

PROGRAMA MINERAÇÃO SEGURA E SUSTENTÁVEL

AVALIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DO BRASIL

INFORME DE RECURSOS MINERAIS

SÉRIE ECONOMIA
MINERAL, Nº 02

ESTUDO GEOECONÔMICO DO ESTADO DO CEARÁ

FORTALEZA - 2024

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Alexandre Silveira de Oliveira

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Vitor Eduardo de Almeida Saback

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – SGB

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Inácio Cavalcante Melo Neto

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Francisco Valdir Silveira

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

Alice Silva de Castilho

Diretora de Infraestrutura Geocientífica

Sabrina Soares de Araújo Góis

Diretor de Administração e Finanças

Cassiano de Souza Alves

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Chefe do Departamento de Recursos Minerais

Maisa Bastos Abram

Chefe da Divisão de Economia Mineral e Geologia Exploratória

Ruben Sardou Filho

Chefe da Divisão de Geologia Econômica

Guilherme Ferreira da Silva

Chefe do Departamento de Geologia

Marcelo Esteves Almeida

Chefe do Departamento de Informações Institucionais

Ney Ferreira dos Santos

Chefe da Divisão de Cartografia

Fábio Silva da Costa

Chefe da Divisão de Geoprocessamento

Hiran Silva Dias

Chefe da Divisão de Documentação Técnica

Roberta Pereira da Silva de Paula

Chefe do Departamento de Relações Institucionais e Divulgação

Andrea Sander

Chefe do Núcleo de Comunicação

Heber Vieira de Oliveira

Chefe da Divisão de Editoração Geral

Hemilton Moraes Cunha

RESIDÊNCIA DE FORTALEZA – REFO

Chefe da Residência

Maria da Guia Lima

Assistente de Produção de Geologia e Recursos Minerais

Tercyo Rinaldo Gonçalves Pinéo

SECRETARIAS E AGÊNCIA DO GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

Secretaria de Desenvolvimento Econômico Trabalho e Renda –
SEDET

Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima – **SEMA**

Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará – **ADECE**

AUTARQUIAS DO GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – **IPECE**

Núcleo de Tecnologia e Qualidade Institucional do Ceará – **NUTEC**

SINDICATOS INDUSTRIAIS DO ESTADO DO CEARÁ

Sindicato das Indústrias de Águas, Cervejas e Bebidas em Geral
no Estado do Ceará - **SINDBEBIDAS**

Sindicato das Indústrias de Extração e Beneficiamento de Rochas
para Britagem no Estado do Ceará – **SINDIBRITA**

Sindicato das Indústrias Cerâmicas do Ceará – **SINDCERÂMICA**

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – SGB
DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS
I PROGRAMA MINERAÇÃO SEGURA E SUSTENTÁVEL I

AVALIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DO BRASIL

ESTUDO GEOECONÔMICO DO ESTADO DO CEARÁ

ORGANIZADORES

Edney Smith de Moraes Palheta
Frederico Ricardo F. Rodrigues de Oliveira
Roberto Loreti Junior
Tercyo Rinaldo Gonçalves Pinéo
Maria Dulcinea Madureira Rolim Bessa
Gustavo Alexandre Silva

INFORME DE RECURSOS MINERAIS

Série Economia Mineral, Nº 02



FORTALEZA
2024

PROJETO ESTUDO GEOECONÔMICO DO ESTADO DO CEARÁ

REALIZAÇÃO

Departamento de Recursos Minerais –
DEREM

ORGANIZAÇÃO

Edney Smith de Moraes Palheta
Frederico Ricardo F. Rodrigues de Oliveira
Roberto Loreti Junior
Tercyo Rinaldo Gonçalves Pinéo
Maria Dulcinea Madureira Rolim Bessa
Gustavo Alexandre Silva

SUPERVISÃO

Edney Smith de Moraes Palheta
Gilberto Calaes
Gustavo Alexandre Silva
Maise Bastos Abram
Ruben Sardou Filho

TEXTO EXPLICATIVO

Apresentação

Francisco Valdir Silveira (DGM)

Resumo

Roberto Loreti Junior

Abstract

Roberto Loreti Junior

1. Introdução

Edney Smith de Moraes Palheta
Tercyo Rinaldo Gonçalves Pinéo
Frederico Ricardo F. Rodrigues de Oliveira
Roberto Loreti Junior

2. Contexto Geológico e de Recursos Minerais

Edney Smith de Moraes Palheta
Tercyo Rinaldo Gonçalves Pinéo

3. Ocorrências, Depósitos e Unidades de Produção Mineral

Edney Smith de Moraes Palheta
Tercyo Rinaldo Gonçalves Pinéo
Frederico Ricardo F. Rodrigues de Oliveira

4. Recursos e Reservas Minerais

Edney Smith de Moraes Palheta
Tercyo Rinaldo Gonçalves Pinéo
Frederico Ricardo F. Rodrigues de Oliveira
Paulo César Barbosa Júnior

5. Direitos Minerários

Frederico Ricardo F. Rodrigues de Oliveira
Tercyo Rinaldo Gonçalves Pinéo

6. Indicadores da Mineração Estadual

Frederico Ricardo F. Rodrigues de Oliveira
Tercyo Rinaldo Gonçalves Pinéo
Paulo César Barbosa Júnior

7. Infraestrutura

Frederico Ricardo F. Rodrigues de Oliveira
Tercyo Rinaldo Gonçalves Pinéo
Roberto Loreti Junior

8. Ordenamento Territorial

Frederico Ricardo F. Rodrigues de Oliveira
Tercyo Rinaldo Gonçalves Pinéo
Paulo César Barbosa Júnior

9. Cadeias de Produção Minerointustrial

Edney Smith de Moraes Palheta
Roberto Loreti Junior
Gilberto Calaes

10. Oportunidades de Investimento

Roberto Loreti Junior
Gilberto Calaes

11. Repercussões Atuais e Futuras

Roberto Loreti Junior
Gilberto Calaes
Gustavo Alexandre Silva
Paulo César Barbosa Júnior

12. Diretrizes de Ação

Roberto Loreti Junior
Gilberto Calaes
Gustavo Alexandre Silva

Referências

Tercyo Rinaldo Gonçalves Pinéo
Edney Smith de Moraes Palheta
Frederico Ricardo F. Rodrigues de Oliveira
Roberto Loreti Junior
Paulo César Barbosa Júnior

