfologia e paisagem vitícola: uma abordagem da identidade regional da viticultura na região vitivinícola Campanha, Brasil / Geology, geomorphology and wine-growing landscape: an approach to regional identity for viticulture at Campanha wine region, Brazil. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 19, n. 4, 2018. Disponível em: <http://www.lsic.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/1388>.
- HOFF, R.; BERGMANN, M. Geologia do vinho: caracterização de identidade regional para viticultura no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE VITICULTURA Y ENOLOGIA, 13., 2011, Santiago. Anais [...]. Santiago: Asociación de Ingenieros Enólogos de Chile, 2011. v. 1, p. 1-5.
- HOFF, R.; DUCATI, J. R.; COUTINHO, A. L. S.; TONIETTO, J. Uso de imagens orbitais no estudo das características espectrais das rochas para o estabelecimento de critérios para uma indicação de procedência vinícola na região de Pinto Bandeira, Bento Gonçalves, RS, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. Anais [...]. Florianópolis: INPE, 2007. p. 233-240. Disponível em: <http://martel.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr/80/2006/11.15.21.52.31/doc/233-240.pdf>.
- HUGGETT, J. M. Geology and wine: a review. Proceedings of the Geologists Association, Elsevier, v. 117, n. 2, p. 239-247, 2006. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S0016-7878\(06\)80012-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0016-7878(06)80012-X).
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Levantamento de recursos naturais. Rio de Janeiro, v. 33, 2003. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/>.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. SIDRA: Produção das lavouras permanentes. 2015. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1613&z=t&o=11>.
- LAVELL, A. An approach to concept and definition in risk management terminology and practice (final draft). Genebra: ERD-UNDP, 2000b. 27 p. Disponível em: <http://www.desenredando.org/public/articulos/index.html>. Acesso em: 05 maio 2016.
- MALTMANN, A. The role of vineyard geology in wine typicity. Journal Of Wine Research, v. 19, n. 1, p. 1-17, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/09571260802163998>.
- MALTMANN, A. Vineyards, Rocks, & Soils: The Wine Lover's Guide to Geology. Oxford University Press. 2018, 256 p. E-book: <https://www.amazon.com/Vineyards-Rocks-Soils-Lovers-Geology-ebook/dp/B079S8G57Z>.
- MELLO, L. M. R.; MACHADO, C. A. E. (Ed.). Cadastro vitícola do Rio Grande do Sul – 2013 a 2015. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, 2017. 1 CD-ROM. Disponível em: <http://www.cnpv.embrapa.br/cadastro-viticola/rs-2013-2015/dados/obracompleta.html>.
- MODENA, R. C. C.; HOFF, R.; FARIAS, A. R.; VIEL, J. A.; COELHO, O. G. W. Gamma-ray spectrometry for distinguishing acid and basic rocks of the Serra Geral formation, in the Serra Gaúcha wine region, Brazil. Brazilian Journal of Geophysics / Revista Brasileira de Geofísica, v. 34, n. 4, 2016. Disponível em: <https://sbgf.org.br/revista/index.php/rbgf/article/view/889>.
- OIV. Definición de "terroir" vitivinícola. Resolución OIV/VITI 333/2010. OIV, Paris. 2010. Disponível em: <http://www.oiv.int/es/normas-y-documentos-tecnicos/resoluciones-de-la-oiv/resoluciones-viticultura>.
- ONU - BR. Site. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 28 fev. 2019.
- OPAS. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud. Washington, D.C.: OPS. 2004, 153 p.
- RUIZ M. D. A evolução da geologia de engenharia no Brasil e suas perspectivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 5., 1987, São Paulo. Anais [...] São Paulo: ABGE, 1987, v. 3. p. 29-46.
- SANTOS, A.R. Geologia de Engenharia: Conceitos, Método e Prática. Livro. 3ª edição, Editora O Nome da Rosa. 2017. 261p.
- SBMET. SOCIEDADE BRASILEIRA DE METEOROLOGIA. Proposta da Política Nacional de Meteorologia e Climatologia. Foz do Iguaçu: Grupo Técnico/SBMET, 2002.
- SRTM/Shuttle Radar Topography Mission. 2003. Disponível em: <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>.
- TRAJBER, R.; OLIVATO, D.; MARCHEZINI, V. Conceitos e termos para a gestão de riscos de desastres na educação. Projeto Cemaden Educação. Cemaden/MCTI. 2015. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/0B5mbj4doKgY6Z0VIMzlvR2FYMVU/view>. Acesso em: 28 jul. 2019.
- UNESCO. Site oficial. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/pt/brasil/natural-sciences/environment/biodiversity/geoparks/>. Acesso em: 28 fev. 2019.
- UN/ISDR. UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION. Living with risk: a global review os disaster reduction initiatives. New York; Geneve: United Nations. 2004, 430 p.
- VARGAS, M. Origem e desenvolvimento da Geotecnologia no Brasil. Quipo, São Paulo, v. 2, n. 2, 1985. p. 263-279.
- VEYRET, Y.; MESCHINET DE RICHEMOND, N. Os Riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007, 320 p.
- WILDNER, W.; RAMGRAB, G. E.; LOPES, R. C.; IGLESIAS, C. M. F. Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul, escala 1:750.000. Porto Alegre: CPRM, 2008. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/10301>.
- WILSON, J. E. Terroir: The role of geology, climate, and culture in the making of french wines. University of California Press, Berkeley, 1998. 336 p.

Capítulo 6

LEGISLAÇÃO, ENSINO E EXERCÍCIO PROFISSIONAL DA GEOLOGIA

Fábio Augusto Gomes Vieira Reis
Caiubi Emanuel Souza Kuhn
Nivaldo José Bósio
Lucilia do Carmo Giordano
Antonio Pedro Viero
Pablo Souto Palma
José Paulo Godoi Martins Netto
João Carlos Simanke de Souza

O capítulo descreve a história da legislação profissional na área de Geologia no Brasil, discutindo a regulamentação dos geólogos ou engenheiros geólogos, pela Lei no 4.076/1962 e demais marcos normativos associados às competências e atribuições profissionais. Apresenta as funções e importância do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (Confea), dos Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia (Creas) e da Caixa de Assistência dos Profissionais dos Creas (Mútua). Discute as principais resoluções do Confea sobre as atividades, áreas de atuação, atribuições e competências profissionais na Geologia. Aborda o Código de Ética e a fiscalização profissional, explicando a importância do registro profissional, da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), da Certidão de Acervo Técnico (CAT), do Livro de Ordem e do Salário-Mínimo Profissional. Descreve as funções das Câmaras Especializadas de Geologia e Minas, e a forma de participação dos profissionais e entidades no sistema. Apresenta as principais entidades nacionais de Geologia, suas missões e objetivos. Discute o ensino de Geologia, com foco nas diretrizes curriculares e a relação com a definição das competências e atribuições profissionais.

S U M Á R I O

- 6.1 APRESENTAÇÃO
- 6.2 HISTÓRIA DA LEGISLAÇÃO PROFISSIONAL DE GEOLOGIA NO BRASIL
- 6.3 REGULAMENTAÇÃO DE COMPETÊNCIAS E ATRIBUIÇÕES PROFISSIONAIS
- 6.4 SISTEMA CONFEA/CREA/MÚTUA
 - 6.4.1 Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (Confea)
 - 6.4.2 Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia (Creas)
 - 6.4.3 Caixa de Assistência dos Profissionais dos Creas (Mútua)
- 6.5 DIREITOS E DEVERES DOS PROFISSIONAIS
 - 6.5.1 Registro Profissional
 - 6.5.2 Anotação de Responsabilidade Técnica (ART)
 - 6.5.3 Certidão de Acervo Técnico (CAT)
 - 6.5.4 Livro de Ordem
 - 6.5.5 Salário-Mínimo Profissional
- 6.6 ÉTICA PROFISSIONAL
- 6.7 ENTIDADES SINDICAIS E REPRESENTATIVAS DE PROFISSIONAIS
 - 6.7.1 Federação Brasileira de Geólogos - Febrageo
 - 6.7.2 Sociedade Brasileira de Geologia - SBG
 - 6.7.3 Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental - ABGE
 - 6.7.4 Associação Brasileira de Águas Subterrâneas - ABAS
- 6.8 O ENSINO DE GEOLOGIA
- 6.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 APRESENTAÇÃO

A legislação profissional é um assunto muito controverso no Brasil e pouco conhecido da população em geral, inclusive no âmbito dos próprios profissionais. Essa situação não é diferente na área de Geologia, Engenharia e Agronomia, gerando uma série de problemas tanto de questões técnicas como éticas. A falta de conhecimento dos direitos e deveres, que o profissional possui em determinada área, acarreta posturas e atitudes, que, muitas vezes, ferem a legislação brasileira.

Os profissionais da Geologia estão inseridos no Sistema Confea/Crea/Mútua, cuja principal atribuição é fiscalizar a atuação profissional, para que as atividades sejam desenvolvidas dentro dos padrões técnicos e éticos brasileiros e internacionais, prezando pela segurança da sociedade e pelo desenvolvimento das boas práticas profissionais.

O presente capítulo apresenta, de forma concisa, os principais aspectos relacionados a legislação e atuação profissional na área de Geologia e suas interfaces, discutindo as funções dos diferentes órgãos do sistema profissional e das entidades regionais e nacionais.

6.2 HISTÓRIA DA LEGISLAÇÃO PROFISSIONAL DE GEOLOGIA NO BRASIL

Geologia provém de dois vocábulos gregos: geo (“terra”) e logos (“estudo”). É a ciência que estuda os processos endógenos e exógenos que ocorrem no globo terrestre, compreendendo sua origem, composição, estrutura, história e os processos endógenos e exógenos que o modelam. Além dos estudos científicos, que visam, fundamentalmente, conhecer o planeta e seus processos, os geólogos também têm como foco a aplicação desses conhecimentos em diversas áreas da sociedade.

A formação de geólogo no Brasil é relativamente recente. Os primeiros cinco cursos foram instalados em 1957, graças aos esforços de alguns professores e a decisão do então presidente do Brasil, Juscelino Kubitschek. Em 1956, o ministro da Educação e Cultura, professor Clóvis Salgado, constituiu uma comissão para planejar a implantação de cursos de Geologia no país, coordenada pelo professor Othon Henry Leonardos e assessorada pelos professores Viktor Leinz, Irajá Damiani Pinto e Aluísio Licínio Barbosa (BÓSIO, 2007).

Baseado nos resultados dessa comissão, em 18 de janeiro de 1957, Juscelino Kubitschek de Oliveira promulgou o Decreto nº 40.783, criando a Campanha de Formação de Geólogos – Cage, com a finalidade de promover a criação de cursos destinados à formação de geólogos e regular seu funcionamento orientando, supervisionando e fixando normas para o seu integral desempenho (BÓSIO, 2007).

Decreto nº 40.783, de 18 de janeiro de 1957

Institui a Campanha de Formação de Geólogos.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA, usando da atribuição que lhe confere o artigo 87, item I, da Constituição,

DECRETA:

Art. 1º Fica instituída, no Ministério da Educação e Cultura - Diretoria do Ensino Superior, a Campanha de Formação de Geólogos, com o objetivo de assegurar a existência de pessoal especializado em geologia, em qualidade e quantidade suficiente às necessidades nacionais, nos empreendimentos públicos e privados.

Art. 2º Para consecução desse objetivo, a Campanha (C.A.G.E.) deve, obrigatoriamente:

I - promover o estudo das necessidades do País, no setor da geologia, articulada, ou não, com outros órgãos públicos, paraestatais ou privados;

II - promover a criação e o regular funcionamento de cursos destinados à formação de geólogos;

III - articular, em cooperação com instituições públicas ou privadas, os recursos existentes, para oferecer oportunidades adequadas à formação e à especialização de profissionais, no setor de geologia, ou realizar esse programa, diretamente;

IV - colaborar com programas correlatos, empreendidos por outros órgãos, oficiais ou privados;

V - promover a expansão dos estudos de geologia, em geral.

Art. 3º As atividades da Campanha serão coordenadas por uma Comissão Orientadora, composta de cinco membros, três dos quais designados pelo Ministro da Educação e Cultura.

§ 1º A presidência da Comissão cabe ao Ministro da Educação e Cultura e a secretaria executiva ao Diretor do Ensino Superior, como membros natos.

§ 2º São gratuitas e constituem serviço relevante as atividades dos membros da Comissão.

Art. 4º Compete à Comissão.

a) planificar os objetivos da Campanha e propor ao Ministro a solução dos problemas;

b) orientar, supervisionar e controlar os cursos de formação, de especialização, de extensão e de aplicação, fixando as normas para seu integral funcionamento;

c) propor o contrato de professores e de técnicos para os cursos mantidos diretamente ou por meio de acordos;

d) propor o contrato de pessoal auxiliar necessário;

e) propor o plano de aplicação das verbas e apreciar as contas a serem aprovadas pelo Ministro da

Educação e cultura;

f) apresentar anualmente, até 30 de janeiro, o relatório minucioso das atividades no ano anterior;

g) efetivar a divulgação de trabalhos que interessem os cursos;

h) elaborar a previsão anual da receita e da despesa da Companhia, para servir de base aos planos de aplicação dos recursos que lhe forem destinados;

i) emitir parecer sobre questões que lhe sejam submetidas pelo Ministro de Estado ou pela secretaria executiva.

Art. 5º Os recursos atribuídos à C. A. G. E., dos quais prestará contas, ao tribunal de Contas, por intermédio do Ministério da Educação e Cultura, até sessenta (60) dias após o encerramento de cada exercício, serão depositados no Banco do Brasil S.A., em conta de Poderes Públicos, nominalmente aberta à “Companhia de Formação de Geólogos”, dependendo sua movimentação, pelo Ministério da Educação e Cultura, de prévia aprovação, pelo Presidente da República, do respectivo plano de aplicação.

Art. 6º Os casos omissos serão decididos pelo Ministro da Educação e Cultura, ouvida a Comissão de que trata o art. 3º.

Art. 7º Este decreto entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Rio de Janeiro, em 18 de janeiro de 1957; 136º da Independência e 69º da república.

JUSCELINO KUBITSCHKE

Clovis Salgado (BRASIL, 1957)

Em decorrência da Cage, em 1957, os primeiros cinco cursos de graduação em Geologia tiveram início nas seguintes instituições: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), passando, posteriormente, a ter a denominação Engenharia Geológica; Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); Universidade de São Paulo (USP), e Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Em 1958, a Universidade Federal da Bahia (UFBA) lançou seu curso.

De acordo com Bósio (2007), em 5 de janeiro de 1959, dois anos após o início dos cursos, o Conselho Federal de Engenharia e Arquitetura (Confea), denominação da época, considerando as atribuições concedidas no Decreto Lei nº 8.620, de 10 de janeiro de 1946, que dispunha sobre a regulamentação do exercício das profissões de engenheiro, de arquiteto e de agrimensor, regidas pelo Decreto nº 23.569, de 11 de dezembro de 1933, promulgou a Resolução nº 120, publicada no Diário Oficial de 29 de janeiro, avocando para si a responsabilidade pela fiscalização do exercício profissional da Geologia.

Resolução nº 120, de 5 de janeiro de 1959

Regula o exercício da profissão de Engenheiro Geólogo, ou Geólogo, e fixa suas atribuições.

O Conselho Federal de Engenharia e Arquitetura, no uso das atribuições que lhe são conferidas pelo Parágrafo único do Art. 17 e Arts. 35 e 36 do Decreto-lei n. 8.620, de 10 de janeiro de 1946, e

Considerando que se torna necessário regular o exercício da profissão de Engenheiro Geólogo, ou Geólogo, bem como fixar as suas atribuições,

RESOLVE:

Art. 1º - O exercício da profissão de Engenheiro Geólogo, ou de Geólogo, com as atribuições estipuladas nesta Resolução, somente será permitido, de acordo com o que dispõe o Decreto n. 8.620, de 10 de janeiro de 1946:

a) aos profissionais diplomados pelos Cursos de Engenheiros Geólogos, ou Geólogos, das Escolas de Engenharia Federais ou equiparadas;

b) aos profissionais que, sendo diplomados no estrangeiro por escolas de ensino de grau superior, tenham revalidado os seus diplomas no Brasil segundo a legislação em vigor.

Art. 2º - O Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura somente concederá registro profissional a quem apresentar diploma de grau superior registrado no Ministério de Educação e Cultura.

Art. 3º - Ao profissional registrado de acordo com os Arts. 1º e 2º desta Resolução será entregue uma carteira profissional numerada, registrada e visada no Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura, na forma do art. 14 do Decreto número 23.569, de 11 de dezembro de 1933.

Art. 4º - São da competência do Engenheiro Geólogo, ou Geólogo:

a) trabalhos topográficos;

b) levantamentos geológicos e geofísicos;

c) estudos de geologia econômica e pesquisas de riquezas minerais;

d) trabalhos de prospecção e pesquisas para a cubação de jazidas e determinação de seu valor econômico;

e) elaboração de relatórios de que trata o art. 16, item IX, do Código de Minas;

f) assuntos legais, relacionados com a sua especialidade;

g) perícias e arbitramento concernentes às matérias das alíneas anteriores.

Art. 5º - Ressalvado o disposto no Art. 34, do Decreto-lei n. 8.620, de 10 de janeiro de 1946, os servidores públicos que dentro do prazo de 1 (um) ano, improrrogável, contado da data da publicação desta Resolução, provarem perante o Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura, que, posto não satisfaçam as condições do Art. 1º vêm, à data da referida publicação, exercendo cargos ou funções para os quais se exijam conhecimentos especializados de geologia, poderão continuar, exclusivamente, a exercê-los, mas, não poderão ser promovidos nem removidos para outros cargos técnicos.

Art. 6º Os funcionários públicos, não diplomados, a que se refere o Art. 5º desta Resolução, receberão, de acordo com o Art. 2º e seu parágrafo único do Decreto n. 23.569, de 11 de dezembro de 1933, o respectivo Cartão de Autorização.

Art. 7º - A fiscalização do exercício da profissão de Engenheiro Geólogo, ou Geólogo, será exercida pelo

Conselho federal de Engenharia e Arquitetura e pelos Conselhos Regionais.

Art. 8º - Esta Resolução entrará em vigor à data de sua publicação.

Art. 9º - Revogam-se as disposições em contrário.

Rio de Janeiro, 5 de janeiro de 1959.

Adolfo Morales de Los Rios Filho – Presidente

José Hermógenes Tolentino de Carvalho – Secretário (CONFEA, 1959)

Em reação a publicação da Resolução nº 120/1959 pelo Confea, começou um movimento contrário à profissão em determinados setores. Em contrapartida a essa reação contrária, um projeto de lei elaborado no Ministério da Educação e Cultura e apresentado à Presidência da República, em 13 de junho de 1960, com o objetivo de consolidar, de forma definitiva, as atribuições profissionais dos Geólogos, o qual foi acompanhado da seguinte exposição de motivos (BÓLIO, 2007).

EXPOSIÇÃO DE MOTIVOS DO MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

E.M. n. 16-B

Brasília, 13 de junho de 1960.

Excelentíssimo Senhor Presidente da República

Pelo Decreto n. 40.783, de 18 de janeiro de 1957, foi instituído no Ministério da Educação e Cultura, Diretoria de Ensino Superior, a Campanha de Formação de Geólogos (Cage), com o objetivo de assegurar a existência de pessoal especializado em Geologia em qualidade e quantidade suficientes às necessidades nacionais, empreendimentos públicos e particulares.

No dia 1 de abril desse mesmo ano foram, simultaneamente, inaugurados os Cursos de Geologia, que funcionam junto às Universidades de Recife, do Brasil, de São Paulo e do Rio Grande do Sul, todos com duração de quatro anos.

É oportuno recordar que no fim do corrente ano serão diplomadas as primeiras turmas de geólogos. Assim sendo, torna-se imperioso regulamentar a profissão de geólogo no Brasil, de que a legislação vigente não cogita.

Em vista do exposto, tenho a honra de submeter à elevada consideração de Vossa Excelência anteprojeto de lei com esse objetivo.

Aproveito o ensejo para apresentar a Vossa Excelência os protestos de meu profundo respeito.

Clóvis Salgado

O presidente Juscelino Kubitschek encaminhou ao Congresso Nacional a proposta de regulamentação da profissão de geólogo por intermédio da Mensagem 189-60, datada de 24 de junho. O projeto recebeu o número 2.028 e foi publicado no Diário do Congresso Nacional (seção I), quinta feira, 7 de julho de 1960, p. 4745 (BÓLIO, 2007).

MENSAGEM 189-60, DO EXECUTIVO

Excelentíssimos Senhores Membros do Congresso Nacional

Nos termos do Art. 67 da Constituição, tenho a honra de transmitir à consideração de Vossas Excelências, acompanhado de Exposição de motivos do Ministro de Estado da Educação e Cultura, o anexo projeto de lei, destinado a regular o exercício da profissão de Geólogo no país.

Brasília, 24 de junho de 1960.

Juscelino Kubitschek

O projeto nº 2.028/1960 foi aprovado, sem emendas, pelo Congresso Nacional, e sancionado, pelo presidente João Goulart, em 23 de junho de 1962, tornando-se a Lei nº 4.076, publicada no D.O.U. de 27 de junho de 1962, Seção I, Parte I, p. 7.022

Lei nº 4.076, de 23 de junho de 1962.

Regula o exercício da profissão de geólogo.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA, faço saber que o CONGRESSO NACIONAL decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º O exercício da profissão de geólogo será somente permitido:

- a) aos portadores de diploma de Geólogo, expedido por curso oficial;
- b) aos portadores de diploma de Geólogo ou de Engenheiro Geólogo expedido por estabelecimento estrangeiro de ensino superior, depois de revalidado.

Art. 2º Esta lei não prejudicará, de nenhum modo, os direitos e garantias instituídos pela Lei nº 3.780, de 12 de julho de 1960 para os funcionários que na qualidade de naturalistas, devam ser enquadrados na série de Classes de Geólogo.

Art. 3º O Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura somente concederá registro profissional mediante apresentação de diploma registrado no órgão próprio do Ministério da Educação e Cultura.

Art. 4º A fiscalização do exercício da profissão de geólogo será exercida pelo Conselho Federal de Engenharia e Arquitetura e pelos Conselhos Regionais.

Art. 5º A todo profissional registrado de acordo com a presente lei será entregue uma carteira profissional numerada, registrada e visada no Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura, na forma do art. 14 do Decreto nº 23.569, de 11 de dezembro de 1933.

Art. 6º São da competência do geólogo ou engenheiro geólogo:

- a) trabalhos topográficos e geodésicos;
- b) levantamentos geológicos, geoquímicos e geofísicos;
- c) estudos relativos a ciências da terra;
- d) trabalhos de prospecção e pesquisa para cubação de jazidas e determinação de seu valor econômico;
- e) ensino das ciências geológicas nos estabelecimentos de ensino secundário e superior;

- f) assuntos legais relacionados com suas especialidades;
- g) perícias e arbitramentos referentes às matérias das alíneas anteriores.

Parágrafo único. É também da competência do geólogo ou engenheiro-geólogo o disposto no item IX artigo 16, do Decreto-lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1940 (Código de Minas).

Art. 7º A competência e as garantias atribuídas por esta lei aos geólogos ou engenheiros-geólogos são concedidas sem prejuízo dos direitos e prerrogativas conferidos a outros profissionais da engenharia pela legislação que lhes é específica.

Art. 8º A presente lei entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário. Brasília, 23 de junho de 1962; 141º da Independência e 74º da República.

JOÃO GOULART

Tancredo Neves

Antônio de Oliveira Brito (BRASIL, 1962)

O item IX do art. 16 do Decreto-Lei nº 1985 – Código de Minas – dispõe:

Art. 16. A autorização de pesquisa, que terá por título um decreto, transcrito no livro próprio da D.F.P.M., será conferida nas seguintes condições:

X - Na conclusão dos trabalhos, dentro do prazo da autorização, e sem prejuízo de quaisquer informações pedidas pelo D.N.P.M. no curso deles, o concessionário apresentará um relatório circunstanciado, sob a responsabilidade de profissional legalmente habilitado ao exercício de engenharia de minas, com dados informativos que habilitem o Governo a formar juízo seguro sobre e a reserva mineral da jazida, qualidade do minério e possibilidade de lavra, nomeadamente:

- a) situação, vias de acesso e comunicação;
- b) planta topográfica da área pesquisada, na qual figurem as exposições naturais de minério e as que forem descobertas pela pesquisa;
- c) perfis geológico-estruturais;
- d) descrição detalhada da jazida;
- e) quadro demonstrativo da quantidade e da qualidade do minério;
- f) resultado dos ensaios de beneficiamento;
- g) demonstração da possibilidade de lavra;
- h) no caso de jazidas da classe XI, estudo analítico das águas, do ponto de vista de suas qualidades químicas, físicas e físico-químicas, além das exigências supra referidas que lhes forem aplicáveis (BRASIL, 1940).

De acordo com Bósio (2007), o Art. 6º da Lei nº 4076/1962 é muito semelhante ao Art. 4º da Resolução nº 120/1959, com pequenas diferenças que não desfiguraram as atribuições anteriormente concedidas pelo Confea, o que parece demonstrar que a campanha contra os futuros geólogos não foi suficiente para consolidar a regulamentação da profissão e as atribuições profissionais inerentes a essa categoria. Em 1964, nova tentativa foi feita com o objetivo de retirar do currículo mínimo do curso, adotado em 1961, as disciplinas profissionalizantes, o que acarretaria mutilação na formação e atribuições profissionais. Mais uma vez, a ofensiva foi rechaçada e prevaleceu o currículo então vigente.

O exercício da profissão de geólogo ou engenheiro geólogo somente é permitido, consoante o disposto na Lei nº 4.076/1962, após o registro no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (Crea), antiga denominação, órgão responsável pela fiscalização profissional. No âmbito do Sistema Confea/Crea, regulado pela Lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966, os geólogos ou engenheiros geólogos inserem-se na categoria ou grupo Engenharia. Para efeito de representação no Confea, a Engenharia é subdividida em três modalidades: Civil, Elétrica e Industrial. Esta última engloba os engenheiros mecânicos, metalúrgicos, químicos, de alimentos, de minas e geólogos.

A Lei nº 5.194/1966 define que compete ao Confea “baixar e fazer as resoluções previstas para a regulamentação e execução” da referida e conceder ao profissional devidamente registrado suas atribuições profissionais (BRASIL, 1966a). Como a Lei nº 4.076/1962, jamais foi regulamentada, pelo Poder Executivo ou pelo Confea, aos geólogos ou engenheiros geólogos foram concedidas atribuições não claramente especificadas na citada Lei, em face da formação curricular do profissional, plenamente reconhecida no mercado de trabalho e pelo próprio Conselho Federal (BÓSIO, 2007).

O art. 6º da Lei, nas alíneas “d” e “e”, especificou a competência do geólogo ou engenheiro geólogo, respectivamente, na prospecção de jazidas minerais e no ensino, entretanto, as demais atividades ficaram contempladas, de forma ampla e genérica, nas alíneas “b” e “c”. Ao empregar a palavra “levantamento”, o legislador se referiu ao conjunto de operações para determinar as características geológicas, abrangendo, assim, desde o mapeamento até a execução de sondagens. Da mesma forma, ao mencionar “estudos relativos às ciências da Terra”, concedeu ao geólogo ou engenheiro geólogo atribuições para qualquer estudo, além dos levantamentos, desde que feitos à luz da Geologia (BÓSIO, 2007).

A partir da década de 1970, a aplicação dos estudos geológicos foi largamente ampliada, tornando os geológicos essenciais na captação de água subterrânea, em obras civis, barragens, túneis e estradas e, claro, na exploração de petróleo. Nos últimos decênios, a participação de geólogos ganhou intensidade na proteção e na recuperação do meio ambiente físico e na conservação da geodiversidade. Além dessas atividades, outras, sequer imaginadas na década de 1960, tal como a interpretação geológica de imagens de satélite orbitais ou o uso de geotecnologias nas análises geológicas, tornaram-se corriqueiras para os profissionais da Geologia.

A formação curricular e a comprovada qualificação nas diversas áreas acima citadas levaram o Confea a explicitar algumas atribuições por meio de Decisões Normativas, mormente considerando o art. 7º da Lei nº 4.076/1962, “Art. 7º A competência e as

garantias atribuídas por esta lei aos geólogos ou engenheiros-geólogos são concedidas sem prejuízo dos direitos e prerrogativas conferidos a outros profissionais da engenharia pela legislação que lhes é específica” (BRASIL, 1962). O **Quadro 6.1** relaciona as principais decisões normativas que regulamentam atividades profissionais relacionadas à Geologia.

Quadro 6.1 – Relação de Decisões Normativas do Confea que regulamentam atividades profissionais da Geologia.

DECISÃO NORMATIVA	EMENTA
Decisão Normativa nº 47 , de 16 de dezembro de 1992	Dispõe sobre as atividades de Parcelamento do Solo Urbano, as competências para executá-las e dá outras providências.
Decisão Normativa nº 59 , de 09 de maio de 1997	Dispõe sobre o registro de pessoas jurídicas que atuam nas atividades de planejamento, pesquisa, locação, perfuração, limpeza e manutenção de poços tubulares para captação de água subterrânea e dá outras providências.
Decisão Normativa nº 63 , de 05 de março de 1999	Dispõe sobre responsável técnico de pessoa jurídica que desenvolva atividades de planejamento e/ou execução de obras na área de mecânica de rochas, seus serviços afins e correlatos.
Decisão Normativa nº 71 , de 14 de dezembro de 2001	Define os profissionais competentes para elaboração de projeto e utilização de explosivos para desmonte de rochas e dá outras providências.
Decisão Normativa nº 90 , de 5 de setembro de 2011	Revoga a Decisão Normativa nº 14, de 25 de julho de 1984, e dá outras providências.
Decisão Normativa nº 104 , de 29 de outubro de 2014	Altera o Quadro Anexo da Decisão Normativa nº 47, de 16 de dezembro de 1992, que dispõe sobre as atividades de Parcelamento do Solo Urbano, as competências para executá-las e dá outras providências.

Fonte: Confea (1992, 1997, 1999, 2001, 2011, 2014a)

Com a promulgação da Lei nº 9.394/1996, Diretrizes e Bases da Educação (LDB), novas fronteiras foram abertas. A Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação (CNE) aprovou o Parecer CNE/CES nº 776, de 3 de dezembro de 1997, dispondo sobre a orientação para as diretrizes curriculares dos cursos de graduação, consolidando o entendimento da Câmara, de que as diretrizes têm como objetivo “incentivar uma sólida formação geral, necessária para que o futuro graduado possa vir a superar os desafios de renovadas condições de exercício profissional e de produção de conhecimento, permitindo variados tipos de formação e habilitação diferenciadas em um mesmo programa” (BRASIL, 1997a, p. 3). Dentre os cinco objetivos e metas definidos para as Diretrizes Curriculares Nacionais encontra-se a outorga de (BÓSIO, 2007):

maior autonomia às instituições de ensino superior na definição dos currículos de seus cursos, a partir da explicitação das competências e das habilidades que se deseja desenvolver, através da organização de um modelo pedagógico capaz de adaptar-se à dinâmica das demandas da sociedade, em que o graduado passa a constituir-se numa etapa de formação inicial no processo contínuo da educação permanente

...

duas alternativas complementares se apresentam. Seria possível visualizar a obtenção da licença profissional em função de cursos superiores e de graduação com enfoque profissional. Igualmente, seria admissível imaginar a licença profissional em decorrência de ciclo pós-graduado precedido de graduação em outra área. Na primeira alternativa, a licença advém da graduação. Na segunda, advém da pós-graduação. De toda maneira, a formação superior deveria ser, cada vez mais, entendida como um processo de educação continuada, verticalmente integrada (BRASIL, 1997a).

De acordo com a LDB, as instituições de ensino têm autonomia para definir o currículo do curso de graduação, obedecendo as Diretrizes Curriculares. A extinção dos currículos mínimos, as diretrizes curriculares e a autonomia dada às instituições de ensino na elaboração do programa pedagógico do curso diversificam o oferecimento do saber e propiciam melhores condições para a inserção do diplomado nos setores profissionais. Gozando de maior liberdade na escolha das disciplinas com vistas à integralização do seu currículo, os estudantes poderão dar preferência a núcleos de conhecimentos os mais diversos, correlacionados (ou não) com seu curso de graduação. Os resultados seriam currículos dissímiles para formandos da mesma turma, porém, mais bem adequados às condições regionais, estruturais ou conjunturais (BÓSIO, 2007).

Procurando adequar-se às novas condições impostas pela LDB, o Confea aprovou a Resolução nº 1.010/2005, de 22 de agosto de 2005, que “dispõe sobre a regulamentação da atribuição de títulos profissionais, atividades, competências e caracterização do âmbito de atuação dos profissionais inseridos no Sistema Confea/Crea, para efeito de fiscalização do exercício profissional”, e a Resolução nº 1.073, de 19 de abril de 2016, que “regulamenta a atribuição de títulos, atividades, competências e campos de atuação profissionais aos profissionais registrados no Sistema Confea/Crea para efeito de fiscalização do exercício profissional no âmbito da Engenharia e da Agronomia”.

As novas resoluções adotadas pelo Confea mais recentemente vêm ao encontro das disposições educacionais legais, concedendo ao profissional as atribuições decorrentes rigorosamente de sua formação no nível da graduação ou de pós-graduação, suprimindo o esgotado e retrógrado corporativismo das profissões, elidindo reserva de mercado e valorizando a competência técnica.

6.3 REGULAMENTAÇÃO DE COMPETÊNCIAS E ATRIBUIÇÕES PROFISSIONAIS

A regulamentação do exercício profissional é prevista na Constituição Federal de 1988 estabelece que:

Art. 5º Todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade, nos termos seguintes:

...

XIII - é livre o exercício de qualquer trabalho, ofício ou profissão, atendidas as qualificações profissionais que a lei estabelecer;

No caso dos trabalhos, ofício ou profissão que exigem qualificação profissional, a Constituição Federal de 1988 definiu restrição para seu livre exercício. As restrições de ordem técnica se fundamentam nos possíveis danos que o exercício de determinadas atividades profissionais, sem as devidas competências, pode ocasionar à sociedade, seja de ordem social, econômica ou ambiental.

Para as profissões regulamentadas por lei, a qualificação profissional é dada pela formação em cursos regulares ministrados em instituições de ensino devidamente credenciadas. A LDB estabelece no artigo 53 que:

Art. 53º. No exercício de sua autonomia, são asseguradas às universidades, sem prejuízo de outras, as seguintes atribuições:

I - criar, organizar e extinguir, em sua sede, cursos e programas de educação superior previstos nesta Lei, obedecendo às normas gerais da União e, quando for o caso, do respectivo sistema de ensino;

II - fixar os currículos dos seus cursos e programas, observadas as diretrizes gerais pertinentes (BRASIL, 1996).

Nesse contexto, as universidades têm autonomia para fixar currículos, desde que observadas as diretrizes curriculares pertinentes, que, atualmente, são estabelecidas pelo Conselho Nacional de Educação (CNE), conforme a Lei Federal nº 9.131, de 24 de novembro de 1995, que determina que as qualificações profissionais para profissões regulamentadas por lei são provenientes da formação em cursos regulares e credenciados com base em um projeto pedagógico, que deve seguir as diretrizes curriculares definidas pelo CNE.

Em complemento, existem as leis que regulamentam as profissões e estabelecem as competências e atribuições profissionais, em âmbito geral, assim como a criação dos Conselhos Profissionais. Nesse sentido, o **Quadro 6.2** apresenta uma relação das principais leis federais que regulamentam profissões que possuem interfaces com a Geologia, destacando algumas características relevantes dessas legislações.

Atualmente, o Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (Confea) e os Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia (Creas) são responsáveis pela fiscalização e regulamentação das profissões de engenheiros, engenheiros-agrônomo, geógrafos, geólogos, meteorologistas e tecnólogos.

De acordo com o artigo 7º da Lei Federal nº 5.194/1966, as atividades e atribuições profissionais do engenheiro e do engenheiro-agrônomo consistem em:

- a) desempenho de cargos, funções e comissões em entidades estatais, paraestatais, autárquicas e de economia mista e privada;
- b) planejamento ou projeto, em geral, de regiões, zonas, cidades, obras, estruturas, transportes, explorações de recursos naturais e desenvolvimento da produção industrial e agropecuária;
- c) estudos, projetos, análises, avaliações, vistorias, perícias, pareceres e divulgação técnica;
- d) ensino, pesquisa, experimentação e ensaios;
- e) fiscalização de obras e serviços técnicos;
- f) direção de obras e serviços técnicos;
- g) execução de obras e serviços técnicos;
- h) produção técnica especializada, industrial ou agropecuária.

Parágrafo único - Os engenheiros, arquitetos e engenheiros-agrônomo poderão exercer qualquer outra atividade que, por sua natureza, se inclua no âmbito de suas profissões (BRASIL, 1966a).

É importante destacar o parágrafo único do artigo 7º, que possibilita aos engenheiros e engenheiros-agrônomo o exercício de qualquer outra atividade que esteja no âmbito de suas profissões, podendo obter atribuições com base nas diretrizes curriculares definidas pelo CNE e o respectivo projeto pedagógico do curso.

Já, a Lei Federal nº 4.076/1962, em seu artigo 1º, estabelece que o exercício da profissão de geólogo será somente permitido: “a) aos portadores de diploma de Geólogo, expedido por curso oficial, e b) aos portadores de diploma de Geólogo, ou de Engenheiro Geólogo, expedido por estabelecimento estrangeiro de ensino superior, depois de revalidado” (BRASIL, 1962).

O artigo 6º da referida Lei define as competências do geólogo ou engenheiro geólogo, conforme apresentado anteriormente, sendo que o parágrafo único incorpora o texto do item IX do artigo 16 do Decreto-Lei nº 1.985/1940, como atividades de competência desses profissionais. Nesse contexto, foi incluída, nas atribuições dos geólogos ou engenheiros geólogos, a elaboração de relatório circunstanciado com dados informativos que habilitem o governo a formar juízo seguro sobre a reserva mineral da jazida, qualidade do minério, incluindo resultados dos ensaios de beneficiamento e demonstração da possibilidade de lavra.

Quadro 6.2 – Relação de Leis Federais que regulamentam as profissões de arquiteto, engenheiro, engenheiros-agrônomo, geógrafo, geólogo, meteorologista, tecnólogos e profissionais de nível técnico.

LEI / DECRETO	EMENTA
Lei Federal nº 4.076 , de 23 de junho de 1962	Regula o exercício da profissão de geólogo.
Lei Federal nº 5.194 , de 24 de dezembro de 1966	Regula o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro-Agrônomo, e dá outras providências.
Lei Federal nº 5.524 , de 5 de novembro 1968	Dispõe sobre o exercício da profissão de Técnico Industrial de nível médio.
Lei Federal nº 6.664 , de 26 de junho de 1979	Disciplina a profissão de Geógrafo e dá outras providências. Alterada pela Lei Federal nº 7.399, de 4 de novembro de 1985.
Decreto Federal nº 85.138 , de 15 de setembro de 1980	Regulamenta a Lei nº 6.664, de 26 de junho de 1979, que disciplina a profissão de geógrafo, e dá outras providências.
Lei nº 6.835 , de 14 de outubro de 1980	Dispõe sobre o exercício da profissão de Meteorologista, e dá outras providências.
Lei Federal nº 7.410 , de 27 de novembro de 1985	Dispõe sobre a Especialização de Engenheiros e Arquitetos em Engenharia de Segurança do Trabalho, a Profissão de Técnico de Segurança do Trabalho, e dá outras Providências.
Decreto Federal nº 92.290 , de 10 de janeiro de 1986	Regulamenta a Lei nº 7.399, de 4 novembro de 1985, que altera a redação da Lei nº 6.664, de 26 junho de 1979, que disciplina a profissão de Geógrafo.
Decreto Federal nº 90.922 , de 6 de fevereiro 1985	Regulamenta a Lei nº 5.524/1968, que “dispõe sobre o exercício da profissão de técnico industrial e técnico agrícola de nível médio ou de 2º grau”.
Decreto Federal nº 92.530 , de 9 de abril de 1986	Regulamenta a Lei nº 7.410, de 27 de novembro de 1985, que dispõe sobre a especialização de Engenheiros e Arquitetos em Engenharia de Segurança do Trabalho, a profissão de Técnico de Segurança do Trabalho e dá outras providências.
Decreto Federal nº 4.560 , de 30 de dezembro de 2002	Altera o Decreto Federal nº 90.922, de 6 de fevereiro de 1985, que regulamenta a Lei Federal nº 5.524, de 5 de novembro de 1968, que dispõe sobre o exercício da profissão de Técnico Industrial e Técnico Agrícola de nível médio ou de 2º grau.
Lei Federal nº 12.378 , de 31 de dezembro de 2010	Regulamenta o exercício da Arquitetura e Urbanismo; cria o Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil - CAU/BR e os Conselhos de Arquitetura e Urbanismo dos Estados e do Distrito Federal - CAUs; e dá outras providências.

Fonte: Brasil (1962; 1966a; 1968; 1979; 1980a; 1980b; 1985a; 1985b; 1986a; 1986b; 2002; 2010).

A própria Lei Federal nº 4.076/1962 define que o geólogo ou engenheiro geólogo precisam ter formação na área de lavra, para possibilitar a execução de tais atividades profissionais. Além disso, o item “f” do Artigo 6º estabelece como atribuições “assuntos legais relacionados com suas especialidades”, ou seja, todo e qualquer assunto que esteja definido na legislação e que tenha relação com as suas especialidades, dada pela sua formação curricular, são atribuições do geólogo ou engenheiro geólogo.

Outro aspecto importante a ressaltar é que, de acordo com a Lei Federal nº 4.076/1962, os títulos de geólogo e engenheiro geólogo referem-se a uma única profissão, haja visto que, pelo art. 6º da Lei nº 4.076/1962, as atribuições profissionais são absolutamente as mesmas e, pelo princípio constitucional da isonomia (art. 5º, caput, CF/1988), configura a existência de uma única profissão (CARVALHO, 2014).

Em complemento, o artigo 7º da Lei 4.076/1962 define o geólogo ou engenheiro geólogo como um profissional da engenharia, questão que foi pacificada pela Resolução CONFEA nº 218, de 29 de junho de 1973, que discrimina atividades das diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Essa resolução estabelece, no Artigo 11º, o engenheiro geólogo ou geólogo integrante das modalidades de Engenharia. Essa questão foi confirmada pela Resolução CONFEA nº 359, de 31 de julho de 1991, que dispõe sobre o exercício profissional, o registro e as atividades do Engenheiro de Segurança do Trabalho e dá outras providências, ao estabelecer, em seu parágrafo único do Artigo 1º, que a expressão Engenheiro abrange o universo sujeito à fiscalização do Confea, na qual o geólogo ou engenheiro geólogo está inserido por força da Lei nº 4.076/1962, assim como pelo Artigo 11º da Resolução Confea 218/1973, conforme segue:

Art. 1º - O exercício da especialização de Engenheiro de Segurança do Trabalho é permitido, exclusivamente:

...

Parágrafo único - A expressão Engenheiro é específica e abrange o universo sujeito à fiscalização do CONFEA, compreendido entre os artigos 2º e 22º, inclusive, da Resolução nº 218/73 (CONFEA, 1991). A Resolução Confea nº 1.010/2005 ratifica esse entendimento ao estabelecer no artigo 2º as definições de modalidade e categoria profissional, incluindo o geólogo ou engenheiro geólogo no âmbito das profissões de engenheiro, regulamentadas pela Lei nº 5.194/1966, da seguinte forma:

Art. 2º - Para efeito da fiscalização do exercício das profissões objeto desta Resolução, são adotadas as

seguintes definições

...

VIII - modalidade profissional: conjunto de campos de atuação profissional da Engenharia correspondentes a formações básicas afins, estabelecido em termos genéricos pelo Confea;

IX – categoria (ou grupo) profissional: cada uma das três profissões regulamentadas na Lei nº 5.194 de 1966.

Tanto pelas definições estabelecidas pela Lei Federal nº 4.076/1962, como pelas Resoluções Confea nºs 218/1973, 359/1991 e 1.010/2005, o geólogo ou engenheiro geólogo são termos sinônimos, referindo a uma única profissão com a mesma atribuição profissional, integrante da grande área de Ciências Exatas e da Terra, na área de Geociências, conforme tabela de áreas de conhecimento do Ministério da Educação (MEC), assim como o agrônomo ou engenheiro agrônomo são termos sinônimos, para representar um tipo de engenheiro que está ligado à grande área de Ciências Agrárias, que ainda inclui os engenheiros florestais e engenheiros agrícolas.