Anexos

Alex França Lima
Débora Pinho Cavalcante Freire
Edney Smith de Moraes Palheta
Felipe Grandjean da Costa
Iaponira Paiva Gomes
Iramaia Braga Furtado
José Maria Aladim Carvalho Rocha
Tercyo Rinaldo Gonçalves Pinéo

APOIO TÉCNICO

PROJETO GRÁFICO/EDITORAÇÃO

Capa (ASSCOM)

Luiz Fernando do Valle Silvestre

Miolo (DIEDIG)

Andréia Amado Continentino
Agmar Alves Lopes

Diagramação

Clayton Marconi Galvão (ASSCOM/SUREG-RE)

REVISÃO DE TEXTO

Irinéa Barbosa da Silva
Ana Maria Brito da Silva

NORMALIZAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

Isabel Angela dos Santos Matos

COLABORADORES

Daise Araújo dos Santos (estagiária)
Elton Carlos Campos Silva (estagiário)
José Luciano Stropper
Luis Fernando Barbosa de Almeida Musa
Musa Maria Nogueira Gomes (estagiária)
Paloma do Sacramento de Carli
Paulo César Barbosa Júnior
Sarah Karoline Costa Macedo (estagiária)
Vanessa Estrela Santos das Mercês

REVISÃO E CORREÇÕES

Roberto Loreti Junior
Tercyo Rinaldo Gonçalves Pinéo
Edney Smith de Moraes Palheta
Frederico Ricardo F. Rodrigues de Oliveira
Gilberto Calaes
Gustavo Alexandre Silva
Maise Bastos Abram
Ruben Sardou Filho

REVISÃO FINAL

Ruben Sardou Filho

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E82 Estudo geoeconômico do estado do Ceará / Organizadores
Edney Smith de Moraes Palheta ... [et al.]. – Fortaleza : CPRM,
2024.
1 recurso eletrônico : PDF. – (Informe de recursos minerais.
Série economia mineral ; 2)

Avaliação dos recursos minerais do Brasil.
ISBN 978-65-5664-554-4

1.Geologia econômica. 2.Recursos minerais. 3.Economia mineral. I. Palheta, Edney Smith de Moraes (org.). II. Oliveira, Frederico Ricardo F. Rodrigues de (org.). III. Loreti Junior, Roberto (org.). IV. Pinéo, Tercyo Rinaldo Gonçalves (org.). V. Bessa, Maria Dulcinea Madureira Rolim (org.). VI. Silva, Gustavo Alexandre (org.). VII. Título. VIII. Série.

CDD 553

Serviço Geológico do Brasil – SGB

www.sgb.gov.br
seus@sgb.gov.br

Ficha Catalográfica elaborada pela Bibliotecária Teresa Rosenhayme CRB-7/5662

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil – SGB
Permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

APRESENTAÇÃO

No âmbito do Programa Plataforma de Planejamento da Pesquisa e Produção Mineral (Plataforma P3M), que tem por objetivo integrar, sistematizar, analisar e difundir conhecimento e aprendizado requeridos para o planejamento e gestão estratégica da descoberta, avaliação e adequado aproveitamento dos recursos minerais do Brasil, foi constituído o Subprograma de Estudos Geoeconômicos Estaduais (EGEs). Dentre os objetivos específicos da Plataforma P3M, destaca-se a realização de estudos que contribuam para a solução de conflitos de ordenamento territorial, para a avaliação e promoção da competitividade dos principais ambientes geomineiros do país e para o desenvolvimento socioeconômico regional, em bases sustentáveis e competitivas. Por sua vez, os EGEs têm por finalidade geral concentrar e intensificar esforços na pesquisa, na sistematização e análise de dados e nas informações relativas à descoberta e aproveitamento dos depósitos minerais, compreendendo toda a cadeia produtiva que abarca as atividades de pesquisa mineral, mineração (lavra e beneficiamento) e transformação mineral, em cada uma das unidades federativa do país. Dentre os resultados esperados, destacam-se a geração e a disseminação de elementos informativos de suporte ao planejamento estratégico de novos programas e projetos de descoberta, avaliação e aproveitamento de depósitos minerais, seja no âmbito da formulação de políticas públicas ou da tomada de decisões de investimentos empresariais. O estado do Ceará tem despertado o interesse dos investidores do setor mineral. Nos últimos dez anos, houve um aumento de cerca de 240% no número de processos mineiros protocolados na Agência Nacional de Mineração (ANM), com destaque para substâncias minerais de importante valor econômico, como: ouro, platina, ferro, cobre, manganês, grafita, urânio, fosfato, lítio, rochas ornamentais e gemas, dentre outros. Esta potencialidade de oferta de bens minerais, somada aos projetos de infraestrutura, tornam o Ceará um destaque no contexto mineroindustrial do país. Cabe ressaltar que a Ferrovia Transnordestina, com previsão de 1.753 km de extensão, da qual o trecho entre Piauí e o Porto de Pecém, no Ceará, deverá ser entregue até o ano de 2026. Destaca-se, também, o projeto para produção de hidrogênio verde, combustível de fonte energética renovável, não poluente e inesgotável, junto ao Complexo Industrial e Portuário Pecém, que tornará o Ceará um player de porte global na produção, exportação e distribuição desse importante insumo energético. O objetivo de promover o **Estudo Geoeconômico do Estado do Ceará** e, por esta via, impulsionar o desenvolvimento socioeconômico do estado, foi celebrado um Acordo de Cooperação Técnica entre o Serviço Geológico do Brasil (SGB) e o Governo do Estado do Ceará. Como resultado o presente documento apresenta dados e avaliações diversas sobre o panorama atual geoeconômico e mineroindustrial do Ceará, bem como oportunidades de investimentos e diretrizes de ações, além de assinalar as previsíveis repercussões atuais e futuras. Espera-se que este instrumento venha a resultar em ações concretas de melhoria do conhecimento geológico, de agilização dos processos de licença ambiental e de outorga de direitos minerários, de incentivo ao desenvolvimento tecnológico, de ampliação e melhoria dos sistemas de infraestrutura, além de adequada estruturação de fontes de recursos financeiros para o desenvolvimento do setor produtivo mineroindustrial do estado e, assim, fortalecer o desenvolvimento socioeconômico do Ceará em bases sustentáveis e competitivas.