O sistema Confea/Crea passou por um período conturbado, devido às sucessivas suspensões da aplicabilidade da Resolução Confea nº 1.010/2005, pelo período de 25 de maio de 2012 até 31 de dezembro de 2015, estabelecidas pelas Resoluções Confea nºs 1.040, de 25 de maio de 2012, 1.051, de 23 de dezembro de 2013, e 1.062, de 29 de dezembro de 2014 (CONFEA, 2014b). O argumento oficial, para essas suspensões consecutivas da Resolução Confea nº 1.010/2005, se baseava na dificuldade de sua operacionalização para concessão de atribuições profissionais para cada profissional, conforme sua formação acadêmica, ao longo de sua carreira, nos diferentes tipos de cursos da educação profissional (cursos de níveis médio/técnico e superior/tecnológico) e superior (sequenciais, graduação e pós-graduação), definidos pela LDB.

A Resolução Confea nº 1.010/2005 foi considerada uma regulamentação moderna, elaborada para tornar a concessão de atribuições profissionais, para as diferentes modalidades abrangidas pelo Sistema Confea/Crea, compatível com as novas regras e conceitos estabelecidos pela LDB, de modo que as atribuições fossem definidas pela formação do profissional, com base nos projetos pedagógicos e nos conteúdos programáticos das disciplinas profissionalizantes cursadas e não somente pelo título profissional, que era o padrão estabelecido pela Resolução Confea nº 218/1973.

Para pacificar essa situação, em 19 de abril de 2016, o plenário do Confea aprovou a Resolução nº 1.073, com a finalidade de ser o novo marco legal para regulamentar a atribuição de títulos, atividades, competências e campos de atuação profissionais aos profissionais registrados no Sistema Confea/Crea, para efeito de fiscalização do exercício profissional no âmbito da Engenharia e da Agronomia.

No artigo 1º dessa resolução fica definida sua aplicação para todas as profissões fiscalizadas pelo Sistema Confea/Crea, incluindo os profissionais formados em Engenharia, Agronomia, Geografia, Geologia e Meteorologia.

Art. 1º - Estabelecer normas para a atribuição de títulos, atividades, competências e campos de atuação profissionais no âmbito das profissões que, por força de legislação federal regulamentadora específica, forem fiscalizadas pelo Sistema Confea/Crea (CONFEA, 2016).

O artigo 2º estabelece os principais conceitos para efeito da fiscalização do exercício das profissões, conforme apresentado no **Quadro 6.3**. Pode-se verificar, pela análise dessas definições, que o projeto pedagógico, o perfil do egresso e a formação profissional são aspectos importantes para estabelecer as atribuições profissionais.

6.4 SISTEMA CONFEA/CREA/MÚTUA

O Sistema de Confea/Crea/Mútua é formado por três principais entidades jurídicas que apresentam regulamentações próprias: o Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (Confea), os Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia (Creas) e a Caixa de Assistência dos Profissionais da Engenharia e Agronomia (Mútua).

O Confea e os Creas foram criados, oficialmente, em 11 de dezembro de 1933, pela promulgação do Decreto Federal nº 23.569, estabelecendo as atribuições iniciais dos Conselhos Federal e Regionais, que foram modificadas, posteriormente, pelas Leis Federais nºs 5.194/1966 e 6.619/1978. Já, a Mútua foi criada em dezembro de 1977, pela promulgação da Lei Federal nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977, e da Resolução Confea nº 252, de 17 de dezembro de 1977.

A seguir, são apresentadas as principais informações sobre o Confea, Crea e Mútua para entendimento de funções, objetivos, atribuições e forma de funcionamento deste sistema profissional.

Quadro 6.3 – Definições de conceitos fundamentais definidos pela Resolução 1.073/2016.

TERMOS	DEFINIÇÕES
Atribuição	Ato geral de consignar direitos e responsabilidades dentro do ordenamento jurídico que rege a sociedade.
Atribuição profissional	Ato específico de consignar direitos e responsabilidades, na defesa da sociedade, para o exercício da profissão de acordo com a formação profissional obtida em cursos regulares, junto ao sistema oficial de ensino brasileiro.
Título profissional	Título constante da Tabela de Títulos do Confea, atribuído pelo Crea ao portador de diploma de conclusão de cursos regulares, expedido por instituições de ensino credenciadas, em conformidade com as diretrizes curriculares, o projeto pedagógico do curso e o perfil de formação profissional, correspondente a um campo de atuação profissional sob a fiscalização do Sistema Confea/Crea.
Atividade profissional	Conjunto de práticas profissionais que visam à aquisição de conhecimentos, capacidades, atitudes, inovação e formas de comportamentos exigidos para o exercício das funções próprias de uma profissão regulamentada.
Campo de atuação profissional	Conjunto de habilidades e conhecimentos adquiridos pelo profissional no decorrer de sua vida laboral em consequência da sua formação profissional obtida em cursos regulares, junto ao sistema oficial de ensino brasileiro.
Formação profissional	Processo de aquisição de habilidades e conhecimentos profissionais, mediante conclusão com aproveitamento e diplomação em curso regular, junto ao sistema oficial de ensino brasileiro, visando ao exercício responsável da profissão.
Competência profissional	Capacidade de utilização de conhecimentos, habilidades e atitudes necessários ao desempenho de atividades em campos profissionais específicos, obedecendo a padrões de qualidade e produtividade.
Modalidade profissional	Conjunto de campos de atuação profissional da Engenharia correspondentes a formações básicas afins, estabelecido em termos genéricos pelo Confea.
Categoria (ou grupo) profissional	Cada uma das duas profissões regulamentadas na Lei nº 5.194 de 1966.
Curso regular	Curso técnico ou de graduação ou de bacharelado reconhecido pelo sistema oficial de ensino brasileiro, curso de especialização oficialmente autorizado e credenciado pelo sistema oficial de ensino brasileiro e curso de pós-graduação lato sensu e stricto sensu considerado válido, em consonância com as disposições legais que disciplinam o sistema oficial de ensino brasileiro.
Suplementação curricular	Conjunto de componentes curriculares integrantes de cursos de formação ou de graduação regulares, em consonância com as disposições legais que disciplinam o sistema oficial de ensino brasileiro

6.4.1 Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (Confea)

O Confea é uma autarquia federal, que possui orçamento próprio proveniente, principalmente, de 15% da arrecadação realizada pelos Creas, com anuidades cobradas de profissionais e pessoas jurídicas, taxas de expedição de carteiras profissionais e de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), emolumentos sobre registro, vistos e a emissão de outros documentos, e multas aplicadas em consonância com as Leis Federais nºs 5.194/1966 e 6.496/1977.

O Confea é a instância superior no julgamento de processos relativos à fiscalização do exercício profissional da Engenharia e Agronomia, possuindo, atualmente, as seguintes atribuições:

- a) organizar o seu regimento interno e estabelecer normas gerais para os regimentos dos Conselhos Regionais;
- b) homologar os regimentos internos organizados pelos Conselhos Regionais;
- c) examinar e decidir em última instância os assuntos relativos ao exercício das profissões de Engenharia e Agronomia, podendo anular qualquer ato que não estiver de acordo com a Lei Federal nº 5.194/1966;
- d) tomar conhecimento e dirimir quaisquer dúvidas suscitadas nos Conselhos Regionais;
- e) julgar em última instância os recursos sobre registros, decisões e penalidades impostas pelos Conselhos Regionais;
- f) baixar e fazer publicar as resoluções previstas para regulamentação e execução da Lei Federal nº 5.194/1966, e, ouvidos os Conselhos Regionais, resolver os casos omissos;
- g) relacionar os cargos e funções dos serviços estatais, paraestatais, autárquicos e de economia mista, para cujo exercício seja necessário o título de engenheiro ou engenheiro-agrônomo;
- h) incorporar ao seu balancete de receita e despesa os dos Conselhos Regionais;
- i) enviar aos Conselhos Regionais cópia do expediente encaminhado ao Tribunal de Contas, até 30 (trinta) dias após a remessa;
- j) publicar anualmente a relação de títulos, cursos e escolas de ensino superior, assim como, periodicamente, relação de profissionais habilitados;
- k) fixar, ouvido o respectivo Conselho Regional, as condições para que as entidades de classe da região tenham nele direito à representação;
- l) promover, pelo menos uma vez por ano, as reuniões de representantes dos Conselhos Federal e Regionais previstas no Artigo 53º da Lei Federal nº 5.194/1966;
- m) examinar e aprovar a proporção das representações dos grupos profissionais nos Conselhos Regionais;
- n) julgar, em grau de recurso, as infrações do Código de Ética Profissional do engenheiro e engenheiro-

- agrônomo, elaborados pelas entidades de classe;
- o) aprovar ou não as propostas de criação de novos Conselhos Regionais;
- p) fixar e alterar as anuidades, emolumentos e taxas a pagar pelos profissionais e pessoas jurídicas referidos no Artigo 63º da Lei Federal no 5.194/1966;
- q) autorizar o presidente a adquirir, onerar ou, mediante licitação, alienar bens imóveis (a redação do item “q” é dada pela Lei Federal nº 6.619/1978) (BRASIL, 1966a).

O Conselho Federal é constituído por 18 membros, brasileiros, diplomados em Engenharia ou Agronomia, distribuídos em representantes profissionais dos grupos Engenharia (das diferentes modalidades) e da Agronomia. Pela necessidade de haver uma representação realmente federativa no Conselho Federal, com representantes de cada estado e distrito federal, atualmente está sendo discutida, no Congresso Nacional, proposta de alteração das Leis Federais nºs 5.194/1966 e 8.195/1991, com relação à composição do plenário do Confea.

O Presidente do Confea é eleito pelo voto direto e secreto dos profissionais registrados e em dia com suas obrigações, sendo seu mandato de três anos, assim como dos Conselheiros Federais. O vice-presidente do Confea é escolhido a cada ano pelo Presidente, dentre os Conselheiros Federais.

6.4.2 Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia (Creas)

Atualmente, cada Estado e o Distrito Federal possuem seu Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (Crea), com regimentos e orçamentos próprios, proveniente da arrecadação de anuidades cobradas de profissionais e pessoas jurídicas; taxas de expedição de carteiras profissionais e documentos diversos; emolumentos sobre registros, vistos e outros procedimentos; quatro quintos da arrecadação da taxa da ART; multas aplicadas, doações, legados, juros e receitas patrimoniais; subvenções, e outros rendimentos eventuais.

As atribuições dos Creas são:

- a) elaborar e alterar seu regimento interno, submetendo-o à homologação do Conselho Federal;
- b) criar as Câmaras especializadas atendendo às condições de maior eficiência da fiscalização estabelecida na Lei Federal nº 5.194/1966;
- c) examinar reclamações e representações acerca de registros;
- d) julgar e decidir, em grau de recurso, os processos de infração à Lei Federal nº 5.194/1966 e ao Código de Ética, enviados pelas Câmaras Especializadas;
- e) julgar, em grau de recurso, os processos de imposição de penalidades e multas;
- f) organizar o sistema de fiscalização do exercício das profissões reguladas pela Lei Federal nº 5.194/1966;
- g) publicar relatórios de seus trabalhos e relações dos profissionais e firmas registrados;
- h) examinar os requerimentos e processos de registro em geral, expedindo as carteiras profissionais ou documentos de registro;
- i) sugerir ao Conselho Federal medidas necessárias à regularidade dos serviços e à fiscalização do exercício das profissões reguladas na Lei Federal nº 5.194/1966;
- j) agir, com a colaboração das sociedades de classe e das escolas ou faculdades de engenharia e agronomia, nos assuntos relacionados com a Lei Federal nº 5.194/1966;
- k) cumprir e fazer cumprir a Lei Federal nº 5.194/1966, as resoluções baixadas pelo Conselho Federal, bem como expedir atos que para isso julguem necessários;
- l) criar inspetorias e nomear inspetores especiais para maior eficiência da fiscalização;
- m) deliberar sobre assuntos de interesse geral e administrativos e sobre os casos comuns a duas ou mais especializações profissionais;
- n) julgar, decidir ou dirimir as questões da atribuição ou competência das Câmaras Especializadas referidas no artigo 45 da Lei Federal nº 5.194/1966, quando não possuir o Conselho Regional número suficiente de profissionais do mesmo grupo para constituir a respectiva Câmara, como estabelece o artigo 48 da referida Lei;
- o) organizar, disciplinar e manter atualizado o registro dos profissionais e pessoas jurídicas que, nos termos da Lei Federal nº 5.194/1966, se inscrevem para exercer atividades de engenharia ou agronomia, na Região;
- p) organizar e manter atualizado o registro das entidades de classe referidas no artigo 62 da Lei Federal nº 5.194/1966 e das escolas e faculdades que, de acordo com a referida Lei, devam participar da eleição de representantes destinada a compor o Conselho Regional e o Conselho Federal;
- q) organizar, regulamentar e manter o registro de projetos e planos a que se refere o artigo 23 da Lei Federal nº 5.194/1966;
- r) registrar as tabelas básicas de honorários profissionais elaboradas pelos órgãos de classe;
- s) autorizar o presidente a adquirir, onerar ou, mediante licitação, alienar bens imóveis (BRASIL, 1966a).

Os Creas são constituídos por brasileiros diplomados em curso superior, legalmente habilitados de acordo com Lei Federal nº 5.194/1966, composto por um representante de cada escola ou faculdade de Engenharia e Agronomia, e representantes das entidades de classe das profissões abrangidas pelo Sistema Confea/Crea, devidamente registradas no Estado ou Distrito Federal, todos possuindo um suplente e com mandato de três anos. Cada entidade de classe tem direito a, pelo menos, um conselheiro, com representação proporcional à categoria profissional.

Os presidentes dos Creas também são eleitos por voto direto e secreto dos profissionais registrados e em dia com suas obrigações, com mandato de três anos. A função dos presidentes do Confea e Creas e dos conselheiros federais e regionais é honorífica.

Ressalta-se que os representantes das escolas e faculdades, e seus respectivos suplentes são indicados por suas congregações e os representantes das entidades de classe são eleitos em conformidade com seus Estatutos.

O Crea é organizado em Câmaras Especializadas, de acordo com a modalidade profissional, sendo encarregadas de julgar e decidir os assuntos de fiscalização pertinentes às respectivas especializações profissionais e infrações ao Código de Ética. Nesse sentido, as Câmaras Especializadas têm as seguintes atribuições:

- a) julgar os casos de infração à Lei Federal nº 5.194/1966, no âmbito de sua competência profissional específica;
- b) julgar as infrações do Código de Ética;
- c) aplicar as penalidades e multas previstas;
- d) apreciar e julgar os pedidos de registro de profissionais, das firmas, das entidades de direito público, das entidades de classe e das escolas ou faculdades do Estado ou Distrito Federal;
- e) elaborar as normas para a fiscalização das respectivas especializações profissionais;
- f) opinar sobre os assuntos de interesse comum de duas ou mais especializações profissionais, encaminhando-os ao Conselho Regional (BRASIL, 1966a).

6.4.3 Caixa de Assistência dos Profissionais dos Creas (Mútua)

O Confea foi autorizado a criar a Mútua Caixa de Assistência dos Profissionais da Engenharia e Agronomia registrados nos Creas, pela Lei Federal nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977, estabelecendo critérios gerais para sua organização e funcionamento. A Resolução Confea nº 252, de 17 de dezembro de 1977, criou oficialmente a Mútua.

A Mútua é uma sociedade civil sem fins lucrativos, vinculada diretamente ao Confea, com personalidade jurídica e patrimônio próprios, com sede em Brasília e representações junto aos Creas nos Estados e Distrito Federal.

O orçamento é constituído por um quinto da taxa da ART, pela contribuição dos associados, doações, legados e quaisquer valores adventícios, bem como outras fontes de renda eventualmente instituídas em lei, e outros rendimentos patrimoniais.

Seu objetivo principal é oferecer a seus associados planos de benefícios sociais, previdenciários e assistenciais, de acordo com sua disponibilidade financeira, respeitando o seu equilíbrio econômico-financeiro, conforme estabelece a Lei Federal nº 6.496/1977:

- ...
- auxílios pecuniários, temporários e reembolsáveis, aos associados comprovadamente necessitados, por falta eventual de trabalho ou invalidez ocasional;
 - pecúlio aos cônjuges supérstites e filhos menores associados;
 - bolsas de estudo aos filhos de associados carentes de recursos ou a candidatos a escolas de Engenharia ou de Agronomia, nas mesmas condições de carência;
 - assistência médica, hospitalar e dentária, aos associados e seus dependentes, sem caráter obrigatório, desde que reembolsável, ainda que parcialmente;
 - facilidade na aquisição, por parte dos inscritos, de equipamentos e livros úteis ou necessários ao desempenho de suas atividades profissionais;
 - auxílio funeral (BRASIL, 1977).
- A Mútua pode, ainda, financiar, exclusivamente para seus associados, planos de férias no país e/ou de seguros de vida, acidentes ou outros, mediante contratação, e manter serviços de colocação de mão-de-obra de profissionais associados.

6.5 DIREITOS E DEVERES DOS PROFISSIONAIS

Os principais direitos e deveres dos profissionais da Engenharia e Agronomia são estabelecidos por Leis e Decretos Federais, e Resoluções, Decisões e Atos Normativos promulgados pelo Confea. Anteriormente, no presente capítulo, foram apresentados os direitos relacionados às competências e atribuições profissionais definidas na legislação. A seguir, são apresentados outros direitos e deveres dos profissionais, especialmente, aqueles relacionados ao registro profissional, Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), Certidão de Acervo Técnico (CAT), Livro de Ordem e o salário mínimo profissional.

6.5.1 Registro Profissional

O dever principal e inicial de um profissional formado com título de engenheiro, engenheiro-agrônomo, geógrafo, geólogo ou engenheiro geólogo, meteorologista é realizar o seu registro junto ao Crea, para poder executar as atividades profissionais que possui competência e atribuição, definidas por legislação e obtidas ao longo de sua formação acadêmica.

O registro inicial deve ser feito na jurisdição do Estado ou do Distrito Federal, onde realizou seu curso, recebendo uma carteira profissional, contendo seu número de registro nacional e regional, a natureza do título e especializações que, porventura, tenha realizado. Atualmente, a Resolução Confea nº 1.007, de 5 de dezembro de 2003, que dispõe sobre o registro de profissionais, aprova os modelos e os critérios para expedição de Carteira de Identidade Profissional e dá outras providências (CONFEA, 2003a). Nova

redação dos artigos 11, 15 e 19 foi dada pela Resolução Confea nº 1.016, de 25 de agosto de 2006, e com revogação dos artigos 23, 24, 25, 28 e 52, e os anexos II e III pela Resolução Confea nº 1.059, de 28 de outubro de 2014, que foi alterada pela Resolução Confea nº 1.063, de 16 de março de 2015 (CONFEA, 2015a).

O requerimento de registro devidamente instruído será encaminhado à Câmara Especializada competente, para sua apreciação e aprovação, que atribuirá o título, as atividades e as competências profissionais em função da análise da qualificação acadêmica do portador de diploma ou certificado, de acordo com os procedimentos e os critérios estabelecidos em legislação ou resolução específica. O profissional receberá Carteira de Identidade Provisória, no caso de o registro de diploma estar em processamento no órgão competente do sistema de ensino (CONFEA, 2014c).

O profissional é obrigado a requerer visto para atuar em unidade federativa distinta de seu registro inicial, devendo seguir os procedimentos estabelecidos pelas resoluções citadas anteriormente.

O profissional deverá pagar anuidade ao Crea ao qual está registrado, ou que tenha visto, até o dia 31 de março do ano.

6.5.2 Anotação de Responsabilidade Técnica (ART)

Além da anuidade, há a necessidade de recolhimento de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), para desenvolvimento de qualquer tipo de atividade profissional, conforme previsto e estabelecido pela Lei Federal nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977, da seguinte forma:

Art. 1º - Todo contrato, escrito ou verbal, para a execução de obras ou prestação de quaisquer serviços profissionais referentes à Engenharia e à Agronomia fica sujeito à “Anotação de Responsabilidade Técnica” (ART).

Art. 2º- A ART define para os efeitos legais os responsáveis técnicos pelo empreendimento de engenharia e agronomia.

§ 1º- A ART será efetuada pelo profissional ou pela empresa no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (Crea), de acordo com Resolução própria do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (Confea) (BRASIL, 1977).

A Resolução Confea nº 1.025, de 30 de outubro de 2009, que dispõe sobre a Anotação de Responsabilidade Técnica e o Acerto Técnico Profissional, e dá outras providências, estabelece os procedimentos necessários a registro, baixa, cancelamento e anulação da ART.

A ART é documento oficial, que tem por objetivo principal registrar o vínculo contratual entre o profissional e seu contratante, sendo uma garantia e um direito legal para ambas as partes. O **Quadro 6.4** apresenta as definições, critérios e procedimentos para registro de ARTs, conforme a Resolução Confea nº 1.025/2009.

O registro da ART é efetivado após seu cadastro no sistema eletrônico do respectivo Crea onde for exercida a atividade e o recolhimento do valor correspondente, sendo que o início da atividade profissional, sem recolhimento do valor da ART, ensejará as sanções legais cabíveis, e uma cópia da ART deverá ser mantida no local da obra ou do serviço, para fins de fiscalização, conforme estabelece a Resolução Confea nº 1.025/2009. A mesma resolução dispõe ainda que:

Art. 12. Para efeito desta resolução, todas as ARTs referentes a determinado empreendimento, registradas pelos profissionais em função de execução de outras atividades técnicas citadas no contrato inicial, aditivo contratual, substituição de responsável técnico ou contratação ou subcontratação de outros serviços, devem ser vinculadas à ART inicialmente registrada, com o objetivo de identificar a rede de responsabilidades técnicas da obra ou serviço (CONFEA, 2009a).

A Resolução Confea nº 1.025/2009 estabelece obrigatoriedade da baixa da ART nos seguintes casos:

- conclusão da obra ou serviço, quando do término das atividades técnicas descritas na ART; ou
- interrupção da obra ou serviço, quando da não conclusão das atividades técnicas descritas na ART, de acordo com os seguintes casos: a) rescisão contratual; b) substituição do responsável técnico; ou c) paralisação da obra e serviço

A referida Resolução define, ainda, que a participação do profissional em determinada atividade somente será considerada concluída após a baixa da ART correspondente, contudo, a baixa não exime o profissional ou a pessoa jurídica contratada das responsabilidades administrativa, civil ou penal das atividades técnicas prestadas. Portanto, é obrigatória a baixa da ART, quando do término da atividade técnica desenvolvida. A baixa de ART também pode ser requerida ao Crea pelo contratante ou pela pessoa jurídica contratada, comprovando a inércia do profissional em requerê-la.

O cancelamento da ART é previsto quando nenhuma das atividades técnicas descritas na ART foram executadas ou o contrato não for executado. O cancelamento deve ser requerido ao Crea pelo profissional, pela pessoa jurídica contratada ou pelo contratante, e ser instruído com o motivo da solicitação. Já, a nulidade da ART é prevista quando:

Quadro 6.4 – Definições, critérios e procedimentos para registro de ARTs, conforme Resolução Confea no 1.025/2009.

CLASSIFICAÇÃO	DEFINIÇÃO
Quanto à tipificação da ART	<ul style="list-style-type: none"> • cargo ou função: que deve ser preenchida e registrada pelos profissionais, que possuam vínculo de profissional em pessoa jurídica de direito público ou privado, para o desempenho de cargo ou função técnica que envolva atividades para as quais sejam necessários habilitação legal e conhecimentos técnicos nas profissões abrangidas pelo Sistema Confea/Crea. • obra ou serviço: que deve ser preenchida e registrada pelos responsáveis técnicos pela execução de qualquer tipo de obras ou prestação de serviços relativos às profissões abrangidas pelo Sistema Confea/Crea, que deve ser registrada no Crea em cuja circunscrição for exercida a respectiva atividade. • obra ou serviço de rotina: denominada de ART múltipla, deve ser preenchida no caso de vários contratos referentes à execução de obras ou prestação de serviços em determinado período. A atividade técnica relacionada à obra ou ao serviço de rotina pode ser caracterizada como aquela que é executada em grande quantidade ou de forma repetitiva e continuada.
Quanto à forma de registro	<ul style="list-style-type: none"> • ART inicial: registrada inicialmente na execução de qualquer obra ou serviço e cargo ou função • ART complementar: anotação de responsabilidade técnica do mesmo profissional que, vinculada a uma ART inicial, complementa os dados anotados nos seguintes casos: a) for realizada alteração contratual que ampliar o objeto, o valor do contrato ou a atividade técnica contratada, ou prorrogar o prazo de execução; ou, b) houver a necessidade de detalhar as atividades técnicas, desde que não impliquem a modificação da caracterização do objeto ou da atividade técnica contratada. • ART de substituição: anotação de responsabilidade técnica do mesmo profissional que, vinculada a uma ART inicial, substitui os dados anotados nos casos em que: a) houver a necessidade de corrigir dados que impliquem a modificação da caracterização do objeto ou da atividade técnica contratada; ou, b) houver a necessidade de corrigir erro de preenchimento de ART.
Quanto à participação técnica	<ul style="list-style-type: none"> • ART individual: indica que a atividade, objeto do contrato, é desenvolvida por um único profissional; • ART de coautoria: indica que uma atividade técnica caracterizada como intelectual, objeto de contrato único, é desenvolvida em conjunto por mais de um profissional de mesma competência; • ART de corresponsabilidade: indica que uma atividade técnica caracterizada como executiva, objeto de contrato único, é desenvolvida em conjunto por mais de um profissional de mesma competência; e • ART de equipe: que indica que diversas atividades complementares, objetos de contrato único, são desenvolvidas em conjunto por mais de um profissional com competências diferenciadas.

- for verificada lacuna no preenchimento, erro ou inexatidão insanáveis de qualquer dado da ART;
- for verificada incompatibilidade entre as atividades desenvolvidas e as atribuições profissionais do responsável técnico à época do registro da ART;
- for verificado que o profissional emprestou seu nome a pessoas físicas ou jurídicas sem sua real participação nas atividades técnicas descritas na ART, após decisão transitada em julgado;
- for caracterizada outra forma de exercício ilegal da profissão;
- for caracterizada a apropriação de atividade técnica desenvolvida por outro profissional habilitado; ou
- for indeferido o requerimento de regularização da obra ou serviço a ela relacionado (CONFEA, 2009a).

A ART de execução de obra ou prestação de serviço deve ser registrada antes do início da respectiva atividade técnica, de acordo com as informações constantes do contrato firmado entre as partes, sendo que em obras públicas, a ART pode ser registrada em até dez dias após a liberação da ordem de serviço ou após a assinatura do contrato ou de documento equivalente, desde que não esteja caracterizado o início da atividade. Já a ART de desempenho de cargo ou função, deve ser registrada após assinatura do contrato ou publicação do ato administrativo de nomeação ou designação, de acordo com as informações constantes do documento comprobatório de vínculo do profissional com a pessoa jurídica. Somente a alteração do cargo, da função ou da circunscrição onde for exercida a atividade obriga ao registro de nova ART (CONFEA, 2009a).

A ART de coautoria ou a corresponsabilidade por atividade técnica, bem como o trabalho em equipe para execução de obra ou prestação de serviço, deve ser registrada vinculada à ART principal, primeiramente registrada. Quando há subcontratação ou a subempreitada, de parte ou da totalidade da obra ou do serviço, deve-se proceder da seguinte forma:

- o profissional da pessoa jurídica inicialmente contratada deve registrar ART de gestão, direção, supervisão ou coordenação do serviço subcontratado, conforme o caso, e
- o profissional da pessoa jurídica subcontratada deve registrar ART de obra ou serviço relativa à atividade que lhe foi subcontratada, vinculada à ART de gestão, supervisão, direção ou coordenação do contratante (CONFEA, 2009a).

Caso haja a substituição, em qualquer momento, de um ou mais responsáveis técnicos, deve ser registrada nova ART. O cadastro da ART deve ser feito sempre pelo profissional contratado, assim como o recolhimento do valor cobrado pelo Crea, a não ser quando o responsável técnico desenvolver atividades técnicas em nome da pessoa jurídica com a qual mantenha vínculo ou quando se refere

à ART de desempenho de cargo ou função. Nesses casos, o recolhimento do valor deve ser realizado pela pessoa jurídica.

Se o profissional não quiser registrar diversas ARTs específicas, quando executa obras ou serviços de rotina, pode anotar a responsabilidade por meio da ART múltipla, que relacionará, de forma unificada, as atividades técnicas. A ART múltipla deve relacionar as atividades referentes às obras e aos serviços de rotina contratados ou desenvolvidos no mês calendário, devendo a mesma ser registrada até o décimo dia útil do mês subsequente à execução da obra ou prestação do serviço de rotina. É vedado o registro de atividade que tenha sido concluída em data anterior ou iniciada posteriormente ao período do mês de referência ao qual corresponde a ART múltipla (CONFEA, 2009a).

Quando a execução de obras ou prestação de serviços abranger mais de uma circunscrição de Creas, a ART pode ser registrada, conforme os seguintes critérios:

- a ART, referente à execução de obras ou à prestação serviços que abrangem mais de uma unidade da federação, pode ser registrada em qualquer dos Creas onde for realizada a atividade;
- a ART referente à prestação de serviço cujo objeto encontra-se em outra unidade da federação pode ser registrada no Crea desta circunscrição ou no Crea onde for realizada a atividade profissional; ou,
- a ART referente à execução de obras ou à prestação de serviços executados remotamente a partir de um centro de operações deve ser registrada no Crea em cuja circunscrição se localizar o centro de operações (CONFEA, 2009a).

O registro da ART de cargo ou função de profissional, integrante do quadro técnico da pessoa jurídica, não exime o registro de ART de execução de obra ou prestação de serviço – específica ou múltipla (CONFEA, 2009a).

A ART de cargo ou função somente será efetivamente registrada após a apresentação no Crea da comprovação do vínculo contratual. O vínculo entre o profissional e a pessoa jurídica pode ser comprovado por meio de contrato de trabalho anotado na Carteira de Trabalho e Previdência Social – CTPS, contrato de prestação de serviço, livro ou ficha de registro de empregado, contrato social, ata de assembleia ou ato administrativo de nomeação ou designação, onde constem a indicação do cargo ou função técnica, o início e a descrição das atividades a serem desenvolvidas pelo profissional (CONFEA, 2009a).

6.5.3 Certidão de Acervo Técnico (CAT)

A Certidão de Acervo Técnico – CAT é o instrumento, emitido pelo Crea, que certifica, para os efeitos legais, a experiência do profissional no desenvolvimento de determinadas atividades técnicas, a partir da ART, pelas atividades consignadas no acervo técnico do profissional. O acervo técnico é o conjunto das atividades desenvolvidas ao longo da vida do profissional, compatíveis com suas atribuições, e registradas no Crea, por meio de ARTs, servindo de documentação comprobatória da experiência profissional, principalmente, para participação em editais de licitação.

Já, para pessoa jurídica, a capacidade técnico-profissional é representada pelo conjunto dos acervos técnicos dos profissionais integrantes de seu quadro técnico, não sendo emitida CAT em nome de pessoa jurídica.

Os critérios e procedimentos para solicitação e emissão da CAT também são estabelecidos pela Resolução Confea nº 1.025/2009, sendo condições, para sua emissão, que a ART tenha sido baixada no sistema do respectivo Crea e que seja apresentado atestado, assinado por responsável técnico da contratante e integrante do Sistema Confea/Crea, comprovando a execução das atividades, conforme consignadas na ART. O referido atestado é uma declaração fornecida pela contratante da obra ou serviço, pessoa física ou jurídica de direito público ou privado, que atesta a execução de obra ou a prestação de serviço, identificando seus elementos quantitativos e qualitativos, o local e o período de execução, os responsáveis técnicos envolvidos e as atividades técnicas executadas (CONFEA, 2009a).

O profissional, brasileiro ou estrangeiro, registrado no Crea, pode requerer CAT de execução de obra, prestação de serviços ou desempenho de cargo ou função no exterior, desde que tenha sido realizada após sua diplomação em curso técnico de nível médio ou de nível superior nas profissões abrangidas pelo Sistema Confea/Crea, tendo o prazo de um ano para requerer a inclusão dessas atividades, contados a partir da data de registro no Crea ou de sua reativação após entrada no país (CONFEA, 2009a).

6.5.4 Livro de Ordem

A Resolução nº 1.024, de 21 de agosto de 2009, dispõe sobre a obrigatoriedade de adoção do Livro de Ordem de obras e serviços de Engenharia, Agronomia, Geografia, Geologia, Meteorologia e demais profissões vinculadas ao Sistema Confea/Crea. O Livro de Ordem é a memória escrita de todas as atividades relacionadas com a obra ou serviço e servirá de subsídio para:

- comprovar autoria de trabalhos;
- garantir o cumprimento das instruções, tanto técnicas como administrativas;
- dirimir dúvidas sobre a orientação técnica relativa à obra;
- avaliar motivos de eventuais falhas técnicas, gastos imprevistos e acidentes de trabalho, e
- eventual fonte de dados para trabalhos estatísticos (CONFEA, 2009b).

- O Livro de Ordem deve ser preenchido, pelo responsável técnico, com o registro de todas as ocorrências relevantes do empreendimento, incluindo no mínimo os seguintes dados:
- dados do empreendimento, de seu proprietário, do responsável técnico e da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica;
- as datas de início e de previsão da conclusão da obra ou serviço;
- as datas de início e de conclusão de cada etapa programada;
- a posição física do empreendimento no dia de cada visita técnica;
- orientação de execução, mediante a determinação de providências relevantes para o cumprimento dos projetos e especificações;
- nomes de empreiteiras ou subempreiteiras, caracterizando as atividades e seus encargos, com as datas de início e conclusão, e números das ARTs respectivas;
- acidentes e danos materiais ocorridos durante os trabalhos;
- os períodos de interrupção dos trabalhos e seus motivos, quer de caráter financeiro ou meteorológico, quer por falhas em serviços de terceiros não sujeitas à ingerência do responsável técnico;
- as receitas prescritas para cada tipo de cultura nos serviços de Agronomia, e
- outros fatos e observações que, a juízo ou conveniência do responsável técnico pelo empreendimento, devam ser registrados (CONFEA, 2009b).

O destinatário da orientação de execução transmitida pelo responsável técnico deverá assinar o Livro de Ordem, dando assim a sua ciência, sendo um registro e a garantia da efetiva orientação feita pelo responsável técnico aos subordinados, especialmente, na apuração de responsabilidades, em caso de acidentes ou outros incidentes (CONFEA, 2009b).

O uso adequado do Livro de Ordem é uma obrigação do responsável técnico pelo empreendimento, devendo mantê-lo atualizado permanentemente no local da atividade, durante o tempo de duração dos trabalhos. A data de encerramento do Livro de Ordem será a mesma de solicitação da baixa por conclusão do empreendimento, por distrato ou por outro motivo cabível (CONFEA, 2009b).

É importante ressaltar que a ausência do Livro de Ordem no local da obra ou serviço, bem como dos respectivos registros e providências estabelecidas na Resolução Confea nº 1.024/2009, é uma infração, podendo o responsável técnico sofrer sanções definidas pela alínea “c” do artigo 6º da Lei nº 5.194/1966, e do artigo 9º do Código de Ética do profissional do Sistema Confea/Crea, com a aplicação das penalidades previstas nos artigos 72 e 73 da Lei nº 5.194/1966, conforme será discutido adiante.

6.5.5 Salário-Mínimo Profissional

A Lei Federal nº 4.950-A, de 22 de abril de 1966, dispõe sobre a remuneração de profissionais diplomados, em cursos superiores regulares, de Engenharia, Química, Arquitetura, Agronomia e Veterinária, estabelecendo um salário-mínimo como remuneração mínima obrigatória por serviços prestados pelos referidos profissionais.

Para atividades e tarefas com exigência de seis horas diárias de serviço para diplomados em cursos universitários de quatro anos ou mais, é fixado o salário-base mínimo de seis vezes o salário-mínimo vigente no país. Já, para diplomados em cursos universitários com menos de quatro anos, é fixado o valor correspondente a cinco vezes o salário-mínimo vigente no país. Para atividades acima de seis horas diárias, serão acrescidos de 25% as horas excedentes das seis diárias de serviços. No caso de trabalho noturno, serão acrescidos 25% da remuneração do trabalho diurno (BRASIL, 1966b).

A Resolução Confea nº 397, de 11 de agosto de 1995, dispõe sobre a fiscalização do cumprimento do Salário-Mínimo Profissional, sendo de competência do Crea essa fiscalização, que abrange contrato de trabalho que caracteriza vínculo empregatício, aos profissionais de Engenharia, Arquitetura, Agronomia, Geologia, Geografia, Meteorologia e Tecnólogos, com relação a empregos, cargos, funções, atividades e tarefas abrangidos pelo Sistema Confea/Creas.

As pessoas jurídicas que solicitarem registro nos Creas, no ato da solicitação, ficam obrigadas a comprovar o pagamento de Salário-Mínimo Profissional aos profissionais de seu quadro técnico, caso contrário serão notificadas e autuadas. Se o empregador, sócio de empresa empregadora ou responsável pela política salarial da entidade empregadora for profissional do Sistema Confea/Crea, além da autuação da empresa, o mesmo estará sujeito às sanções de ética profissional.

Portanto, é fundamental o profissional não se sujeitar a condições de trabalho que não estejam de acordo com a legislação e, quando isso ocorrer, deve denunciar às instituições competentes, sejam os sindicatos, os Creas e, se for o caso, junto ao Ministério Público. A Lei Federal nº 4.950-A/1966 foi uma grande conquista dos profissionais de nível superior da área de Engenharia, devendo sua aplicação ser respeitada e fiscalizada.

6.6 ÉTICA PROFISSIONAL

O tema ética profissional é abordado em um capítulo específico da Lei nº 5.194/1966, referente às penalidades aplicáveis no seu contexto, abrangendo os artigos 71º a 79º. As penalidades são aplicadas conforme a gravidade da falta, considerando os seguintes casos:

- a) advertência reservada;
- b) censura pública;
- c) multa;
- d) suspensão temporária do exercício profissional;
- e) cancelamento definitivo do registro (BRASIL, 1966a).

O processo de apuração de falta ética é de responsabilidade da Câmara Especializada da modalidade da qual o profissional faz parte, a qual encaminha o processo à Comissão Permanente de Ética Profissional (CPEP) do Crea. A CPEP tem como função instruir o processo e emitir parecer fundamentado para apreciação e deliberação da Câmara Especializada.

Nesse contexto, a Comissão de Ética irá apurar o fato pelo recebimento e análise de denúncias, tomada de depoimentos das partes e acolhimento das provas documentais e testemunhais relacionadas à denúncia, visando instruir o processo, com a finalidade de verificar, apontar e relatar a existência ou não de falta ética, e/ou de nulidade dos atos processuais (CÔNFEA, 2003b).

Ao longo de todo processo, é prevista ampla defesa ao profissional acusado, inclusive por meio de recurso às instâncias superiores da decisão da Câmara Especializada, desde que interposto no prazo de 60 dias, contados da data de notificação da decisão ao profissional (BRASIL, 1966a).

As penas de advertência reservada e de censura pública são aplicáveis aos profissionais que deixarem de cumprir disposições do Código de Ética, tendo em vista a gravidade da falta e nos casos de reincidência, a critério das respectivas Câmaras Especializadas (BRASIL, 1966a).

A suspensão temporária é prevista em casos de nova reincidência do exercício ilegal da profissão nas áreas de atuação da Engenharia ou Agronomia, podendo a suspensão ser aplicada por prazos de seis meses a dois anos pela Câmara Especializada ou dois a cinco anos quando da análise do plenário do respectivo Crea (BRASIL, 1966a).

É importante ressaltar que as penalidades podem até resultar no cancelamento definitivo do registro do profissional, o que o impossibilitaria de atuar nas atividades de sua profissão. O cancelamento definitivo do registro poderá ocorrer por má conduta pública e escândalos praticados pelo profissional, ou pela condenação definitiva por crime considerado infamante (BRASIL, 1966a).

As pessoas físicas não habilitadas a exercer profissões na área de Engenharia ou Agronomia, independentemente da multa estabelecida, estão sujeitas aos processos de contravenções penais.

A Resolução Confea nº 1.002, de 26 de novembro de 2002, dispõe sobre o Código de Ética Profissional da Engenharia, da Agronomia, da Geologia, da Geografia e da Meteorologia e dá outras providências

O Código de Ética é elaborado pelas Entidades de Classe Nacionais no Colégio de Entidades Nacionais (CDEN), conforme previsto nos artigos 27, 34, 45, 46, 71 e 72 da Lei Federal nº 5.194/1966.

Essa resolução estabelece que o Código de Ética é regido pelo “Manual de Procedimentos para a condução de processo de infração ao código de Ética Profissional”, que, periodicamente, é atualizado e revisado, com ampla discussão pela comunidade de profissionais, por meio de consulta pública, podendo receber contribuições de qualquer profissional ou entidade.

O **Quadro 6.5** apresenta os princípios éticos fundamentais do Código de Ética Profissional da Engenharia, da Agronomia, da Geologia, da Geografia e da Meteorologia.

Quadro 6.5 – Princípios éticos fundamentais do Código de Ética Profissional da Engenharia, da Agronomia, da Geologia, da Geografia e da Meteorologia.

PRINCÍPIOS ÉTICOS	
Do objetivo da profissão	“A profissão é bem social da humanidade e o profissional é o agente capaz de exercê-la, tendo como objetivos maiores a preservação e o desenvolvimento harmônico do ser humano, de seu ambiente e de seus valores”.
Da natureza da profissão	“A profissão é bem cultural da humanidade construído permanentemente pelos conhecimentos técnicos e científicos e pela criação artística, manifestando-se pela prática tecnológica, colocado a serviço da melhoria da qualidade de vida do homem”.
Da honradez da profissão	“A profissão é alto título de honra e sua prática exige conduta honesta, digna e cidadã”.
Da eficácia profissional	“A profissão realiza-se pelo cumprimento responsável e competente dos compromissos profissionais, munindo-se de técnicas adequadas, assegurando os resultados propostos e a qualidade satisfatória nos serviços e produtos e observando a segurança nos seus procedimentos”.
Do relacionamento profissional	“A profissão é praticada através do relacionamento honesto, justo e com espírito progressista dos profissionais para com os gestores, ordenadores, destinatários, beneficiários e colaboradores de seus serviços, com igualdade de tratamento entre os profissionais e com lealdade na competição”.
Da intervenção profissional sobre o meio	“A profissão é exercida com base nos preceitos do desenvolvimento sustentável na intervenção sobre os ambientes natural e construído, e na incolumidade das pessoas, de seus bens e de seus valores”.
Da liberdade e segurança profissionais	“A profissão é de livre exercício aos qualificados, sendo a segurança de sua prática de interesse coletivo”.

Fonte: Confea (2014d)

No **Quadro 6.6** e **Quadro 6.7** são apresentados, respectivamente, deveres e direitos, e condutas vedadas definidos no Código de Ética, considerando-se infração ética qualquer ato cometido pelo profissional que descumpra os princípios éticos e os deveres do ofício, que esteja associado a condutas vedadas ou lese direitos reconhecidos de outros profissionais, clientes, funcionários, colaboradores, empregadores, da sociedade e meio ambiente.

Quadro 6.6 – Deveres e direitos definidos no Código de Ética Profissional.