Inácio Cavalcante Melo Neto

Diretor-Presidente

Francisco Valdir Silveira

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

RESUMO

O estado do Ceará destaca-se por sua vocação junto à indústria mineral, produzindo em seu território uma ampla variedade de bens minerais, reflexo da diversidade de unidades geológicas relacionadas à Província Geológica da Borborema. Digno de nota são as substâncias, sejam elas da classe dos minerais não metálicos, com destaque para argilas, calcário e rochas ornamentais, ou da classe dos minerais metálicos, com relevância na produção de ferro e manganês, além de novos projetos potenciais com foco em urânio, fosfato, ouro e lítio, além de hidrogênio verde. Esta Unidade Federativa conta, ainda, com infraestrutura diversificada nos quesitos transporte e energia. No transporte, a construção da Ferrovia Transnordestina, somada à disponibilidade de transporte marítimo pelo Porto de Mucuripe, e, principalmente, pelo Porto de Pecém, são fatores que viabilizam o escoamento de bens produzidos no estado. A produção de energia eólica e, futuramente, a produção de hidrogênio verde, no Complexo Industrial do Pecém, contribuem para atração de investimentos às cadeias produtivas do setor da mineração. Vale destacar o Projeto Santa Quitéria, conduzido pela Galvani Fertilizantes em parceria com a Indústrias Nucleares do Brasil (INB), com o objetivo de viabilizar a mineração de fosfato associado a urânio no município de Santa Quitéria – CE e o Projeto de Fosfato Mandacaru da Harvest Minerals, no município de Mandacaru – CE. O estudo geoeconômico do estado do Ceará tem como finalidade descrever todas as características, sejam de ordem física, natural ou estrutural, e, sobretudo, classificar as cadeias produtivas existentes ou aquelas que demonstrem potencial para se desenvolverem. Por fim, apontar diretrizes básicas para o estabelecimento de ações que envolvam o setor público e o privado, com o intuito de promover impactos estruturantes na sociedade. O Ceará demonstrou ser um estado com boas possibilidades para a concatenação entre as cadeias do setor mineral, aliando-as às cadeias responsáveis por transporte e energia, tornando-as excepcionalmente competitivas.

ABSTRACT

The state of Ceará stands out for its vocation to the mineral industry, producing a wide variety of mineral goods in its territory, reflecting the diversity of geological units, characteristic of the Borborema Province. These include non-metallic minerals such as clay, limestone and ornamental rocks, and metallic minerals such as iron and manganese, as well as potential new projects focusing on uranium, phosphate, gold and lithium, as well as green hydrogen. This federal unit also has a diversified transport and energy infrastructure. In terms of transport, the construction of the Transnordestina railroad, together with the availability of maritime transport through the Port of Mucuripe, and especially the Port of Pecém are factors that make it possible to transport goods produced in the state. As well as the production of wind energy and, in the future, the production of green hydrogen at the Pecém Industrial Complex, these factors are helping to attract investment to the production chains in the mining sector. It is also worth highlighting the Santa Quitéria Project, led by Galvani Fertilizantes in partnership with Indústrias Nucleares do Brasil (INB) with the aim of enabling the mining of phosphate associated with uranium in the Municipality of Santa Quitéria/CE And Harvest Minerals' Mandacaru Phosphate Project, in the municipality of Mandacarú/CE. The geoeconomic study of the state of Ceará only aims to describe all the characteristics, whether physical natural or structural, but above all to classify the existing production chains or those that show potential for development. Finally, we intend to point out basic guidelines for establishing actions that involve the public and private sectors, with the aim of promoting structuring impacts on society. Ceará has shown itself to be a state with good possibilities for linking the chains of the mineral sector and the chains responsible for transportation and energy, making them exceptionally competitive.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. CONTEXTO GEOLÓGICO E DE RECURSOS MINERAIS	9
3. OCORRÊNCIAS, DEPÓSITOS E UNIDADES DE PRODUÇÃO MINERAL	11
4. RECURSOS E RESERVAS MINERAIS	13
5. DIREITOS MINERÁRIOS	15
6. INDICADORES DA MINERAÇÃO ESTADUAL	20
6.1. VALOR E PRODUÇÃO MINERAL BRUTA	20
6.2. VALOR E PRODUÇÃO MINERAL BENEFICIADA	20
6.3. COMÉRCIO EXTERIOR DE BENS MINERAIS	20
6.4. INVESTIMENTOS.....	21
6.5. MÃO DE OBRA	21
6.6. ARRECADAÇÃO DE TRIBUTOS	22
6.7. INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS.....	23
7. INFRAESTRUTURA	24
7.1. TRANSPORTE.....	24
7.2. RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS	26
7.3. ENERGIA	26
7.4. COMUNICAÇÃO	27
8. ORDENAMENTO TERRITORIAL.....	28
8.1. ZONEAMENTO DO TERRITÓRIO E A MINERAÇÃO ESTADUAL	28
8.2. PLANOS DIRETORES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	28
8.2.1. Situação no estado do Ceará.....	29
8.3. POLÍTICA AMBIENTAL	30
8.4. O PROCESSO DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL	32
9. CADEIAS DE PRODUÇÃO MINEROINDUSTRIAL.....	34
9.1. ROCHAS ORNAMENTAIS	34
9.2. AGREGADOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL	34
9.3. CIMENTO	35
9.4. CERÂMICA.....	35
9.5. GIPSITA	36
9.6. MAGNESITA.....	37
9.7. SIDERURGIA.....	37
9.8. ÁGUA MINERAL	37
10. OPORTUNIDADES DE INVESTIMENTO	39
10.1. OPORTUNIDADES MADURAS.....	39
10.1.1. Indústria de beneficiamento de rochas ornamentais	39
10.1.2. Indústria de agregados para construção civil (brita e areia)	39
10.1.3. Indústria Cerâmica.....	39
10.1.3.1. Pisos e revestimentos.....	40