DEVERES E DIREITOS		
DEVERES	Ante o ser humano e a seus valores:	<ul style="list-style-type: none"> a) oferecer seu saber para o bem da humanidade; b) harmonizar os interesses pessoais aos coletivos; c) contribuir para a preservação da incolumidade pública; d) divulgar os conhecimentos científicos, artísticos e tecnológicos inerentes à profissão.
	Ante a profissão	<ul style="list-style-type: none"> a) identificar-se e dedicar-se com zelo à profissão; b) conservar e desenvolver a cultura da profissão; c) preservar o bom conceito e o apreço social da profissão; d) desempenhar sua profissão ou função nos limites de suas atribuições e de sua capacidade pessoal de realização; e) empenhar-se junto aos organismos profissionais para a consolidação da cidadania e da solidariedade profissional, e da coibição das transgressões éticas.
	Nas relações com os clientes, empregadores e colaboradores:	<ul style="list-style-type: none"> a) dispensar tratamento justo a terceiros, observando o princípio da equidade; b) resguardar o sigilo profissional quando do interesse de seu cliente ou empregador, salvo em havendo a obrigação legal da divulgação ou da informação; c) fornecer informação certa, precisa e objetiva em publicidade e propaganda pessoal; d) atuar com imparcialidade e impessoalidade em atos arbitrais e periciais; e) considerar o direito de escolha do destinatário dos serviços, ofertando-lhe, sempre que possível, alternativas viáveis e adequadas às demandas em suas propostas; f) alertar sobre os riscos e responsabilidades relativos às prescrições técnicas e às consequências presumíveis de sua inobservância; g) adequar sua forma de expressão técnica às necessidades do cliente e às normas vigentes aplicáveis.
	Nas relações com os demais profissionais:	<ul style="list-style-type: none"> “a) atuar com lealdade no mercado de trabalho, observando o princípio da igualdade de condições; b) manter-se informado sobre as normas que regulamentam o exercício da profissão; c) preservar e defender os direitos profissionais”.
	Ante o meio:	<ul style="list-style-type: none"> a) orientar o exercício das atividades profissionais pelos preceitos do desenvolvimento sustentável; b) atender, quando da elaboração de projetos, execução de obras ou criação de novos produtos, aos princípios e recomendações de conservação de energia e de minimização dos impactos ambientais; c) considerar em todos os planos, projetos e serviços as diretrizes e disposições concernentes à preservação e ao desenvolvimento dos patrimônios sócio-cultural e ambiental.
DIREITOS	Direitos coletivos universais	<ul style="list-style-type: none"> a) à livre associação e organização em corporações profissionais; b) ao gozo da exclusividade do exercício profissional; c) ao reconhecimento legal; d) à representação institucional.
	Direitos individuais universais	<ul style="list-style-type: none"> a) à liberdade de escolha de especialização; b) à liberdade de escolha de métodos, procedimentos e formas de expressão; c) ao uso do título profissional; d) à exclusividade do ato de ofício a que se dedicar; e) à justa remuneração proporcional à sua capacidade e dedicação e aos graus de complexidade, risco, experiência e especialização requeridos por sua tarefa; f) ao provimento de meios e condições de trabalho dignos, eficazes e seguros; g) à recusa ou interrupção de trabalho, contrato, emprego, função ou tarefa quando julgar incompatível com sua titulação, capacidade ou dignidade pessoais; h) à proteção do seu título, de seus contratos e de seu trabalho; i) à proteção da propriedade intelectual sobre sua criação; j) à competição honesta no mercado de trabalho; k) à liberdade de associar-se a corporações profissionais; l) à propriedade de seu acervo técnico profissional.

Fonte: Confea (2014d)

Quadro 6.7 – Condutas vedadas definidas no Código de Ética Profissional.

CONDUTAS VEDADAS		
CONDUTAS VEDADAS	Ante o ser humano e a seus valores	a) descumprir voluntária e injustificadamente com os deveres do ofício; b) usar de privilégio profissional ou faculdade decorrente de função de forma abusiva, para fins discriminatórios ou para auferir vantagens pessoais; c) prestar de má-fé orientação, proposta, prescrição técnica ou qualquer ato profissional que possa resultar em dano às pessoas ou a seus bens patrimoniais.
	Ante a profissão	a) aceitar trabalho, contrato, emprego, função ou tarefa para os quais não tenha efetiva qualificação; b) utilizar indevida ou abusivamente do privilégio de exclusividade de direito profissional; c) omitir ou ocultar fato de seu conhecimento que transgrida à ética profissional.
	Nas relações com os clientes, empregadores e colaboradores	a) formular proposta de salários inferiores ao mínimo profissional legal; b) apresentar proposta de honorários com valores vis ou extorsivos ou desrespeitando tabelas de honorários mínimos aplicáveis; c) usar de artifícios ou expedientes enganosos para a obtenção de vantagens indevidas, ganhos marginais ou conquista de contratos; d) usar de artifícios ou expedientes enganosos que impeçam o legítimo acesso dos colaboradores às devidas promoções ou ao desenvolvimento profissional; e) descuidar com as medidas de segurança e saúde do trabalho sob sua coordenação; f) suspender serviços contratados, de forma injustificada e sem prévia comunicação; g) impor ritmo de trabalho excessivo ou exercer pressão psicológica ou assédio moral sobre os colaboradores.
	Nas relações com os demais profissionais	a) intervir em trabalho de outro profissional sem a devida autorização de seu titular, salvo no exercício do dever legal; b) referir-se preconceituosamente a outro profissional ou profissão; c) agir discriminatoriamente em detrimento de outro profissional ou profissão; d) atentar contra a liberdade do exercício da profissão ou contra os direitos de outro profissional.
	Ante o meio	a) prestar de má-fé orientação, proposta, prescrição técnica ou qualquer ato profissional que possa resultar em dano ao ambiente natural, à saúde humana ou ao patrimônio cultural.

Fonte: Confea (2014d)

O Quadro 6.8 exibe algumas definições importantes para conhecimento dos profissionais em relação ao Código de Defesa do Consumidor e de Ética Profissional.

Quadro 6.8 – Definições importantes relacionados ao Código de Defesa do Consumidor e de Ética Profissional.

TERMOS	DEFINIÇÕES
Consumidor	Toda pessoa física ou jurídica que adquire ou utiliza produto ou serviço como destinatário final. (art. 2º - Código de Defesa do Consumidor - CDC).
Fornecedor	Toda pessoa física ou jurídica, pública ou privada, nacional ou estrangeira, bem como os entes despersonalizados, que desenvolvem atividade de produção, montagem, criação, construção, transformação, importação, exportação, distribuição ou comercialização de produtos ou prestação serviços (art. 3º CDC).
Produto	É qualquer bem, móvel ou imóvel, material ou imaterial (art. 3º - CDC).
Serviço	É qualquer atividade fornecida no mercado de consumo, mediante remuneração, inclusive as de natureza bancária, financeira, de crédito e securitária, salvo as decorrentes das relações de caráter trabalhista (art. 3º - CDC).
Profissional liberal	<p>É aquele legalmente habilitado a prestação de serviços de natureza técnico-científica de cunho profissional com a liberdade de execução que lhe é assegurada pelos princípios normativos de sua profissão, independentemente de vínculo da prestação de serviço (art. 1º do Estatuto da Confederação Nacional de Profissionais Liberais – CNPL).</p> <p>Profissionais que podem exercer com liberdade e autonomia a sua profissão, decorrente de formação técnica ou superior específica, legalmente reconhecida, formação essa advinda de estudos e de conhecimentos técnicos e científicos, que podem exercer sua profissão com ou sem vínculo empregatício específico, mas sempre regulamentado por organismos fiscalizadores do exercício profissional (Confederação Nacional de Profissionais Liberais – CNPL).</p> <p>Profissionais pertencentes a categorias diferenciadas regidos por estatuto próprio, ou seja, legislação específica, inserindo-se no conceito de profissões regulamentadas (Ministério do Trabalho).</p>
Profissional autônomo	Todo aquele que exerce sua atividade profissional sem vínculo empregatício, por conta própria e assumindo seus próprios riscos. A prestação de serviços é de maneira eventual e não habitual, tais como: taxista, pedreiro, eletricitas, representante comercial, barbeiro, costureiro, motorista etc. (SILVA, 2012).
Profissional assalariado	É aquele profissional cujo contrato é firmado, normalmente, entre ele e uma empresa, havendo subordinação e horário a ser cumprido e cujo objeto é sua prestação de serviços diária (CCEGM, 2007).
Vício	defeito, falha ou erro que tornem o bem de consumo impróprio ou inadequado ao consumo a que se destina ou lhes diminuam o valor, assim como por aqueles decorrentes da disparidade, com as indicações constantes em contrato ou mensagem publicitária, respeitadas as variações decorrentes de sua natureza, podendo o consumidor exigir a substituição das partes viciadas (art. 18º - CDC).
Periculosidade inerente	<p>Produto perigoso pela sua própria natureza, perigo este, que pode ser desconhecido pelo leigo (CCEGM, 2007).</p> <p>Os bens de consumo de periculosidade inerente ou latente trazem um risco intrínseco atado a sua própria qualidade ou modo de funcionamento. Embora se mostre capaz de causar acidentes, a periculosidade dos produtos e serviços, nesses casos, diz-se normal e previsível em decorrência de sua natureza ou fruição, ou seja, está em sintonia com as expectativas legítimas dos consumidores (BENJAMIN; MARQUES; BESSA, 2013).</p>
Periculosidade adquirida	<p>É qualidade de um produto que, normalmente, não oferece qualquer perigo, mas por erro, falha ou omissão assim se torna (CCEGM, 2007).</p> <p>São bens de consumo que, se ausente o vício de qualidade por insegurança que trazem, não manifestam risco superior àquele legitimamente esperado pelo consumidor. A característica principal da periculosidade adquirida é exatamente a sua imprevisibilidade para o consumidor (BENJAMIN; MARQUES; BESSA, 2013).</p>

Continua | Quadro 6.8 – Definições importantes relacionados ao Código de Defesa do Consumidor e de Ética Profissional.

TERMOS	DEFINIÇÕES
Periculosidade presumida	São produtos que contém perigo, melhor dizendo, são perigosos naturalmente, mas que mesmo informado sobre o seu uso adequado, sua capacidade de causar dano não é afastada ou diminuída (CCEGM, 2007). São bens de consumo que a informação adequada aos consumidores não produz maior resultado no alívio de seus riscos, ou seja, os riscos não compensam os benefícios, e por esta razão, não podem, ao menos não deveriam, ser levados ao mercado (BENJAMIN; MARQUES; BESSA, 2013).
Medidas preventivas	São determinações que procuram coibir condutas que resultariam em perigo e dano (CCEGM, 2007).
Medidas repressivas	São determinações que preveem punições a condutas proibidas no sentido de desestimular sua prática (CCEGM, 2007).
Má conduta pública	Aa atuação incorreta, irregular, que atenta contra as normas legais ou que fere a moral quando do exercício profissional (CONFEA, 2017).
Escândalo	Aquilo que, quando do exercício profissional, perturba a sensibilidade do homem comum pelo desprezo às convenções ou à moral vigente, ou causa indignação provocada por um mau exemplo, por má conduta pública ou por ação vergonhosa, leviana, indecente, ou constitui acontecimento imoral ou revoltante que abala a opinião pública (CONFEA, 2017).
Crime infamante	Aquele que acarreta desonra, indignidade e infâmia ao seu autor, ou que repercute negativamente em toda a categoria profissional, atingindo a imagem coletiva dos profissionais do Sistema Confea/Crea (CONFEA, 2017).
Ato ou fato ilícito	São condutas proibidas por lei (CCEGM, 2007).
Sanções de caráter geral	São penas previstas em lei e que se aplicam a qualquer tipo de conduta proibida por lei, se encontram no código Civil e de Processo Civil, Código Penal e Processo Penal - leis ordinárias – leis discutidas pelo Congresso (CCEGM, 2007).
Dolo	Conduta livre e consciente do agente no sentido de cometer um crime, ou contravenção (CCEGM, 2007).
Culpa	Conduta em que o agente não pretende cometer um crime ou prejudicar alguém, mas assume o risco conduzindo-se com negligência, imprudência ou imperícia (CCEGM, 2007).
Negligência	A atuação omissa do profissional ou a falta de observação do seu dever, principalmente aquela relativa à não participação efetiva na autoria do projeto ou na execução do empreendimento (CONFEA, 2017). Ocorre quando o agente se conduz com desatenção, falta de cuidado e de precaução ou inobservância de dever (CCEGM, 2007).
Imprudência	A atuação do profissional que, mesmo podendo prever consequências negativas, pratica ato sem considerar o que acredita ser fonte de erro (CONFEA, 2017). Quando o agente não prevê o resultado quando devia ou podia prevê-lo (CCEGM, 2007).
Imperícia	A atuação do profissional que se incumba de atividades para as quais não possua conhecimento técnico suficiente, mesmo tendo legalmente essas atribuições (CONFEA, 2017). Revela ignorância, inabilidade, ausência de prática e de conhecimentos – é erro próprio dos profissionais ou técnicos (CCEGM, 2007).
Responsabilidade civil	Designa a obrigação de reparar ou ressarcir o dano injustamente causado, independentemente de ter havido participação ou culpa (CCEGM, 2007).

Fonte: Brasil (1990); Confea (2014d); CNPL (1992); Silva (2012); CCEGM (2007); Benjamin; Marques; Bessa (2013); Confea (2017)

A Resolução Confea nº 1.004, de 27 de junho de 2003, estabelece o regulamento e procedimentos para instauração, instrução e julgamento dos processos administrativos e aplicação das penalidades relacionadas à apuração de infração ao Código de Ética Profissional do Sistema Confea/Crea (CONFEA, 2003b). Já, a Resolução Confea nº 1.090, de 3 de maio de 2017, dispõe sobre o

cancelamento de registro profissional por má conduta pública, escândalo ou crime infamante. Ambas as resoluções estabelecem os procedimentos administrativos para condução dos processos éticos no âmbito do sistema.

Na Resolução nº 1.090/2017 são apresentadas as definições terminológicas de má conduta pública, escândalo, crime infamante, imperícia, imprudência e negligência (**Quadro 6.8**). O enquadramento para cancelamento do registro profissional, nestes casos, pode ser por:

- I - incidir em erro técnico grave por negligência, imperícia ou imprudência, causando danos;
- II - manter no exercício da profissão conduta incompatível com a honra, a dignidade e a boa imagem da profissão;
- III - fazer falsa prova de qualquer dos requisitos para o registro no Crea;
- IV - falsificar ou adulterar documento público emitido ou registrado pelo Crea para obter vantagem indevida para si ou para outrem;
- V - usar das prerrogativas de cargo, emprego ou função pública ou privada para obter vantagens indevidas para si ou para outrem;
- VI - ter sido condenado por Tribunal de Contas ou pelo Poder Judiciário por prática de ato de improbidade administrativa enquanto no exercício de emprego, cargo ou função pública ou privada, caso concorra para o ilícito praticado por agente público ou, tendo conhecimento de sua origem ilícita, dele se beneficie no exercício de atividades que exijam conhecimentos de engenharia, de agronomia, de geologia, de geografia ou de meteorologia; e
- VII - ter sido penalizado com duas censuras públicas, em processos transitados em julgado, nos últimos cinco anos (CONFEA, 2017).

A Resolução nº 1.090 prevê, que a partir da data do trânsito em julgado, cinco anos após o julgamento final do processo, o profissional poderá requerer a sua reabilitação no conselho mediante novo registro (CONFEA 2017). As infrações éticas são diferentes dos processos de exercício legal da profissão, caracterizados pela Lei nº 5.194/1966. O exercício ilegal da profissão, caracterizado pela prestação de serviços pela pessoa física ou jurídica não registradas no Conselho Regional ou, ainda, pelo profissional suspenso ou que não tiver atribuições para a atividade executada, está sujeito a multa. O empréstimo do nome a firmas e empresas também é passível de enquadramento dentro do previsto como exercício ilegal da profissão (BRASIL, 1966a).

Tanto nos casos de exercício ilegal da profissão, como nos de infração ética, é fundamental a participação dos profissionais, encaminhando denúncias para o Crea do estado onde está ocorrendo a infração. As denúncias de exercício ilegal podem ser encaminhadas para as ouvidorias dos Creas, via processo nos protocolos na sede ou inspetorias, ou mesmo por documentos encaminhados pelas associações.

No caso de denúncias por infração ética, devem ser protocoladas por escrito e apresentadas por: instituições de ensino vinculadas ao sistema; qualquer cidadão, individual ou coletivamente, mediante requerimento fundamentado; por associações ou entidades de classe, representativas da sociedade ou de profissionais fiscalizados pelo Sistema Confea/Crea; ou pessoas jurídicas titulares de interesses individuais ou coletivos (CONFEA, 2003b). A denúncia deve, obrigatoriamente, conter o nome, assinatura e endereço do denunciante, número do CNPJ – Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas, se pessoa jurídica, CPF – Cadastro de Pessoas Físicas, número do RG – Registro Geral, se pessoa física, além dos elementos ou indícios comprobatórios do fato alegado (CONFEA, 2003b).

Atualmente, a população tem adquirido uma consciência cada vez maior de seus direitos, buscando a justiça e os órgãos competentes de fiscalização, quando se considera lesada. Nas atividades profissionais, a situação não é diferente e muitos processos éticos são abertos para analisar esses casos.

A seguir, são listados alguns exemplos que têm gerado processos de apuração de falta ética:

- **Ausência de contrato formal entre as partes ou contrato omissivo:** um dos principais problemas está relacionado à falta de contrato entre as partes, definindo claramente quais são os serviços e atividades que serão desenvolvidos pelo profissional, assim como o prazo de execução e os valores envolvidos e a forma de pagamento. São problemas que podem ser facilmente evitados, quando o profissional possui uma assessoria jurídica para elaboração de contratos, só que muitos consideram tal assessoria supérflua e desnecessária, mas que pode evitar questionamentos judiciais posteriores. Portanto, é fundamental que o profissional sempre faça contrato específico para cada atividade, serviço ou obra que for desenvolver, especificando de forma clara o escopo do trabalho, prazos de execução e valores cobrados por cada atividade, assim como as condições de pagamento e as sanções em caso de descumprimento do acordado pelas partes;
- **Falta de emissão de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART):** pode levar à infração ética e inclusive a questionamentos na justiça sobre a validade de um projeto de engenharia, como é o caso de projeto de licenciamento ambiental;
- **O “empréstimo” do nome a outros profissionais, pessoas ou clientes:** assinando projetos ou relatórios e emitindo ART, sem efetivamente participar da elaboração ou execução das atividades e serviços profissionais, refere-se a casos extremamente sérios de infração ética e que também podem conduzir a processos na justiça, inclusive ações criminais em casos de acidentes com óbitos (situação também conhecida como “acobertamento”);
- **Imperícia, negligência ou falsidade ideológica:** outros casos sérios de falta ética são aqueles relacionados a erros por imperícia ou negligência em projetos ou execução de obras que ocasionam algum prejuízo ao cliente ou até acidentes fatais, assim como atos de falsidade ideológica e falsificação de documentos, que são extremamente sérios e geram grande repercussão pública, podendo

ser analisados diretamente pela cassação definitiva do registro pelo artigo 75º da Lei nº 5.194/1966, o qual estabelece que “o cancelamento do registro será efetuado por má conduta pública e escândalos praticados pelo profissional ou sua condenação definitiva por crime considerado infamante”, e

- **Execução de serviços fora dos padrões técnicos e legais:** processos de apuração de falta ética por uso indevido de título profissional, pelo exercício de atividades estranhas às atribuições do profissional, falta de colocação de placa com as informações em obras, falta de pagamento de anuidades, falta de preenchimento do Livro de Ordem e modificação de trabalho ou projeto sem consentimento do autor.

6.7 ENTIDADES SINDICAIS E REPRESENTATIVAS DE PROFISSIONAIS

O sistema profissional, como qualquer outro, tem seus erros e acertos, sendo que a atuação e participação dos profissionais é fundamental para que a instituição evolua, e que a sociedade seja atendida cada vez melhor, garantindo o correto exercício profissional, com condutas adequadas e pautadas na sustentabilidade e no compromisso com o desenvolvimento humano e cidadão. Nesta construção os profissionais, as instituições de ensino, as associações, os sindicatos e, também, os estudantes, podem participar de forma democrática do sistema Confea/Crea/Mútua.

As representações, como conselheiro, junto aos Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia (Creas) se dão por meio de entidades de classe representadas por associações ou sindicatos profissionais de âmbito estadual ou por instituições de ensino devidamente registrados no Sistema Confea/Crea.

Conforme já descrito anteriormente, os conselheiros federais são eleitos diretamente pelos profissionais da categoria registrados, e quites, no Crea do Estado da Federação ao qual pertence a vaga de conselheiro naquela eleição. O plenário do Confea é composto por 16 representantes das categorias da Engenharia (modalidades Industrial, Elétrica, Civil) e Agronomia, além de um representante das instituições superiores de Engenharia e outro das de Agronomia.

Os geólogos ou engenheiros geólogos podem disputar a vaga dentro da modalidade Industrial ou, no caso de instituições de ensino, podem disputar como representantes das escolas de Engenharia. No ano de 2019, a Geologia está representada no plenário do Confea por um conselheiro titular e dois conselheiros suplentes. Como a vaga para modalidade Industrial a cada eleição é destinada a um estado diferente, é importante que os geólogos estejam sempre organizados para disputar o pleito ou apoiar um candidato.

A modalidade Industrial reúne profissões de geólogo ou engenheiro geólogo, engenheiro mecânico, engenheiro químico, engenheiro de produção, engenheiro de minas, entre outras. Somente os profissionais da modalidade podem se candidatar à vaga de uma determinada modalidade, mas todos os profissionais da categoria (Engenharia) do estado podem votar em uma eleição. No caso de conselheiros federais eleitos por instituições de ensino, a eleição é indireta, e o colégio eleitoral é formado por representantes indicados por cada uma das instituições de ensino do país que possuam cursos registrados no sistema Confea/Crea. Os representantes são indicados por dois colégios eleitorais distintos, sendo um por representantes da categoria da Engenharia e outro da categoria da Agronomia.

Os geólogos podem também disputar outros cargos por eleições diretas, como presidentes do Confea e do Crea, diretor administrativo ou geral da Mútua. Por eleições indiretas, podem competir para um dos cinco cargos da Mútua Nacional ou para o cargo de diretor financeiro da Mútua Regional.

Um dos principais espaços dentro do sistema Confea/Crea são os plenários e as câmaras especializadas, ambos formados por indicação de conselheiros de associações, sindicatos e instituições de ensino. Para garantir a existência da Câmara Especializada de Geologia e Minas, espaço este onde são julgados processos como os de extensão de atribuição profissional, é de todo conveniente que três conselheiros geólogos, representantes de entidades de classe ou de instituições de ensino.

Para conseguir alcançar este objetivo, é importante que os geólogos conheçam os mecanismos da Resolução Confea nº 1.070, de 15 de dezembro de 2015, que dispõe sobre os procedimentos para registro e revisão de registro das instituições de ensino e das entidades de classe de profissionais nos Creas (CONFEA, 2015b).

Para ter direito a representação a entidade de classe necessita congregar ao menos 30 profissionais com registro no CREA ou com visto no estado em questão, além de comprovar atividades durante, pelo menos, três anos, entre outros requisitos e documentos previstos na resolução citada. As entidades podem congregiar geólogos ou engenheiros geólogos, ou outras profissões abrangidas pelo sistema Confea/Crea (CONFEA, 2015b).