10.1.3.2. Cerâmica estrutural.....	40
10.1.4. Indústria cimenteira/calcário	40
10.1.5. Indústria de insumo de gesso	40
10.1.6. Indústria da magnesita	40
10.1.7. Indústria siderúrgica	41
10.1.8. Indústria de água mineral.....	41
10.2. OPORTUNIDADES EM DESENVOLVIMENTO.....	41
10.2.1. Manganês	41
10.2.2. Insumos para energia nuclear (urânio) e fertilizante (fosfato).....	41
10.2.3. Extração de ouro	42
10.2.4. Extração de platina/paládio/níquel/cobre/cobalto/cromo/ouro	42
10.2.5. Extração de Vanádio/Titânio/Ferro.....	42
10.3. OPORTUNIDADES POTENCIAIS	42
10.3.1. Extração de grafita	42
10.3.2. Extração de lítio, tântalo e nióbio	42
10.3.3. Quartzo.....	43
10.3.4. Extração de gema	43
10.3.5. Extração de cobre.....	43
11. REPERCUSSÕES ATUAIS E FUTURAS	44
12. DIRETRIZES DE AÇÃO.....	46
12.1. DIRETRIZES DE CARÁTER GERAL.....	46
12.2. DIRETRIZES DE CARÁTER ESPECÍFICO	47
12.2.1. Programa de Mapeamento Geológico e Prospecção Regional	47
12.2.2. Programa de Desenvolvimento de Infraestruturas	48
12.2.3. Programa de Desenvolvimento de Recursos Humanos	48
12.2.4. Programa de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável	48
12.2.5. Programas Setoriais Estruturantes	49
REFERÊNCIAS.....	51
ANEXOS	55

1. INTRODUÇÃO

O Ceará é o terceiro maior estado da Região Nordeste, possuindo uma área de 148.825,6 km², com 184 municípios (Figura 1.1). De acordo com o IBGE, possui população, projetada para o ano de 2023, de 9.342.908 habitantes, sendo o terceiro estado mais populoso da Região Nordeste e o oitavo do Brasil.

O setor minerológico é um segmento fundamental para atrair novos investimentos. As entidades governamentais têm observado a importância do desenvolvimento da mineração, por se tratar de um setor que contribui para a melhoria das condições socioeconômicas

do estado, principalmente, da população do Sertão semi-árido, a maior região, mas com poucas oportunidades e portadora de notável potencial mineral.

Este estudo apresenta o panorama geoeconômico e minerológico do Ceará, com o intuito de disseminar conhecimento que favoreça o desenvolvimento do setor mineral no estado. O estudo caracteriza as principais cadeias produtivas de base mineral, identifica suas possíveis deficiências, assinala oportunidades de negócio e define proposições de ações para o direcionamento de políticas públicas orientadas para estimular o desenvolvimento do setor.

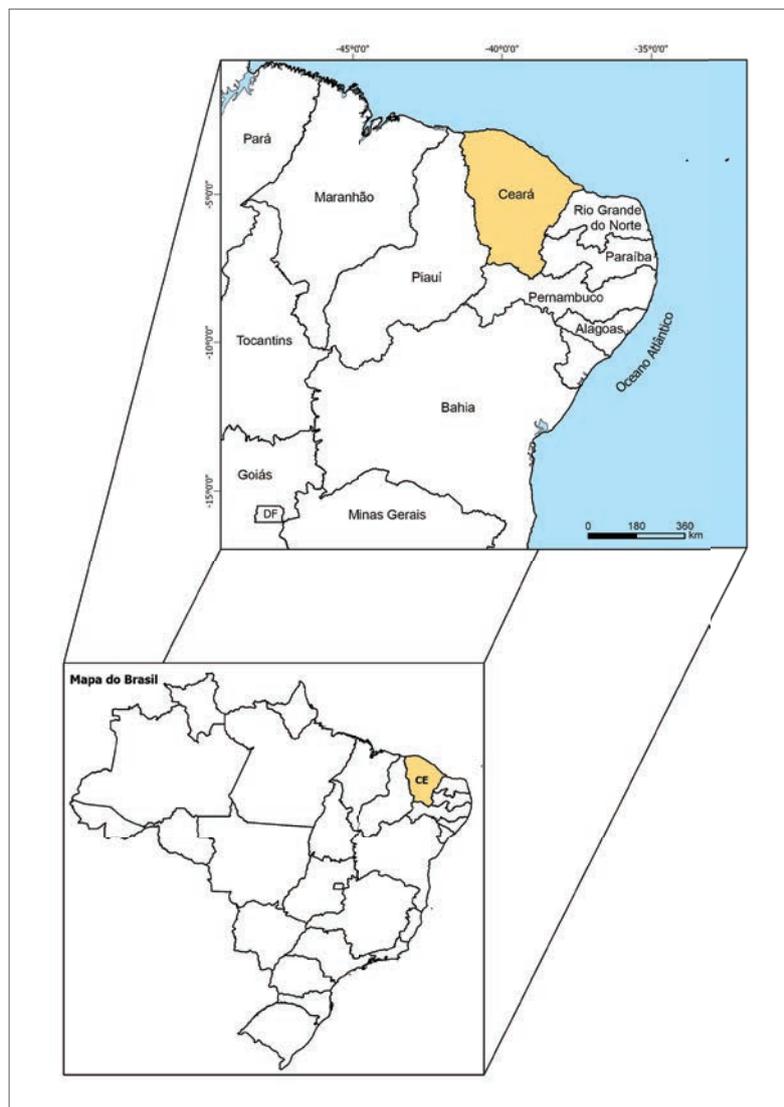


Figura 1.1 - Localização do estado do Ceará. Elaboração: Daíse Araújo dos Santos.

2. CONTEXTO GEOLÓGICO E DE RECURSOS MINERAIS

O estado do Ceará está inserido nos domínios Médio Coreau, Ceará Central, Jaguaribeano, Rio Piranhas-Seridó (pertencentes à Zona Setentrional) e, na Zona Transversal, constituintes da Província Borborema, além de porções menores contidas nas províncias Parnaíba e Costeira (Figura 2.1).

O substrato rochoso do estado é formado por cerca de 70% de rochas cristalinas, de idades arqueanas, paleoproterozoicas e neoproterozoicas, e o restante por rochas sedimentares fanerozoicas. O embasamento cristalino é constituído por rochas migmatíticas, gnaisses, xistos, quartzitos, mármores e granitoides. Dentre as diversas

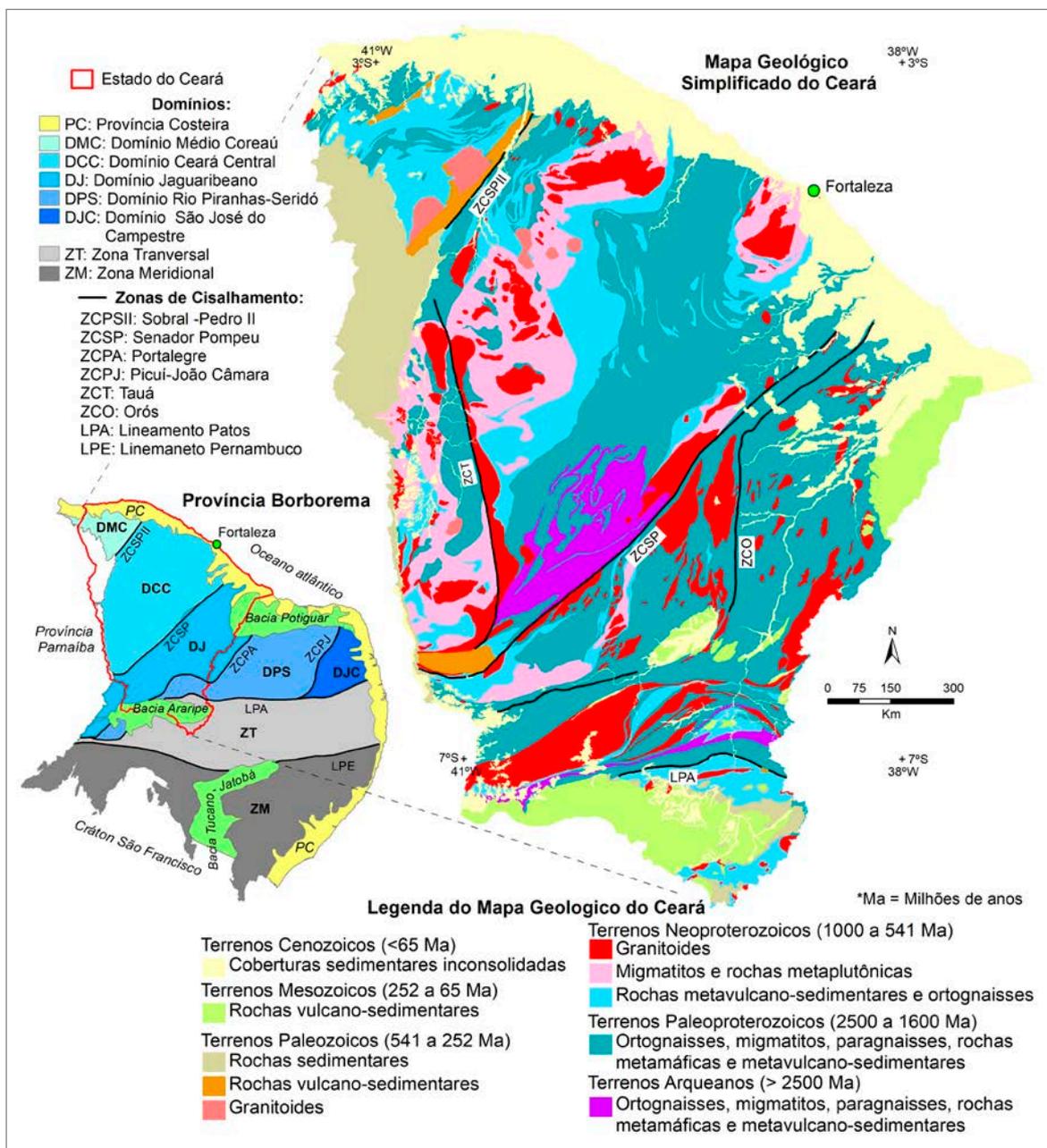


Figura 2.1 - Província Borborema e mapa geológico simplificado do estado do Ceará.

Fonte: Província Borborema: adaptado de Medeiros *et al.*, 2017; Mapa Geológico do Ceará: modificado de Pinéo *et al.*, 2020.

substâncias minerais conhecidas (Tabela 2.1, Anexos 01 e 03), destaca-se o urânio com fosfato associado da Mina de Itataia, localizada no município de Santa Quitéria, que ocorre sob a forma de colofanito uranífero, encaixado em mármores e rochas calcissilicáticas que compõem o Grupo Ceará, além de epissienitos neoproterozoicos (MENDONÇA *et al.* 1985; CAVALCANTI; BESSA, 2011).

As bacias sedimentares são constituídas por conglomerados, arenitos, argilitos e calcários, além da existência de coberturas sedimentares inconsolidadas do Cenozoico (Figura 2.1). Aliado a isso, é importante destacar que durante a Era Mesozoica foram desenvolvidas

uma série de bacias sedimentares inferiores do tipo rift, por exemplo, a Bacia do Araripe, Riacho São Lourenço, Rio do Peixe, Iguatu, Sitiá e Potiguar. Assim, algumas possuem um potencial importante na ocorrência de recursos minerais, dentre eles: cobre e ferro (tipo IOCG), nas bacias Jaibaras e Cococi; gipsita, com a implementação na construção civil para revestimento; as ocorrências de chumbo e folhelho pirobetuminoso, na Bacia do Araripe, e os hidrocarbonetos, na Bacia do Potiguar (PINÉO; PALHETA, 2021). A Tabela 2.1 relaciona as principais substâncias minerais, com os domínios tectônicos e as rochas do Ceará.

Tabela 2.1 - Principais substâncias minerais, segundo domínios tectônicos do Ceará.

DOMÍNIO	IDADE	ROCHA	SUBSTÂNCIA MINERAL
Cobertura sedimentar	CZ	Areia, cascalho, arenito e conglomerado	Areia, argila, calcário, diatomita, foforito e turfa
Bacia sedimentar	M	Arenito, gipsita e folhelho	Argila, celestita, chumbo, diatomita e gipsita
		Calcário	Calcário
DPS	CO	Arenito, siltito e rocha vulcânica	Cobre
	NP	Xisto e rocha vulcânica	Cobre, chumbo e ferro
DJ	NP	Pegmatito	Berilo, feldspato, lítio, quartzo e turmalina
		Granitoide	Rocha ornamental
		Xisto, filito e mármore	Calcário, ferro, grafita e ouro
	PP	Ortognaisse	Cobre e ferro
		Paragnaisse, xisto, mármore, magnesita e rocha máfica	Amianto, asbesto, calcário, cianita, cobre, estanho, ferro, grafita, magnesita, manganês, talco, tungstênio e vermiculita
A	Ortognaisse, paragnaisse, mármore e rocha ultramáfica	Amianto, asbesto, calcário, ferro e talco	
DCC	O	Granitoide	Rocha ornamental
	CO	Arenito, siltito e rocha vulcânica	Bário e cobre
	C	Granitoide	Rocha ornamental
	NP	Granitoide e sienitos	Rocha ornamental, rocha para brita, urânio e fosfato
		Mármore	calcário, fosfato, mármore e urânio
		Xisto, quartzito e rocha máfica	Amianto, caulim, cromo, ferro, manganês, níquel, talco e vermiculita
	PP	Diatexito	Grafita, manganês
		Rocha máfica-ultramáfica	Ouro, cromo, planitoides e vanádio
		Paragnaisse, mármore e rocha máfica	Amianto, calcário, ferro, grafita, manganês, ouro, platinoides, talco e titânio
A	Ortognaisse, paragnaisse, mármore e rocha máfica e ultramáfica	Amianto, calcário, cobre, cromo, ferro, talco e vermiculita	
DMC	CO	Arenito, conglomerado e rocha vulcânica	Cobre, ferro e rochas ornamentais
	C	Granito	Rocha ornamental
	NP	Mármore	Calcário e ferro
		Xisto e filito	Chumbo-cobre-prata-zinco, ferro e manganês
		Quartzito	Rocha ornamental
	PP	Paragnaisse e mármore	Calcário, ferro e grafita