Toda entidade de classe tem direito a pelo menos um representante, conforme a Resolução nº 1.071, de 15 de dezembro de 2015, que dispõe sobre a composição dos plenários e a instituição de câmaras especializadas dos Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia – Creas e dá outras providências, podendo ter um número maior de cadeiras de conselheiro conforme a quantidade de profissionais no estado e seu número de associados (CONFEA, 2015c). Por isso, é importante que todos os profissionais se filiem a entidades de classes regionais.

No caso de instituições de ensino, a Lei nº 5.194/1966 determina que toda faculdade ou instituto tem direito a uma vaga; já, o entendimento atual do Confea, através do artigo 9º da Resolução nº 1071/2015, é que, mesmo no caso de uma universidade possuir mais de duas faculdades ou institutos em uma categoria, a instituição fica limitada a um representante da categoria Engenharia e outra da categoria Agronomia. Desta forma, é necessário que os cursos de Geologia se articulem dentro das instituições de ensino, para

garantirem que a vaga da categoria Engenharia seja ocupada por um geólogo indicado pela congregação da faculdade ou instituto a que o curso de Geologia está vinculado. Tanto as instituições de ensino como as entidades de classe precisam atualizar o registro, anualmente, para garantir, assim, a manutenção do direito à cadeira de conselheiro.

O sistema Confea/Crea também incentiva a participação dos estudantes pelo programa Crea-Jr, criado inicialmente no Crea-MG, em 2001, e, atualmente, existente na maioria dos Creas do Brasil. No programa, são desenvolvidas ações de divulgação, por meio de atividades e palestras, o papel do conselho, as resoluções, os instrumentos de fiscalização profissional, o Código de Ética, além de outros temas relacionados ao exercício profissional. Os estudantes que participam do Crea-Jr não possuem papel decisório nas deliberações do conselho, mas constituí um importante espaço na formação dos discentes, que, após formados, podem atuar com maior efetividade nas entidades de classe e nos espaços do sistema profissional.

Há, ainda, a possibilidade de participação das entidades profissionais nacionais no Colégio de Entidades Nacionais (CDEN), que é um colegiado consultivo, mas com grande importância e influência no Sistema Confea/Crea/Mútua, pois, seu objetivo é bastante amplo e envolve os seguintes aspectos:

- elaborar, realizar, participar, implementar, indicar e primar sobre a política de formação, especialização e atualização dos profissionais;
- atuar no planejamento estratégico do sistema; participar da discussão de temas nacionais de interesse das profissões;
- propor ações de verificação e fiscalização do exercício e atividades das profissões;
- elaborar propostas de resoluções específicas de interesse geral das profissões, assim como atos administrativos, normativos das profissões;
- elaborar e atualizar o Código de Ética Profissional;
- implementar projetos de pesquisas, publicações, campanhas, cursos e eventos em parceria com o CONFEA;
- indicar profissionais à outorga da Medalha do Mérito e inscrição no Livro do Mérito do CONFEA, e
- participar da organização do Congresso Nacional dos Profissionais – CNP.

Atualmente, o CDEN é composto por 20 Entidades Nacionais, credenciadas junto ao Confea, organizadas por área de formação e/ou atuação profissional, representadas por seus Presidentes ou substitutos legais, que são as seguintes:

- Abeag – Associação Brasileira de Engenheiros Agrícolas;
- ABEE - Associação Brasileira de Engenheiros Eletricistas;
- Abenc - Associação Brasileira de Engenheiros Civis;
- Abenge - Associação Brasileira de Ensino de Engenharia;
- Abrepro – Associação Brasileira de Engenharia de Produção;
- Abes - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental;
- Abeq - Associação Brasileira de Engenharia Química;
- Anest - Associação Nacional de Engenharia de Segurança do Trabalho;
- Confaeab – Confederação dos Engenheiros Agrônomos do Brasil;
- Faemi/Abremi - Federação das Associações de Engenheiros de Minas do Brasil;
- Febrae - Federação Brasileira de Associações de Engenheiros;
- Febrageo - Federação Brasileira de Geólogos;
- Fenemi - Federação Nacional de Engenharia Mecânica e Industrial;
- Fisenge - Federação Interestadual de Sindicatos de Engenheiros;
- FNE - Federação Nacional dos Engenheiros;
- Ibape - Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia;
- SBEA - Associação Brasileira de Engenharia Agrícola;
- SBEF - Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais;
- Sbmec - Sociedade Brasileira de Meteorologia; e
- Sobes - Sociedade Brasileira de Engenharia de Segurança.

Portanto, é de fundamental importância a participação efetiva dos profissionais em entidades de classe estaduais e nacionais, para possibilitar a representação de sua profissão no âmbito de todo o Sistema Confea/Crea, principalmente, nas decisões que afetam a vida diária dos profissionais.

Apesar dessa importância estratégica de representação política, muitas entidades profissionais não fazem parte do CDEN, como é o caso da Sociedade Brasileira de Geologia (SBG), Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (ABGE), Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica (ABMS), Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (ABAS), entre

outras.

A Resolução Confea nº 1.011, de 24 de agosto de 2005, fixa os critérios para credenciamento das entidades nacionais no Conselho Federal de Engenharia e Agronomia – Confea e dá outras providências, considerando entidade nacional a sociedade civil ou entidade sindical representante de profissionais das áreas abrangidas pelo Sistema Confea/Crea, nos seguintes critérios (CONFEA, 2005b):

- Quanto à forma de composição, a entidade nacional é organizada: I – por área de formação, que pode ser uni ou multiprofissional, e II – por área de atuação, que pode ser voltada para o ensino ou para a atividade profissional;
- Quanto à forma de associação, a entidade nacional é considerada: I – federada, quando constituída por entidades associativas de profissionais de âmbito estadual; II – associativa, quando seu quadro de associados for composto por pessoas físicas, ou III – de ensino, quando congrega instituições de ensino das áreas de formação profissional abrangidas pelo Sistema Confea/Crea, e
- Quanto à composição de profissionais: I - uniprofissional a entidade que congrega em seu quadro de sócios efetivos profissionais de uma mesma modalidade, e II - multiprofissional a entidade que congrega em seu quadro de sócios efetivos profissionais de diferentes modalidades.

6.7.1 Federação Brasileira de Geólogos - Febrageo

A Coordenação Nacional dos Geólogos – Conage foi fundada em 1º de novembro de 1978, em reunião realizada no Clube Internacional do Recife. Em 5 de setembro de 1996, em reunião do Conselho de Representantes da Conage, no Centro de Convenções da Bahia, em Salvador, foi alterado o Estatuto da entidade, que passou a se denominar Federação Brasileira de Geólogos - Febrageo.

Desde sua criação, a entidade tem atuado na defesa da Geologia, das(os) geólogas(os) ou engenheiras(os) geólogas(os), de suas entidades filiadas e da sociedade brasileira, em busca de um país mais justo e democrático, que conhece suas riquezas naturais e utiliza de forma sustentável sua Geodiversidade.

Atualmente, a Febrageo congrega 28 entidades regionais representativas constituídas, exclusivamente, de geólogos ou engenheiros geólogos, formadas por associações e sindicatos brasileiros, que representam mais de 12 mil profissionais espalhados por todo país. A Febrageo possui as seguintes finalidades:

- a) Coordenar, em nível nacional, as entidades representativas da categoria profissional, com o intuito de compatibilizar os interesses e as aspirações da categoria com os demais segmentos da sociedade brasileira, com vistas a uma sociedade justa, livre e democrática;
- b) Desempenhar suas atividades como entidade representativa independente, sem filiação político-partidária;
- c) Representar o pensamento das(os) Geólogas(os) brasileiras(os) junto à opinião pública, aos poderes constituídos, às entidades municipais, estaduais, federais e internacionais, bem como aos demais órgãos e empresas de âmbito nacional e estadual, públicas ou privadas;
- d) Promover a dinamização das entidades representativas, incentivando a efetiva participação de todos os associados nos processos de discussão e decisão;
- e) Promover o intercâmbio com entidades nacionais e internacionais, incluindo instituições técnico-científicas e culturais.

A entidade é dirigida por um Conselho de Representantes, uma Diretoria Executiva e um Conselho Fiscal, que desenvolvem suas atividades de forma honorífica. Para integrar a Federação é preciso que a(o) geóloga(o) ou engenheira(o) geóloga(o) se filie a uma das entidades regionais vinculadas à Federação, que, atualmente, são as seguintes:

- ABG - Associação Baiana de Geólogos
- Acego- Associação Capixaba de Geólogos
- Ageco – Associação Profissional dos Geólogos do Centro-Oeste
- Agemat - Associação dos Profissionais de Geologia do Estado do Mato Grosso
- Ageo-DF – Associação dos Geólogos do Distrito Federal
- Agepar - Associação Profissional dos Geólogos do Paraná
- Agepi - Associação Profissional dos Geólogos do Piauí
- Agern - Associação Profissional dos Geólogos do Rio Grande do Norte
- Agesc - Associação Profissional dos Geólogos do Estado de Santa Catarina
- Agese – Associação Profissional dos Geólogos no Estado de Sergipe
- Ageopa - Associação dos Geólogos do Oeste do Pará
- AGP – Associação Profissional dos Geólogos de Pernambuco
- AGPB - Associação dos Geólogos da Paraíba
- APG – Associação Paulista de Geólogos
- Apgam – Associação Profissional dos Geólogos da Amazônia
- APGCE - Associação dos Profissionais Geólogos do Ceará

- APG-RJ - Associação Profissional de Geólogos do Estado do Rio de Janeiro
- APGV - Associação Profissional de Geólogos dos Vales - RS
- Aprogero - Associação Profissional dos Geólogos de Rondônia
- Aprogam – Associação Profissional dos Geólogos do Amazonas
- APSG - Associação Profissional Sul-Brasileira de Geólogos – RS
- Assogespa - Associação dos Geólogos do Sul e Sudeste do Pará
- Geoclube – Associação dos Geólogos de Cuiabá
- Geomap - Associação Profissional de Geologia e Mineração do Amapá
- Sigesp - Sindicato dos Geólogos no Estado de São Paulo
- Singemat – Sindicato dos Geólogos do Estado de Mato Grosso
- Singeo-MG - Sindicato dos Geólogos no Estado de Minas Gerais
- Singeo-PA – Sindicato dos Geólogos no Estado do Pará

A Febrageo vem atuando em diversos espaços para defender a Geologia, a sociedade e o Brasil. A entidade participa do Colégio de Entidades Nacionais – CDEN, do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (Confea), e possui uma participação constante em comissões e outros espaços representativos ligados à atuação dos profissionais da Geologia.

A defesa da profissão e dos profissionais é feita também por meio de processos administrativos ou judiciais, buscando sempre que a legislação seja cumprida. A Federação tem dado suporte às entidades regionais para garantir o espaço e as atribuições profissionais dos geólogos, conforme suas competências e formação acadêmica.

Entre as ações desenvolvidas, está o acompanhamento legislativo, por meio de reuniões com representantes dos poderes Legislativo e Executivo, além da participação em audiências públicas em Brasília e nas Unidades da Federação.

A Federação tem lutado contra o desmonte dos órgãos públicos técnicos e de fiscalização nas áreas de Geociências e Engenharia, que são essenciais para o desenvolvimento sustentável do Brasil e para a formação de recursos humanos especializados. A Febrageo busca o fortalecimento contínuo do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), da Agência Nacional de Mineração (ANM) e Agência Nacional do Petróleo (ANP), assim como de institutos e órgãos geológicos estaduais, como: Fundação Instituto Geotécnica (GeoRio), Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), Instituto Geológico do Estado de São Paulo (IG), Serviço Geológico do Paraná, dentre outros.

A criação de serviços geológicos em outros estados é um dos objetivos principais da entidade, para possibilitar que a Geodiversidade brasileira seja conhecida em detalhe, garantindo o uso sustentável dos recursos naturais, o adequado planejamento territorial e urbano, a prevenção a acidentes naturais e tecnológicos, e o desenvolvimento competente de projetos e obras de engenharia.

Além destas atividades, a Febrageo promove, em parceria com as entidades regionais, palestras, cursos e eventos, para fomentar a formação continuada dos profissionais e a melhoria técnica e científica do Brasil.

Em maio de 2019, em comemoração aos 40 anos de criação da Febrageo, foi organizado a primeira edição do Congresso Brasileiro dos Profissionais das Geociências (ProGEO), que teve como objetivo principal congrega profissionais geólogos, engenheiros geólogos, geógrafos, meteorologistas, engenheiros, agrônomos e estudantes dessas áreas, que desenvolvam atividades profissionais e de pesquisa, ensino, desenvolvimento e inovação. Em complemento, o ProGEO2019 teve os seguintes objetivos específicos:

- congrega, em nível nacional, profissionais que atuam nas Geociências (Geólogos, Geógrafos, Meteorologistas, Engenheiros e Agrônomos) com suas respectivas entidades nacionais para discutir temas importantes para o desenvolvimento tecnológico do Brasil;
- discutir e apresentar propostas para os setores de petróleo e gás, mineração, planejamento territorial e urbano, desastres naturais e ensino das Geociências no Brasil;
- possibilitar a apresentação e discussão de projetos e pesquisas em várias áreas das Geociências durante sessões técnico-científicas;
- incentivar a atualização profissional por meio do oferecimento de minicursos em diferentes temas atuais das Geociências e Engenharia;
- criar espaço de exposição (Expo ProGEO) com estandes para empresas públicas e privadas, órgãos, entidades e CONFEA apresentarem seus serviços, valores e finalidades à comunidade participante do evento;
- integrar profissionais do mercado, docentes, pesquisadores e estudantes das Geociências para discutir e apresentar propostas sobre diferentes assuntos do setor tecnológico, e
- criar um fórum permanente de integração das entidades nacionais e regionais de profissionais das áreas de Geologia, Geografia, Meteorologia, Engenharia e Agronomia, para definir ações conjuntas sobre políticas públicas para o país, abrangendo desde a fiscalização e o exercício profissional para aplicação das melhores técnicas e procedimentos da Engenharia e Geociências, até projetos para alavancar o crescimento sustentável do Brasil.

O evento estimulou e incentivou a discussão sobre temas ligados ao desenvolvimento tecnológico do Brasil, com foco para as áreas profissionais das Geociências nos setores de petróleo, gás, mineração, planejamento territorial, desastres naturais e tecnológicos, inovação, empreendedorismo e ensino.

O ProGEO2019 ocorreu em quatro dias de atividades técnico-científicas na área tecnológica, com realização de três dias de mesas redondas com a participação de representantes do setor profissional de empresas públicas e privadas, de órgãos federais e estaduais, pesquisadores e representantes e conselheiros do Sistema CONFEA/CREA.

Foram realizadas nove mesas redondas com assuntos relacionados a temas profissionais que abrangem a Geologia, Geografia, Meteorologia, Engenharia e Agronomia, com os seguintes títulos:

- Desafios das entidades profissionais na reconstrução do país;
- Desafios e oportunidades do setor petrolífero;
- As mulheres nas Geociências;
- Ética Profissional e Geoética;
- Valorização e soluções sustentáveis das atividades minerárias no Brasil;
- Planejamento Territorial e Urbano: papel dos Serviços e Institutos de Geociências e Engenharia;
- Empreendedorismo e Inovação nas Geociências;
- Desastres Naturais e Tecnológicos: o papel de inovação dos profissionais das Geociências e Engenharia, e
- Ensino, Acreditação de Cursos, Certificação e Exercício Profissional.

As sessões temáticas de apresentação de trabalhos técnico-científicos incentivaram a participação ativa do público, por meio de seus projetos, pesquisas e experiências profissionais. O ProGEO2019 teve aprovados 101 trabalhos técnico-científicos, que abrangeram as seguintes temáticas: Petróleo e Gás; Prospecção e Extração Mineral; Legislação Mineral e Ambiental; Geotecnia, Geologia de Engenharia e Geologia Ambiental; Planejamento Territorial e Urbana, Riscos Ambientais e Desastres Naturais; Recursos Hídricos e Contaminação; Geodiversidade e Geoconservação; Ensino em Geociências e Engenharia; Fiscalização e Exercício Profissional.

Foram realizados também quatro minicursos para atualização profissional, com os seguintes temas: TerraMA2, uma plataforma para construção de sistemas de monitoramento; Geoparques: critérios para criação e exemplos no Brasil; Métodos para determinação dos elementos deflagradores dos movimentos gravitacionais de massa em taludes artificiais e naturais, e Guia Brasileiro de Declaração de Recursos e Reservas Minerais.

Em 2017 a Febrageo promoveu dois cursos: Cartografia Geológico-Geotécnicas Aplicada a Obras de Engenharia, ministrado em Cuiabá, parceria com o Geoclube e a UFMT; e Auditoria e Perícia de Barragens, em Belém, parceria entre a Apgam e UFPA. Em 2017 e 2018, foram organizados quatro edições do “Geo Políticas: Fórum Permanente de Políticas Públicas em Geologia”, realizados em São Paulo (2017 e 2018), Cuiabá e Belo Horizonte (2018), com o objetivo de congregar representantes de diversas entidades para discutir e propor políticas públicas nacionais, regionais, estaduais e municipais sobre Geologia e temas correlatos de forma conjunta, permanente e integrada, atuando em vários estados, buscando incrementar a ação dos geólogos junto à sociedade.

Um dos produtos do “Geo Políticas: Fórum Permanente de Políticas Públicas em Geologia” foi a elaboração de uma agenda com propostas para os candidatos, documento desenvolvido em eventos regionais abertos ao público em geral. Foram apresentadas propostas nos seguintes temas: a) Setor Mineral; b) Petróleo e Gás; c) Obras de Engenharia, Planejamento Territorial e Meio Ambiente; d) Geodiversidade; e) Ensino.

6.7.2 Sociedade Brasileira de Geologia - SBG

Em maio de 1945, ocorreu a primeira reunião, realizada em São Paulo, com o objetivo de criar uma sociedade científica de geologia. A Sociedade Brasileira de Geologia (SBG) nasceu de uma dissidência da Associação dos Geógrafos Brasileiros, devido a uma decisão de sua Diretoria de enquadrar os geocientistas não geógrafos na categoria de sócios colaboradores, sem os mesmos direitos dos sócios efetivos. Como consequência dessa reunião, duas circulares foram expedidas para geocientistas, engenheiros de minas e professores de geologia do país (SBG, 2019).

Em 27 de dezembro daquele ano, foi, então, formalizada a criação da SBG, sendo a primeira eleição realizada quatro meses depois. A denominação da entidade foi também decidida nesse dia, a mesma de uma sociedade criada no Rio de Janeiro, em 1940, mas que não chegou a se constituir formalmente. Em abril de 1946, foi formalmente eleita e empossada a primeira Diretoria (SBG, 2019).

A SBG tem como missão, segundo seu Estatuto, “fomentar o conhecimento e o desenvolvimento das geociências, da geologia aplicada e da pesquisa e tecnologia correlata e o aproveitamento racional e sustentável de recursos minerais e hídricos”. Os objetivos principais abrangidos e vinculados à missão da SBG são:

- Congregar de forma associativa todos quantos exerçam atividades que concorrem para concretizar sua missão;
- Realizar periodicamente eventos para promover o encontro de seus associados e, para debater e divulgar as geociências e demais temas de seu objeto, em especial o Congresso Brasileiro de Geologia, de frequência bi-anual;
- Manter intercâmbio com sociedades nacionais e estrangeiras congêneres;
- Incentivar e concorrer para o aperfeiçoamento do ensino, do treinamento e da formação profissional e na especialização de cientistas e técnicos;

Colher e divulgar informações técnico-científicas de interesse do associado;
Manter publicações periódicas e/ou seriadas para a divulgação da produção técnico-científica nacional e do noticiário de interesse da Sociedade;
Estimular e promover a edição e distribuição de livros e outros impressos de interesse técnico-científico e didático;
Assessorar e colaborar com órgãos públicos e entidades privadas;
Defender a utilização dos recursos minerais e hídricos segundo os princípios do desenvolvimento sustentável (SBG, 2019).

A SBG promove, além dos congressos e simpósios, palestras, mesas-redondas, cursos, entre outros eventos de divulgação científica, nos seus 10 núcleos regionais. A sociedade é composta por mais de 3 mil associados. Ao longo da sua história, foram realizados 49 congressos e diversos simpósios nacionais e internacionais (SBG, 2019).

A principal publicação da SBG é a Revista Brasileira de Geociências (RBG), editada desde 1971, em substituição ao extinto Boletim da SBG, editado entre 1952 e 1970. Em 2013, a RBG teve o nome alterado para *Brazilian Journal of Geology* - BJG, agora com um plano agressivo de prosperidade focando novos indexadores, reconhecimento internacional e aumento do grau de impacto (SBG, 2019).

6.7.3 Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental - ABGE

A ABGE foi formada a partir da transformação da Associação Paulista de Geologia Aplicada (APGA), fundada em 2 de setembro de 1968. Em Assembleia Geral Extraordinária da APGA, realizada em 1º de dezembro de 1972, na cidade de São Paulo, ficou decidida a transformação da APGA em uma entidade de âmbito nacional. A APGA passou a denominar-se Associação Brasileira de Geologia de Engenharia – ABGE, a partir de 1 de janeiro de 1973. Em 9 de novembro de 1999, a Associação passou a denominar-se Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, mantendo a sigla ABGE (ABGE, 2019).

A ABGE é uma entidade técnico-científica que agrega estudantes e profissionais que trabalham ou fazem parte da comunidade de Geologia de Engenharia e Ambiental. O objetivo principal é “estimular o debate e a reflexão sobre temas que visam subsidiar decisões técnicas referentes às diferentes intervenções da sociedade no meio físico, seja do ponto de vista da geologia, da engenharia ou ambiental” (ABGE, 2019).