Fonte: Pinéo *et al.* (2020). Observação: Domínios: DMC = Domínio Médio Coreau, DCC = Domínio Ceará Central, DJ = Domínio Jaguaribeano e DPS = Domínio Rio Piranhas-Seridó. Sigla de idades: A = Arqueano, PP = Paleoproterozoico, NP = Neoproterozoico, C = Cambriano, CO = Cambriano-Orodviciano, M = Mesozoico e CZ = Cenozoico.

3. OCORRÊNCIAS, DEPÓSITOS E UNIDADES DE PRODUÇÃO MINERAL

Os dados sobre ocorrências, depósitos e unidades de produção mineral foram extraídos do banco de dados GeoSGB, do SGB. Há predomínio de substâncias classificadas como rochas e minerais industriais,

seguidas de material de uso na construção civil, metais ferrosos, metais não ferrosos e gemas, com quantidades menores de metais nobres, minerais energéticos e insumos para a agricultura (Figuras 3.1 e 3.2). No Anexo 1, há uma descrição das substâncias minerais conhecidas no estado do Ceará.

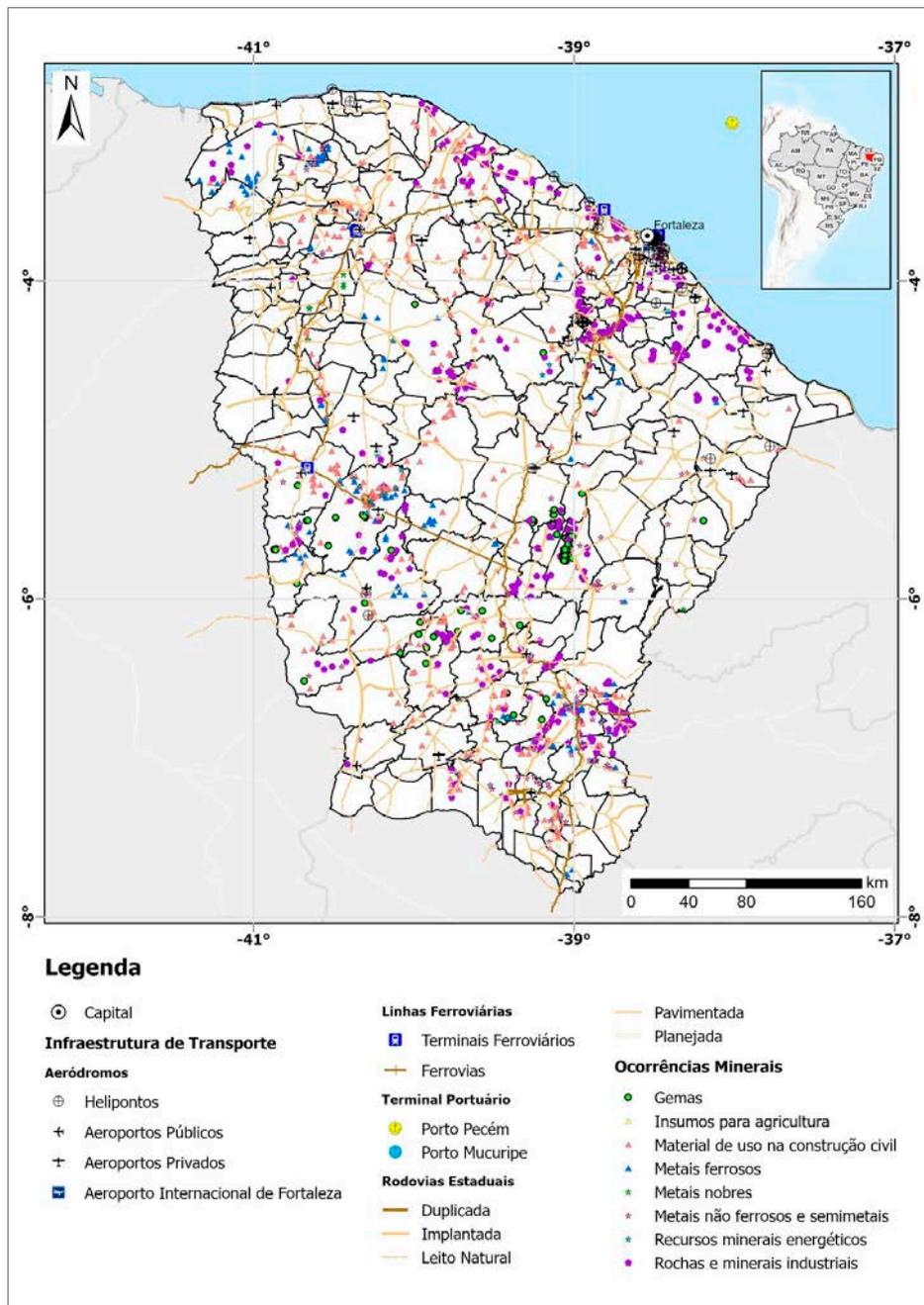


Figura 3.1 - Distribuição de ocorrências e depósitos minerais do estado do Ceará, segundo as classes de substâncias. Fontes: SGB, 2023 (dados processados pela Plataforma P3M)

Dentre as substâncias classificadas como minerais energéticos e insumos para a agricultura, destaca-se o urânio com fosfato associado, da Mina de Itataia, localizada no município de Santa Quitéria. Essa mina corresponde

à maior reserva de urânio do país, com potencial para a produção de pastilhas nucleares, que servirão para gerar energia, bem como a produção de fertilizantes, um dos principais insumos para atividades agrícolas.

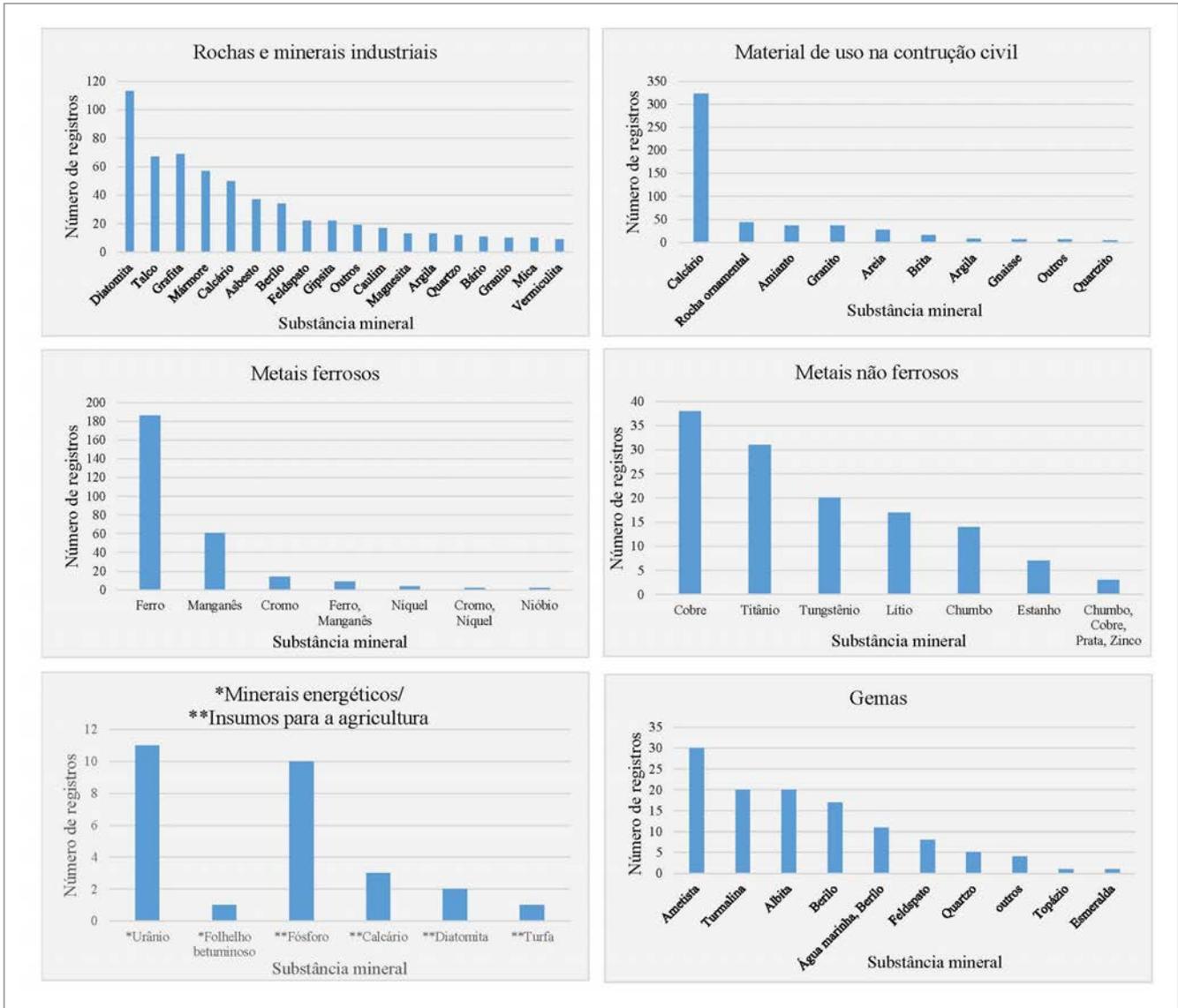


Figura 3.2 - Número de registros de classes de substâncias minerais do Ceará.

Fonte: SGB, 2023 (dados processados pela equipe SGB), Fragomeni, 2022 (fósforo), Cavalcanti; Bessa, 2011(urânio).

4. RECURSOS E RESERVAS MINERAIS

O estado do Ceará possui unidades de produção mineral em 38% dos seus municípios, distribuídos por todas as mesorregiões (Figura 4.1). Dados do Anuário Mineral Interativo do Estado do Ceará, ANM (2024b), revelam que existem 362 minas ativas no estado, com tamanhos que variam de micro a grande. A produção bruta totaliza 14,2 milhões de toneladas, com valor de comercialização de 0,46 bilhões de reais. Além disso, a produção beneficiada atinge 8,75 milhões de toneladas, com valor de comercialização de 0,56 bilhões de reais. O gráfico da Figura 4.2 representa as reservas minerais medidas das dez substâncias minerais mais representativas, com base nos dados de massa medida da ANM, referente ao ano de 2020.

No que se refere à abordagem dos termos recursos e reservas, cabe ressaltar que a regulamentação específica (art 9º, §4º, do Decreto 9.406, de 2018, e a Resolução ANM nº 94, de 07/02/2022) estabelece um

longo período de transição da antiga para a nova base conceitual. Destarte, as correspondentes informações assinaladas ao longo deste capítulo encontram-se referenciadas à regulamentação anterior (reservas medidas, indicadas e inferidas) e não à atual (reservas provadas e prováveis e recursos medidos, indicados e inferidos).

As reservas minerais do estado do Ceará, referentes ao ano-base 2018, foram compiladas do Anuário Mineral Estadual, publicado pela ANM, Brasil (2020), e estão apresentadas na Tabela 4.1. Destacam-se as reservas de calcário e de rochas ornamentais, bem como as de ferro, entre os minerais metálicos.

A Mina de Itataia corresponde à maior reserva de urânio com fosfato associado do país. A reserva medida de urânio é de 78.903 toneladas (Tabela 4.1; ANM, 2020), com estimativa de produzir anualmente 2,3 mil toneladas de concentrado de urânio, 1,05 milhão de toneladas de fertilizantes fosfatados e 220 mil toneladas de fosfato bicálcico.