A estrutura da entidade compreende a sede nacional em São Paulo e seis Núcleos Regionais (RJ, MG, Sul, Centro Oeste, Norte e Nordeste) e conta com mais de 1 mil associados. Tem intensa prestação de serviços, por meio da edição de publicações técnicas, da promoção de eventos técnico-científicos e de cursos de capacitação, seu grande diferencial. A entidade conta, também, com os Comitês Brasileiros de Cartografia Geotécnica e Geoambiental e de Risco Geológicos, sendo associada à *International Association for Engineering Geology and Environment – IAEG*. As principais áreas de atuação da ABGE são (ABGE, 2019):

- Geral: disseminação do conhecimento, por meio de congressos, seminários, oficinas, publicações e cursos; políticas públicas, legislação e organização institucional; ensino e jovem profissional; arbitragem e perícia; manuais, diretrizes, padronização de procedimentos; e informática aplicada à geologia de engenharia e ambiental;
- Planejamento Urbano e Regional: cartografia geotécnica e geoambiental; riscos geológicos e defesa civil; geologia urbana; erosão, assoreamento e enchentes; uso e ocupação do solo; Plano Diretor Municipal; e Plano Regional de Desenvolvimento Sustentável;
- Infraestrutura: planejamento, projeto e acompanhamento de construção de obras; barragens e reservatórios; hidrelétricas e termoeletricas; mineração subterrânea e a céu aberto; obras subterrâneas: túneis, casas de força e câmaras de estocagem; obras lineares: metrô, dutos, rodovias, ferrovias, canais e linhas de transmissão; postos e obras marítimas; riscos geológicos em obras; e geoenharia de petróleo;
- Gestão Ambiental: licenciamento ambiental; planejamento e gestão ambiental; resíduos sólidos; áreas contaminadas; áreas degradadas; recursos hídricos superficiais e subterrâneos; e plano de bacia hidrográfica; e
- Áreas Técnicas Específicas: sondagens e investigações geológicas e geotécnicas; taludes e encostas naturais e de escavação; caracterização tecnológica e mecânica de solos, rochas e maciços rochosos; água subterrânea e hidrogeotecnia; modelagem geomecânica de maciços rochosos; geofísica aplicada; materiais naturais de construção; tensões naturais e induzidas em maciços rochosos; fundações e escavações; e sismologia natural e induzida.

A ABGE já realizou 16 edições do Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental - CBGE, principal evento da entidade, que desenvolve diversas outras atividades de extrema relevância para a comunidade técnico-científica da área de Geologia de Engenharia e Ambiental, e a sociedade brasileira, dentre as quais se destacam: Resumos de Teses; Série Artigos Técnicos (que abrangeu 14 publicações); Bibliografia da Geotecnia no Brasil: 1976-1985; Semanas Paulistas de Geologia Aplicada; Anais dos CBGE; Simpósio sobre Túneis Urbanos (TURBs); Seminários sobre Resíduos Sólidos (RESIDs); Simpósios sobre Obras Rodoviárias (RODOs); Simpósios de Cartografia Geotécnica; Simpósios de Controle de Erosões; Simpósios sobre Gestão Ambiental; Simpósios Brasileiros de Desastres Naturais e Tecnológicos etc.

Dentre as principais publicações, destacam-se: A Contribuição da Geologia Urbana ao Desenvolvimento na Recuperação

e Conservação de Cidades; Alteração de Rochas como Critério de Seleção de Agregados; Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente; Diretrizes para o Zoneamento da Suscetibilidade, Perigo e Risco de Deslizamento para o Planejamento do Uso do Solo; A História da Matemática da Natureza; Geologia de Engenharia e Mecânica das Rochas no Brasil: a contribuição de M. D. Ruiz; Geologia de Engenharia; Geologia de Engenharia e Ambiental, dentre outros.

6.7.4 Associação Brasileira de Águas Subterrâneas - ABAS

Em 19 de setembro de 1978, foi realizada a primeira e histórica assembleia preliminar de fundação da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (ABAS), no auditório da Companhia de Tecnologia de Saneamento - Cetesb, em São Paulo, fruto de um anseio geral por inserir, junto aos órgãos de governo, a água subterrânea, parcela oculta e pouco visível do ciclo hidrológico. Na época, havia muitas empresas de perfuração de poços que reivindicavam uma melhoria no ordenamento jurídico do setor, de forma que a representatividade aspirada deveria incluir toda a cadeia produtiva, conjugando esforços de todos os envolvidos, para a criação de uma associação forte, heterogênea, pluralista e diversa, de caráter nacional.

O palco, efervescente para ocorrer este evento, era o estado de São Paulo, por sua pujança econômica e sua profícua atividade de perfuração de poços, com um potencial aquífero enorme em todo seu território. Em função destas características, houve uma mobilização geral para unir empresários, universidades, governo e consumidores, resultando numa convocação geral aos interessados, que lotaram as dependências da Cetesb naquela data, comprovando o acerto da decisão.

Previamente, foi montada uma Comissão Organizadora, com técnicos e representantes de entidades, interessados em águas subterrâneas, para deliberarem a respeito da constituição da Associação. O convite (edital) foi previamente publicado nos jornais: Folha de São Paulo, Gazeta Mercantil, O Globo, Diário do Comércio e Indústria, Jornal do Brasil (22/08/1978) e O Estado de São Paulo (15/09/1978).

A proposta da criação, fruto de consenso geral, partiu do então Presidente da Comissão e da Cetesb, que também presidiu esta Assembleia. Na ocasião, o engenheiro Renato João Baptista Della Togna (*in memoriam*) recebeu o apoio unânime da plateia, tendo sido eleita, por aclamação, a Diretoria e Conselho Deliberativo da nova entidade, batizada como ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, sendo Della Togna aclamado o primeiro Presidente da entidade, tendo como vice o engenheiro Euclides Cavallari (*in memoriam*), do DAEE, representantes de peso no controle de qualidade e quantidade das águas, ratificada na Assembleia Geral Extraordinária com um único item de pauta, ou seja, de Fundação da ABAS. A entidade foi fundada como principal objetivo defender o uso regular e sustentável das águas subterrâneas, promovendo uma interação com outras entidades, atuando na gestão de recursos hídricos no país, com ética e transparência.

Já havia, desde sua fundação, a preocupação com o processo de super exploração de aquíferos, decorrente de práticas inadequadas e muito bem conhecido em vários países desenvolvidos, em maior ou menor proporção, na medida em que se desconheciam princípios básicos de sustentabilidade, demandando ações e posições que deveriam ser defendidas por uma associação que reunisse os especialistas da área, aplicando o princípio da prevenção, com abordagem do ponto de vista técnico.

Ao longo dos anos seguintes, sob o comando de várias lideranças ilustres, representando os vários segmentos integrantes da ABAS, batalhou-se por uma lei específica de águas subterrâneas, a qual tramitou por 10 anos no Congresso Nacional sem sucesso. Isto até surgir o grande marco regulatório, de 8 de janeiro de 1997, criando a Lei nº 9.433 (BRASIL, 1997b), mais conhecida como Lei das Águas, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

A partir da Constituição de 1988 e, mais tarde, da Lei nº 9.433/1997, houve o reconhecimento da necessidade de proteger as águas dentro da estrutura global ambiental, a partir de uma gestão que se preocupasse em integrar os recursos hídricos ao meio ambiente, para garantir o desenvolvimento sustentável e a manutenção do meio ambiente ecologicamente equilibrado. A água deve ser gerida, de forma a proporcionar usos múltiplos (abastecimento, energia, irrigação, indústria) e sustentáveis, e esta gestão deve ocorrer de forma descentralizada, com participação de usuários, da sociedade civil e do governo, com a importante e imprescindível colaboração da ABAS, reconhecidamente a melhor representante do setor de águas subterrâneas.

Desde a sua criação, a ABAS criou e organizou inúmeros eventos científicos voltados à gestão de recursos hídricos e à sociedade, como o Encontro Nacional de Perfuradores, Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas (que está na sua XX edição), Encontro Técnico de Produtos e Soluções para Água Subterrânea, além de Encontros Técnicos, Simpósios, Workshops, Fóruns e Seminários. Atuou, ainda, em Legislações e Normas correlatas ao setor como, a Lei Nacional de Saneamento nº 11.445/2007, Decreto nº 7.217/2010, MP nº 844/2018, legislação que trata dos padrões de qualidade para consumo humano no Brasil (atual MS nº 2.914) e normas ABNT.

Nos últimos anos, a ABAS tem se modernizado para acompanhar as mudanças do mundo atual, onde a tecnologia está presente de forma intensa nas vidas das pessoas e, assim, criam-se meios de divulgação de informações eletrônicas, com a participação de projetos de criação de divulgação de livros científicos digitais, além de geração de conteúdo digital.

Na linha Científica e dos Congressos, a ABAS criou, em 2009, o CIMAS – Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo, para discussão de importantes assuntos relacionados com o Meio Ambiente, Contaminações e Remediações. Foram feitos esforços para atrair jovens estudantes, pois, no geral, as associações têm apresentado um envelhecimento no quadro de seus membros, conscientizar jovens membros da importância de todo o trabalho da ABAS e prepará-los para dar continuidade, não só para

manter acesa a chama, mas também aumentar a atuação, sempre voltados ao conhecimento, uso regular e sustentável dos recursos hídricos e à sociedade.

Os últimos anos também tiveram foco em uma maior aproximação com outras entidades, como: Ministério Público Federal - MPF; Ministério Público Estadual – MPE, Sindcon/Abcon, ABES, Crea, CRQ, Fiesp, Ciesp, ABRH, ANA, Ministério da Saúde, Funasa, Assemae, DAEE, além do Senado Federal e Câmara dos Deputados.

A ABAS tem representantes em vários comitês de Bacia e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, em todo o Brasil, além da entidade ser membro do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, da Seção Brasil do Conselho Mundial da Água, e ter a atual (2018-2019) Presidência da Câmara Técnica de Água Subterrâneas – CTAS, do CNRH.

Para o futuro, as tarefas são: lutar pela garantia constitucional do direito de uso das águas subterrâneas; lutar para que interesses econômicos não sejam superiores ou possam interferir no direito ao abastecimento de água às populações; concluir a revisão da Portaria de Água Potável no Brasil; voltar ao Congresso com o já citado Projeto de Lei de Águas Subterrâneas, para que se torne um marco regulatório do setor, dirimindo dúvidas e questões conflitantes que afetam o segmento; incentivar jovens a aderirem à causa hídrica e suas ações, com efetiva participação; aumentar a visibilidade das águas subterrâneas, e despertar nos governantes e sociedade a importância das águas subterrâneas, este fundamental recurso, pouco visível, menosprezado e injustiçado, mas, sem o qual, não seria possível a manutenção das atuais condições de vida na Terra.

6.8 O ENSINO DE GEOLOGIA

Os cursos de Geologia no Brasil apresentam peculiaridades de instituição para instituição, que estabelece as características do curso em seu projeto pedagógico, considerando peculiaridades regionais e os requisitos legais definidos pela Resolução CNE/CES nº 1, de 6 de janeiro de 2015, que instituiu as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação na área da Geologia, abrangendo os cursos de bacharelado em Geologia e em Engenharia Geológica e dá outras providências (BRASIL, 2015).

A LDB assegura, no artigo 53, a autonomia universitária, para entre outras coisas, fixar os currículos dos cursos e programas, considerando as diretrizes gerais (BRASIL, 1996). Contudo, o artigo primeiro da Resolução CNE/CES nº 1/2015 possibilita que os cursos de Engenharia Geológica optem por seguir as diretrizes dos cursos de Geologia ou de Engenharia (BRASIL, 2015). O artigo 2º desta resolução estabelece que,

“os cursos de graduação das áreas de Geologia e de Engenharia Geológica serão organizados com base nos correspondentes projetos pedagógicos, que devem enunciar o perfil desejado para o formando; as competências e habilidades desejadas; os conteúdos curriculares; a organização curricular; o estágio curricular supervisionado; o trabalho de curso; as atividades complementares; o acompanhamento e a avaliação” (BRASIL, 2015).

Nesse contexto, o projeto pedagógico é o instrumento norteador de curso, devendo discriminar, de forma clara e detalhada, as competências e habilidades profissionais que se pretendem desenvolver nos discentes ao longo do curso e como isso será executado por meio da estrutura curricular, das ementas e programas de ensino, das atividades obrigatórias, optativas e complementares, do corpo docente, da infraestrutura necessária, entre outros aspectos.

O Crea irá definir as atribuições profissionais dos egressos do curso pela análise do projeto pedagógico. Devido às diferenças existentes entre os cursos, os egressos de cada instituição podem ter atribuições distintas, mesmo tendo o mesmo título profissional, considerando as competências e as habilidades mínimas previstas nas diretrizes curriculares,

O artigo 4º define que os cursos de bacharelado da área de Geologia e de Engenharia Geológica devem assegurar a formação de profissionais dotados de:

- I - responsabilidade pela construção de uma democracia participativa e compromisso para a inserção do Brasil, com solidariedade, no concerto mundial;
- II - conhecimento acerca das novas tecnologias relacionadas ao exercício da profissão e da pesquisa na área;
- III - conhecimento da língua portuguesa, em leitura e expressão escrita, e de duas línguas estrangeiras;
- IV - conhecimento acerca da conjuntura brasileira e internacional especialmente voltada para as questões sociais, econômicas, profissionais, legais, éticas, políticas e humanitárias;
- V - conhecimento acerca das questões envolvendo os processos de inovação e sua articulação com o desenvolvimento econômico, o bem-estar social e a sustentabilidade ambiental;
- VI - compreensão do impacto da Geologia, como área de conhecimento, e suas tecnologias na sociedade, no que concerne ao atendimento e à antecipação estratégica das necessidades sociais;
- VII - visão crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, contribuindo para o desenvolvimento de sua área;
- VIII - capacidade para atuar de forma empreendedora, abrangente e cooperativa no atendimento às demandas sociais da região onde atua, do Brasil e do mundo;
- IX - conhecimentos necessários para utilizar racionalmente os recursos disponíveis e atuar de forma transdisciplinar;
- X - compreensão das necessidades da contínua atualização e aprimoramento de suas competências e habilidades;

XI - capacidade de reconhecer a importância do pensamento computacional na vida cotidiana, como também sua aplicação em outros domínios, e ser capaz de aplicá-lo em circunstâncias apropriadas; e

XII - capacidade de atuar em um mundo de trabalho globalizado (BRASIL, 2015).

Além das características descritas, a Resolução estabeleceu a possibilidade de as instituições definirem perfis profissionais diferentes entre cursos de Geologia e Engenharia Geológica, considerando a flexibilidade necessária para atender domínios diversificados de aplicação e as vocações institucionais, conforme apresentado no **Quadro 6.9**. O curso deverá ser integralizado, no mínimo, em cinco anos, com carga horária mínima de 3.600 horas.

Quadro 6.9 – Perfis Profissionais complementares dos egressos previstas nas diretrizes curriculares dos curso de Geologia e Engenharia Geológica.

Perfil Profissional Complementar dos Egressos	
Geologia	Engenharia Geológica
I - realizar mapeamento geológico e exercer as demais competências discriminadas na Lei nº 4.076, de 23 de junho de 1962, tais como: trabalhos topográficos e geodésicos, levantamentos geoquímicos e geofísicos, estudos relativos às ciências da Terra, trabalhos de prospecção e pesquisa para a cubagem de jazidas e determinação de seu valor econômico, ensino de ciências geológicas, emissão de parecer em assuntos legais relacionados com a especialidade, realização de perícias e arbitramentos referentes às matérias citadas;	I - ter sólida formação em Ciências Exatas que os capacitem a construir abordagens quantitativas e multidisciplinares das informações geológicas;
II - planejar, executar, gerenciar, avaliar e fiscalizar projetos, serviços e ou pesquisas científicas básicas ou aplicadas que visem ao conhecimento e à utilização racional dos recursos naturais e do ambiente;	II - obter familiaridade com informática, especialmente no tocante às técnicas de geoprocessamento;
III - pesquisar e otimizar o aproveitamento tecnológico dos recursos minerais e energéticos sob o enfoque de mínimo impacto ambiental;	III - conhecer os direitos e propriedades intelectuais inerentes à exploração, produção e à utilização de bens geológicos;
IV - pesquisar novas alternativas de exploração, conservação e gerenciamento de recursos hídricos;	IV - agir de forma reflexiva na gestão e construção de projetos que envolvam recursos geológicos, seu processamento e utilização, compreendendo o seu impacto direto ou indireto sobre as pessoas e a sociedade;
V - fornecer as bases para o planejamento da ocupação urbana e para a previsão e prevenção de riscos de acidentes por desastres naturais e aqueles provocados pelo Homem;	V - entender o contexto social no qual a engenharia é praticada, bem como os efeitos dos projetos de engenharia na sociedade;
VI - desenvolver métodos de ensino e pesquisa das Geociências, voltados tanto para a melhoria do desempenho profissional como para a ampliação do conhecimento em geral;	VI - considerar os aspectos econômicos, financeiros, de gestão e de qualidade, associados a novos processos, produtos e organizações; e
VII - desenvolver e aplicar métodos e técnicas direcionadas à gestão ambiental;	VII - reconhecer o caráter fundamental da inovação e da criatividade e compreender as perspectivas de negócios e oportunidades relevantes.
VIII - atuar em áreas de interface, como a Tecnologia Mineral, Ciências do Ambiente e Ciências do Solo e Ciências Moleculares;	
IX - possuir sólida formação em Ciências Exatas que os capacitem a construir abordagens quantitativas e multidisciplinares das informações geológicas;	
X - obter familiaridade com informática, especialmente no tocante às técnicas de geoprocessamento;	
XI - desenvolver amplo interesse e capacidade técnica e teórica de atuação em Ciências Geológicas e para trabalho de campo;	
XII - possuir visão abrangente das Geociências e de suas interações com ciências correlatas;	
XIII - ter pleno domínio da linguagem técnica geológica associada com a comunicação com outros profissionais e com a sociedade;	
XIV - agir de forma reflexiva na construção de sistemas de computação, compreendendo o seu impacto direto ou indireto sobre as pessoas e a sociedade;	
XV - ter atitude ética, autônoma, crítica, empreendedora e manter atuação propositiva na busca de soluções de interesse da sociedade; e	
XVI - reconhecer o caráter fundamental da inovação e da criatividade e compreender as perspectivas de negócios e oportunidades relevantes.	

Fonte: Brasil (2015)

Em termos de competência e habilidades mínimas, as diretrizes curriculares estabelecem que os cursos de Geologia e de Engenharia Geológica devem contemplar as seguintes:

- I - conhecer a abrangência da geologia como profissão e área de conhecimento;
- II - identificar e resolver problemas relativos à área de atuação;
- III - considerar as interfaces da área de atuação especialmente quanto ao impacto ambiental e à sustentabilidade e preservação dos recursos naturais e minerais;
- IV - tomar decisões e inovar, com base no conhecimento geológico, em relação a novas alternativas e tecnologias de exploração, conservação e gerenciamento da utilização de recursos minerais, consciente dos aspectos éticos, legais e dos impactos ambientais decorrentes;
- V - compreender e explicar as dimensões de um problema;
- VI - gerir a sua própria aprendizagem e desenvolvimento, incluindo a gestão de tempo e competências organizacionais;

- VII - preparar e apresentar seus trabalhos e problemas técnicos e suas soluções para audiências diversas, em formatos apropriados (oral e escrito);
- VIII - avaliar criticamente projetos, serviços e ou pesquisas científicas básicas ou aplicadas que visem à produção intelectual e à utilização racional dos recursos naturais;
- IX - adequar-se rapidamente às mudanças tecnológicas e aos novos ambientes de trabalho;
- X - ler textos técnicos na língua inglesa;
- XI - ler e se expressar oralmente e por escrito, corretamente, na língua portuguesa;
- XII - empreender e exercer liderança, coordenação e supervisão na sua área de atuação profissional;
- XIII - ser capaz de realizar trabalho cooperativo e entender os benefícios que este pode produzir;
- XIV - identificar ganhos econômicos nacionais advindos da prospecção, técnicas de exploração e utilização de recursos minerais, de forma a evitar danos ambientais e zelar pelos bens minerais nacionais e sua adequada transformação em benefício da economia nacional.
- XV - identificar ganhos econômicos nacionais e sociais advindos da aplicação de práticas de inovação no desenvolvimento da profissão e na pesquisa, de forma a zelar pela propriedade intelectual nacional e sua utilização ao desenvolvimento da economia brasileira; e
- XVI - manter informação atualizada acerca da conjuntura brasileira e internacional, especialmente voltada para as questões sociais, econômicas, profissionais, legais, éticas, políticas e humanitárias (CNE/CES, 2015).

Também ficaram estabelecidos como componentes obrigatórios de formação profissional (BRASIL, 2015):

- a) Estágio Supervisionado: realizado, preferencialmente, ao longo do curso e com o “objetivo de consolidar e articular as competências desenvolvidas no curso, por meio das demais atividades formativas, de caráter teórico ou prático, e permitir o contato do formando com situações, contextos e organizações próprios da atuação profissional”.
- b) Trabalho de Curso: que deve ser desenvolvido como atividade de síntese, integração ou aplicação de conhecimentos adquiridos de caráter científico ou tecnológico;
- c) Atividades de Campo: consideradas imprescindíveis para formação dos Geólogos e Engenheiros Geólogos, tanto no “processo de aprendizado de conteúdos quanto no desenvolvimento de competências e habilidades por parte dos egressos e deverão ser objeto de processo avaliativo”. A carga horária deverá corresponder a 20% da carga horária mínima previsto do curso equivalente a 3.600 horas, ou seja, 720 horas de atividades de campo, e
- d) Atividades Complementares: referem-se a componentes curriculares, com o objetivo de enriquecer o perfil do formando, possibilitando o desenvolvimento de habilidades, conhecimentos, competências e atitudes do aluno, inclusive as adquiridas fora do ambiente acadêmico, que serão reconhecidas mediante processo de avaliação, incluindo atividades em variados ambientes sociais, de campo, técnico-científicos ou profissionais de formação profissional, experiências de trabalho, estágios não obrigatórios, extensão universitária, iniciação científica, participação em eventos técnico-científicos, publicações científicas, programas de monitoria e tutoria, disciplinas de outras áreas, representação discente em comissões e comitês, participação em empresas juniores, incubadoras de empresas ou outras atividades de empreendedorismo e inovação.

As áreas de atuação da Geologia têm se modernizado e ampliado constantemente nos últimos 70 anos, demonstrando que os geólogos são adaptados aos avanços e às exigências tecnológicas e científicas, sempre evoluindo em suas competências profissionais.

Conforme descrito ao longo desse capítulo, atualmente, as resoluções do Sistema Confea/Crea, dentre as quais a Resolução nº 1.073/2016, possibilitam aos geólogos direcionar suas atribuições profissionais de acordo com a formação acadêmica em nível de graduação e pós-graduação, seguindo os mais modernos e progressistas conceitos do mercado de trabalho e científico.

Dentre as principais áreas de atuação dos geólogos ou engenheiros geólogos, nessa nova realidade legal e de mercado, conforme sua formação acadêmica, destacam-se:

- Prospecção, pesquisa e lavra de substâncias minerais, desenvolvendo estudos, mapeamentos e projetos, desde as fases iniciais de planejamento até a desativação de empreendimentos minerários e do setor de petróleo, gás e energia em geral;
- Levantamentos geológicos, geoquímicos, geofísicos, topográficos e geodésicos, utilizando as mais modernas técnicas de geoprocessamento de imagens e dados;
- Mapeamento geológico, modelagem e simulação de cenários bi, tri e quadridimensionais;
- Estudos e projetos geotécnicos para obras civis em geral e planejamento territorial e urbano, incluindo estabilidade de taludes naturais e antrópicos, escavações em minerações e obras, mapeamentos geológico-geotécnicos, geoambientais, de suscetibilidade a processos naturais e induzidos, e de áreas de risco, dentre outros;
- Atuação no mapeamento, prevenção e atendimento à emergência em desastres naturais e tecnológicos;
- Desenvolvimento de estudos e projetos para o aproveitamento sustentável das águas subterrâneas e superficiais, por meio de técnicas de captação, exploração, lavra e/ou tratamento de água potável ou mineral;
- Elaboração de estudos e projetos de contaminação do solo e da água, por meio de investigações e análises geológicas e ambientais, avaliações de risco e perícia;
- Avaliação de impactos ambientais e mitigação de efeitos do planejamento, instalação, operação e desativação de empreendimentos, obras de engenharia e desastres naturais e tecnológicos;
- Avaliação da sismicidade natural e induzida no planejamento de atividades antrópicas em geral;
- Aplicações da Geomedicina e Geoquímica na área da saúde pública;
- Gestão, manejo e preservação de ecossistemas e da Geodiversidade, por meio de estudos técnicos e científicos aplicados a Geoconservação, Geoturismo e Geopatrimônio, com especial ênfase para a Geoética;
- Atuação para o desenvolvimento de soluções sustentáveis para o suprimento de matérias-primas energéticas e não-energéticas

para a indústria em geral, assim como em energias renováveis;

- Aplicação de novas tecnologias nas áreas de atuação da Geologia, tais como o uso da inteligência artificial e *drones* na geração de conhecimento;
- Ensino das ciências geológicas em instituições de ensino fundamental, médio e superior, atuando fortemente na educação continuada e em projetos de extensão do conhecimento geológico;
- Assuntos legais relacionados com suas especialidades.

6.9 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O capítulo demonstra que a legislação profissional no Brasil é extensa, com diversas resoluções, decisões e atos normativos, que influenciam o dia a dia da vida do profissional. O conhecimento desses normativos é essencial, para que as atividades profissionais sejam desenvolvidas em conformidade com legislação e, assim, se evitem problemas futuros que possam conduzir a processos de apuração ética ou, até mesmo, ações judiciais.

A legislação profissional é uma segurança, para a sociedade, de que as atividades, serviços e obras de engenharia estão sendo desenvolvidos por profissionais devidamente habilitados e com competência para sua execução. Essas legislações também trazem segurança aos profissionais honestos, competentes e que realizam suas atividades de forma adequada, não podendo ser vistas como somente entraves burocráticos e inconvenientes, mas como direitos e deveres de cidadãos conscientes, que tiveram a oportunidade e o privilégio de estudar em cursos de nível superior e técnico, e atuar em profissões reconhecidas e regulamentadas por lei, em um país com tantas desigualdades sociais.

Nesse sentido, é fundamental a participação efetiva dos profissionais, defendendo a ética e o adequado exercício profissional, nas entidades representativas de sua categoria profissional, assim como, no próprio Sistema Confea/Crea/Mútua, o qual é composto, conduzido e gerenciado pelos próprios profissionais com autonomia, sem ingerência de outros órgãos.

É recomendado, ainda, que os profissionais naveguem pelos portais do Confea, Crea e Mútua, assim como a leitura das principais Leis e Decretos Federais que regulam sua profissão e das resoluções e normativos, acompanhando e se atualizando às mudanças que, constantemente, ocorrem no sistema e na regulamentação e fiscalização de sua profissão.

Ser um profissional não é somente desenvolver adequadamente suas funções e serviços diários, mas participar da construção de um país mais justo, honesto, ético e igualitário para todos os cidadãos.

REFERÊNCIAS

- ABGE. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL. Site Oficial. 2019. Disponível em: <http://www.abge.org.br/site/>. Acesso em: 20 jul. 2019.
- BENJAMIN, A. H. de V.; MARQUES, C. L.; BESSA, L. R. Manual de Direito do Consumidor. 5 ed., rev., atual. e ampl. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2013. 512 p.
- BÓSIO, N. J. Geólogos: Legislação e Atribuição Profissional. In: GOMES, C. B. (org.) Geologia USP 50 anos. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Instituto de Geociências da USP, 2007. p. 278-297.
- BRASIL. Presidência da República. Decreto nº 23.569 de 11 de dezembro de 1933: Regula o exercício das profissões de engenheiro, de arquiteto e de agrimensor. Brasília: Presidência da República, 1933.
- BRASIL. Presidência da República. Decreto-lei nº 1.985, de 29 de março de 1940: Código de Minas. Brasília: Presidência da República, 1940.
- BRASIL. Presidência da República. Lei Federal nº 4.076, de 23 de junho de 1962: Regula o exercício da profissão de geólogo. Brasília: Presidência da República, 1962.
- BRASIL. Presidência da República. Lei Federal nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966: Regula o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro-Agrônomo, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 1966a.
- BRASIL. Presidência da República. Lei Federal nº 4.950-A, de 22 de abril de 1966: Dispõe sobre a remuneração de profissionais diplomados em Engenharia, Química, Arquitetura, Agronomia e Veterinária. Brasília: Presidência da República, 1966b.
- BRASIL. Presidência da República. Decreto-lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967: Dá nova redação ao Decreto-lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1940 (Código de Minas). Brasília: Presidência da República, 1967.
- BRASIL. Presidência da República. Lei Federal nº 5.524, de 5 de novembro 1968: Dispõe sobre o exercício da profissão de Técnico Industrial de nível médio. Brasília: Presidência da República, 1968.
- BRASIL. Presidência da República. Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977: Institui a "Anotação de Responsabilidade Técnica" na prestação de serviços de engenharia, de arquitetura e agronomia; autoriza a criação, pelo Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia - CONFEA, de uma Mútua de Assistência Profissional; e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 1977.
- BRASIL. Presidência da República. Lei nº 6.619, de 16 de dezembro de 1978: Altera dispositivos da Lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 1978.
- BRASIL. Presidência da República. Lei Federal nº 6.664, de 26 de junho de 1979: Disciplina a profissão de Geógrafo e dá outras providências. Alterada pela Lei Federal nº 7.399, de 4 de novembro de 1985. Brasília: Presidência da República, 1979a.
- BRASIL. Presidência da República. Decreto Federal nº 85.138, de 15 de setembro de 1980: Regulamenta a Lei nº 6.664, de 26 de junho de 1979, que disciplina a profissão de geógrafo, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 1979b.
- BRASIL. Presidência da República. Decreto nº 85.138, de 15 de setembro de 1980: Regulamenta a Lei nº 6.664, de 26 de junho de 1979, que disciplina a profissão de Geógrafo, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 1980a.
- BRASIL. Presidência da República. Lei Federal nº 6.835, de 14 de outubro de 1980: Dispõe sobre o exercício da profissão de Meteorologista, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 1980b.
- BRASIL. Presidência da República. Lei Federal nº 7.410, de 27 de novembro de 1985: Dispõe sobre a Especialização de Engenheiros e Arquitetos em Engenharia de Segurança do Trabalho, a Profissão de Técnico de Segurança do Trabalho, e dá outras Providências. Brasília: Presidência da República, 1985a.
- BRASIL. Presidência da República. Decreto Federal nº 90.922, de 6 de fevereiro 1985: Regulamenta a Lei Federal nº 5.524/1968, dispõe sobre o exercício da profissão de técnico industrial e técnico agrícola de nível médio ou de 2º grau. Brasília: Presidência da República, 1985b.
- BRASIL. Presidência da República. Lei Federal nº 7.399, de 4 de novembro de 1985: Altera a redação da Lei nº 6.664, de 26 de junho de 1979, que disciplina a profissão de Geógrafo. Brasília: Presidência da República, 1985c.
- BRASIL. Presidência da República. Decreto Federal nº 92.290, de 10 de janeiro de 1986: Regulamenta a Lei nº 7.399, de 4 de novembro de 1985, que altera a redação da Lei nº 6.664, de 26 de junho de 1979, que disciplina a profissão de Geógrafo. Brasília: Presidência da República, 1986a.
- BRASIL. Presidência da República. Decreto Federal nº 92.530, de 9 de abril de 1986: Regulamenta a Lei Federal nº 7.410, de 27 de novembro de 1985, que dispõe sobre a especialização de Engenheiros e Arquitetos em Engenharia de Segurança do Trabalho, a profissão de Técnico de Segurança do Trabalho e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 1986b.
- BRASIL. Presidência da República. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília: Presidência da República, 1988.
- BRASIL. Presidência da República. Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990: Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 1990.
- BRASIL. Presidência da República. Lei Federal nº 8.195, de 26 de junho de 1991: Altera a Lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966, que regula o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro Agrônomo, dispondo sobre eleições diretas para Presidentes dos Conselhos Federal e Regionais de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 1991

BRASIL. Presidência da República. Lei Federal no 9.131, de 24 de novembro de 1995: Altera dispositivos da Lei nº 4.024, de 20 de dezembro de 1961, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 1995.

BRASIL. Presidência da República. Lei Federal nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996: Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília: Presidência da República, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Parecer CNE/CES no 776, de 3 de dezembro de 1997: Orientação para as diretrizes curriculares dos cursos de graduação. Brasília: Ministério da Educação e do Desporto, 1997a.

BRASIL. Presidência da República. Lei Federal no 9.433, de 8 de janeiro de 1997: Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília: Presidência da República, 1997b.

BRASIL. Presidência da República. Decreto Federal nº 4.560, de 30 de dezembro de 2002: Altera o Decreto Federal nº 90.922, de 6 de fevereiro de 1985, que regulamenta a Lei Federal nº 5.524, de 5 de novembro de 1968, que dispõe sobre o exercício da profissão de Técnico Industrial e Técnico Agrícola de nível médio ou de 2º grau. Brasília: Presidência da República, 2002.

BRASIL. Presidência da República. Lei Federal no 11.445, de 05 de janeiro de 2007: Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2007.

BRASIL. Presidência da República. Lei Federal no 12.378, de 31 de dezembro de 2010: Regulamenta o exercício da Arquitetura e Urbanismo; cria o Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil - CAU/BR e os Conselhos de Arquitetura e Urbanismo dos Estados e do Distrito Federal - CAUs; e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2010a.

BRASIL. Presidência da República. Decreto no 7.217, de 21 de junho de 2010: Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2010b.

BRASIL. Ministério da Educação. Resolução CNE/CES no 1, de 06 de janeiro de 2015: Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação na área da Geologia, abrangendo os cursos de bacharelado em Geologia e em Engenharia Geológica e dá outras providências. Brasília: Ministério da Educação, 2015.

BRASIL. Presidência da República. Medida Provisória no 844, de 06 de julho de 2018: Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas competência para editar normas de referência nacionais sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, e a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País. Brasília: Presidência da República, 2018.

CARDOSO, S. M. M. Exercício Profissional da Engenharia, Arquitetura, Agronomia e profissões afins, no âmbito do Mercosul. 2003. Disponível em: [http://usuarioweb.infonet.com.br/~direitoepoesia/direitonossociedade_textos.asp](http://usuarioweb.infonet.com.br/~direitoepoesia/direitonossociedade/textos.asp). Acesso em: 15 jun. 2015.

CARVALHO, W. T. de. Ofício ao Senador Inácio Arruda referente ao Projeto de Lei da Câmara nº 117, de 2006 (nº 4.076/2005, na Casa de origem), que regula o exercício profissional de geofísico e altera a Lei nº 4.076, de 23 de junho de 1962. 2014.

CCEGM. Coordenadoria das Câmaras Especializadas de Geologia e Engenharia de Minas dos Creas. Manual orientativo de fiscalização das câmaras especializadas de Geologia e Engenharia de Minas dos CREAs. Brasília: CCEGM/CONFEA, 2007. 44 p.

CIAM. Comissão de Integração da Agrimensura, Agronomia, Arquitetura, Geologia de Engenharia para o Mercosul. Mercosul/CIAM – 12 anos de negociação. Brasília: CONFEA, 2001.

CNPL. CONSELHO NACIONAL DAS PROFISSÕES LIBERAIS. Estatuto da CNPL. Brasília: CNPL, 1992.

CONFEA. Conselho Federal da Engenharia e Arquitetura. Resolução no 114, em 30 de dezembro de 1957, Aprova o Código de Ética Profissional do Engenheiro, do Arquiteto e do Agrimensor. Brasília: CONFEA, 1957.

CONFEA. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Resolução nº 218, de 29 de junho de 1973: Discrimina atividades das diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Brasília: CONFEA, 1973.

CONFEA. Conselho Federal da Engenharia e Arquitetura. Resolução nº 252, de 17 de dezembro de 1977: Cria a Mútua de Assistência dos Profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Brasília: CONFEA, 1977.

CONFEA. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Resolução nº 359, de 31 de julho de 1991: Dispõe sobre o exercício profissional, o registro e as atividades do Engenheiro de Segurança do Trabalho e dá outras providências. Brasília: CONFEA, 1991.

CONFEA. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Decisão Normativa nº 047, de 16 de dezembro de 1992: Dispõe sobre as atividades de Parcelamento do Solo Urbano, as competências para executá-las e dá outras providências. Brasília: CONFEA, 1992.

CONFEA. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Resolução nº 397, de 11 de agosto de 1995: Dispõe sobre a fiscalização do cumprimento do Salário Mínimo Profissional. Brasília: CONFEA, 1997.

CONFEA. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Decisão Normativa nº 063, de 05 de março de 1999: Dispõe sobre responsável técnico de pessoa jurídica que desenvolva atividades de planejamento e/ou execução de obras na área de mecânica de rochas, seus serviços afins e correlatos. Brasília: CONFEA, 1999.

CONFEA. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Decisão Normativa nº 071, de 14 de dezembro de 2001: Define os profissionais competentes para elaboração de projeto e utilização de explosivos para desmonte de rochas e dá outras providências. Brasília: CONFEA, 2001.

CONFEA. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Resolução nº 1.002, de 26 de novembro de 2002: Dispõe sobre o Código de Ética Profissional da Engenharia, da Agronomia, da Geologia, da Geografia e da Meteorologia e dá outras providências. Brasília: CONFEA, 2002.

CONFEA. Conselho Federal da Engenharia e Arquitetura. Resolução no 1.007, de 5 de dezembro de 2003: Dispõe sobre o registro de profissionais, aprova os modelos e os critérios para expedição de Carteira de Identidade Profissional e dá outras providências. Brasília: CONFEA, 2003a.

CONFEA. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Resolução nº 1.004, de 27 de junho de 2003: Aprova o regulamento para a condução do Processo Ético Disciplinar. Brasília: CONFEA, 2003b.

CONFEA. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Resolução nº 1.010, de 22 de agosto de 2005: Dispõe sobre a regulamentação da atribuição de títulos profissionais, atividades, competências e caracterização do âmbito de atuação dos profissionais inseridos no Sistema Confea/Crea, para efeito de fiscalização do exercício profissional. Brasília: CONFEA, 2005a.

CONFEA. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Resolução no 1.011, de 24 de agosto de 2005: Fixa os critérios para credenciamento das entidades nacionais no Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – Confea e dá outras providências. Brasília: CONFEA, 2005b.

CONFEA. Conselho Federal da Engenharia e Arquitetura. Resolução nº 1.016, de 25 de agosto de 2006: Altera a redação dos arts. 11, 15 e 19 da Resolução nº 1.007, de 5 de dezembro de 2003, do art. 16 da Resolução nº 1.010, de 22 de agosto de 2005, inclui o anexo III na Resolução nº 1.010, de 2005, e dá outras providências. Brasília: CONFEA, 2006.

CONFEA. Conselho Federal da Engenharia e Arquitetura. Resolução no 1.025, de 30 de outubro de 2009: Dispõe sobre a Anotação de Responsabilidade Técnica e o Acervo Técnico Profissional, e dá outras providências. Brasília: CONFEA, 2009a.

CONFEA. Conselho Federal da Engenharia e Arquitetura. Resolução nº 1.024, de 21 de agosto de 2009: Dispõe sobre a obrigatoriedade de adoção do Livro de Ordem de obras e serviços de Engenharia, Arquitetura, Agronomia, Geografia, Geologia, Meteorologia e demais profissões vinculadas ao Sistema Confea/Crea. Brasília: CONFEA, 2009b.

CONFEA. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Decisão Normativa nº 090, de 05 de setembro de 2011: Revoga a Decisão Normativa nº 14, de 25 de julho de 1984, e dá outras providências. Brasília: CONFEA, 2011.

CONFEA. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Resolução nº 1.040, de 25 de maio de 2012: Suspende a aplicabilidade da Resolução nº 1.010, de 2005. Brasília: CONFEA, 2012.

CONFEA. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Resolução nº 1.051, de 23 de dezembro de 2013: Suspende a aplicabilidade da Resolução nº 1.010, de 2005. Brasília: CONFEA, 2013.

CONFEA. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Decisão Normativa nº 104, de 29 de outubro de 2014: Altera o Quadro Anexo da Decisão Normativa nº 47, de 16 de dezembro de 1992, que dispõe sobre as atividades de Parcelamento do Solo Urbano, as competências para executá-las e dá outras providências. Brasília: CONFEA, 2014a.

CONFEA. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Resolução nº 1.062, de 29 de dezembro de 2014: Suspende a aplicabilidade da Resolução nº 1.010, de 22 de agosto de 2005, que dispõe sobre a regulamentação da atribuição de títulos profissionais, atividades, competências e caracterização do âmbito de atuação dos profissionais inseridos no Sistema Confea/Crea, para efeito de fiscalização do exercício profissional. Brasília: CONFEA, 2014b.

CONFEA. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Resolução no 1.059, de 28 de outubro de 2014: Aprova os modelos de Carteira de Identidade Profissional, de Carteira de Identidade Provisória e de Carteira de Identidade Temporária, e revoga os Anexos II e III da Resolução nº 1.007, de 5 de dezembro de 2003. Brasília: CONFEA, 2014c.

CONFEA. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Código de Ética Profissional da Engenharia, da Agronomia, da Geologia, da Geografia e da Meteorologia. 9. ed. Brasília: CONFEA, 2014d.

CONFEA. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Resolução no 1.063, de 16 de março de 2015: Altera a Resolução nº 1.059, de 28 de outubro de 2014, que aprova os modelos de Carteira de Identidade Profissional, de Carteira de Identidade Provisória e de Carteira de Identidade Temporária, e revoga os Anexos II e III da Resolução nº 1.007, de 5 de dezembro de 2003. Brasília: CONFEA, 2015a.

CONFEA. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Resolução no 1.070, de 15 de dezembro de 2015: Dispõe sobre os procedimentos para registro e revisão de registro das instituições de ensino e das entidades de classe de profissionais nos Creas e dá outras providências. Brasília: CONFEA, 2015b.

CONFEA. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Resolução no 1.071, de 15 de dezembro de 2015: Dispõe sobre a composição dos plenários e a instituição de câmaras especializadas dos Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia – Creas e dá outras providências. Brasília: CONFEA, 2015c.

CONFEA. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Resolução no 1.073, de 19 de abril de 2016: Regulamenta a atribuição de títulos, atividades, competências e campos de atuação profissionais aos profissionais registrados no Sistema Confea/Crea para efeito de fiscalização do exercício profissional no âmbito da Engenharia e da Agronomia. Brasília: CONFEA, 2016.

OLIVEIRA, A. M. dos S.; MONTICELI, J. J. (ed.). Geologia de Engenharia e Ambiental. São Paulo: ABGE – Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, v. 1, 2018.

SBG. SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA. Site oficial. 2019. Disponível em: <http://www.sbgeo.org.br/>. Acesso em: 20 jul. 2019.

SILVA, DE P. Vocabulário Jurídico. ed. atual. Nagib Slaibi Filho e Priscila Pereira Vasques Gomes. Rio de Janeiro: Forense, 2012.



O livro “A Geologia na Construção e Desenvolvimento Sustentável do Brasil” é uma iniciativa da Federação Brasileira de Geólogos – Febrageo em conjunto com a Fundação de Apoio à Pesquisa, Ensino e Extensão – Funep, para comemoração dos 40 anos da Febrageo.

O livro apresenta uma descrição histórica do papel da Geologia no desenvolvimento socioeconômico sustentável do Brasil, discutindo alguns dos principais acontecimentos que influenciaram o conhecimento geológico no país em diferentes temas.

O livro busca integrar informações históricas com dados técnico-científicos sobre a evolução do conhecimento geológico no Brasil, avaliando sua situação atual e as perspectivas futuras, principalmente no âmbito do exercício profissional para a construção e o desenvolvimento sustentável do país.

São abordados temas relacionados com: a história do conhecimento geológico no Brasil; o papel da Geologia nas descobertas de petróleo e gás no país; a função da Geologia no desenvolvimento sustentável dos setores de mineração, de águas subterrâneas, de planejamento territorial e riscos ambientais, e aspectos sobre legislação, ensino e exercício profissional da Geologia no Brasil.

A Febrageo, atualmente, congrega 28 entidades regionais representativas constituídas, exclusivamente, de Geólogos(os) ou Engenheiras(os) Geólogos(os), formadas por associações e sindicatos brasileiros, que representam mais de 12 mil profissionais espalhados por todo país.

O livro “A Geologia na Construção e Desenvolvimento Sustentável do Brasil” é uma das ações da Febrageo, no fortalecimento e divulgação da importância da Geologia para a sociedade brasileira. Desejamos uma excelente leitura e convidamos todos profissionais a participarem das entidades estaduais e regionais de Geologia, contribuindo para melhoria técnica e científica do Brasil.

Diretoria da FEBRAGEO

PATROCÍNIO

 **CONFEA**
Conselho Federal de Engenharia e Agronomia

APOIO

REALIZAÇÃO