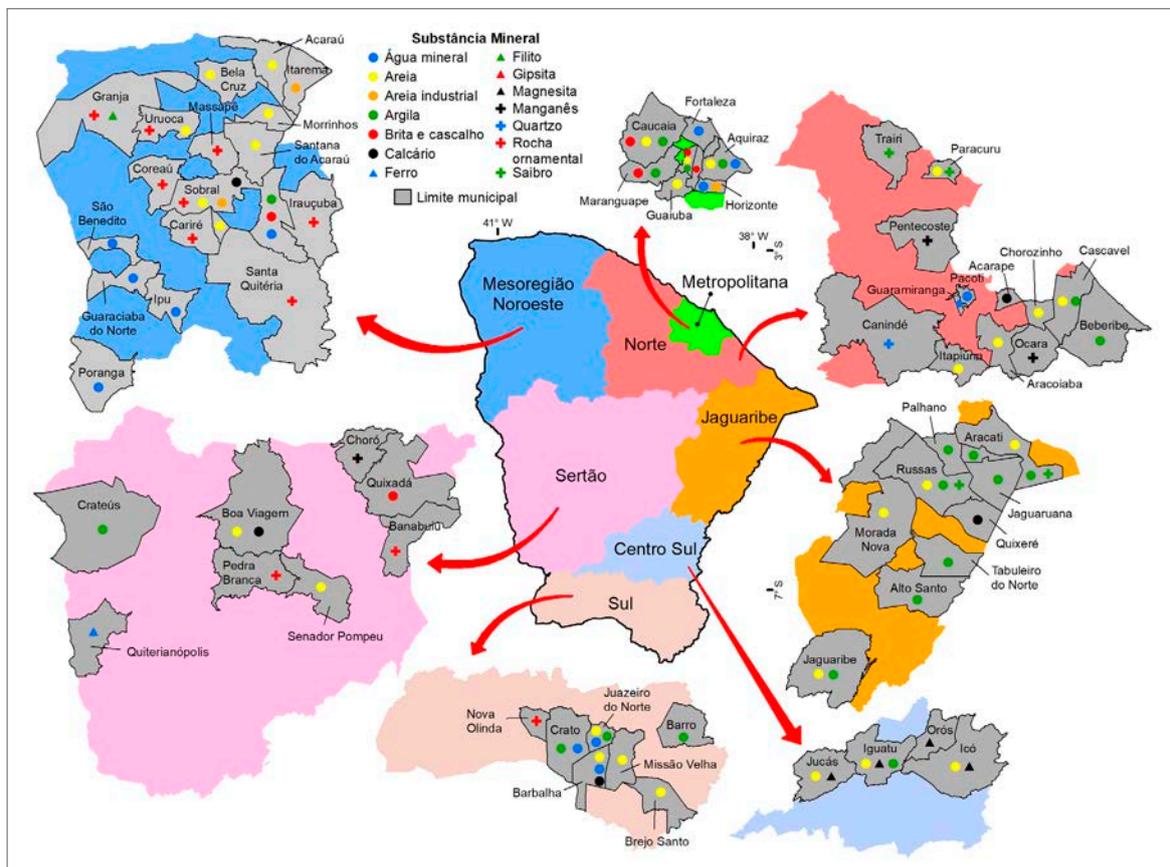


Figura 4.1 - Mesorregiões do Ceará com a localização das unidades de produção mineral, classificadas por substância. Fonte: ANM, 2020 (ano base 2018)

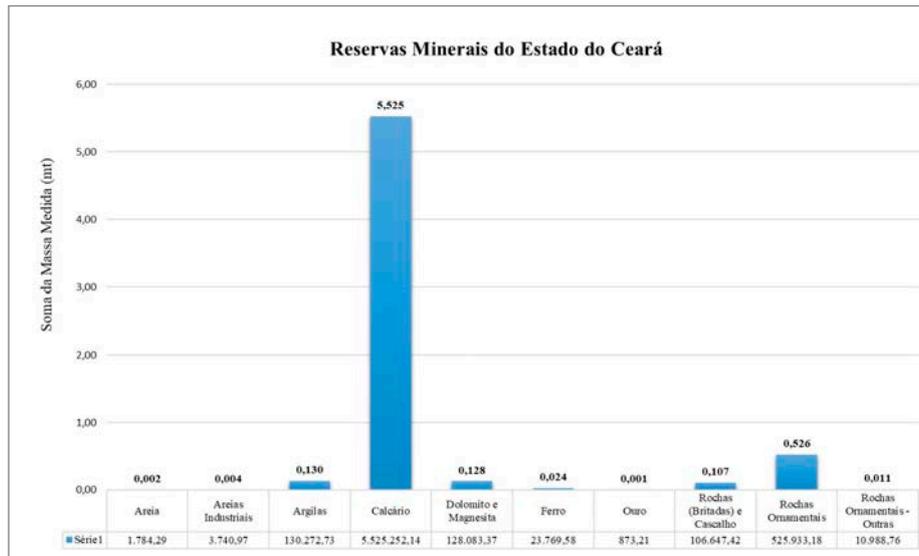


Figura 4.2 - Reservas medidas das dez substâncias minerais mais representativas do estado do Ceará.
Fonte: ANM, 2024b (dados processados pela Plataforma P3M).

Tabela 4.1 - Reservas minerais do estado do Ceará. Fonte: ANM, 2020.

CLASSE	SUBSTÂNCIA MINERAL	RESERVAS			UNIDADE
		Medida	Indicada	Inferida	
Metálicos	Cobre	835.986	0	0	t
	Ferro	119.253.501	23.769.580	0	t
	Manganês	901.309	234.339	0	t
	Ouro	574	1.487	0	kg
Não metálicos	Areia Industrial	56.796.301	3.659.066	2.009.269	t
	Quartzo	651.436	0	114.527	t
	Argilas Comuns	277.782.290	130.272.728	641.507	t
	Argilas Plásticas	5.068.086	0	0	t
	Tufo Vulcânico	4.530.354	0	0	t
	Calcário	8.606.827.562	6.651.159.283	1.774.604.021	t
	Calcita	8.424	33.696	0	t
	Diatomita	283.940	0	0	t
	Dolomito	31.620.426	11.866.085	0	t
	Magnesita	113.372.014	61.367.287	134.750.000	t
	Feldspato	554.687	64.992	0	t
	Fosfato	8.767.000	0	0	t
	Gipsita	3.560.274	0	0	t
	Grafita	79.397	6.599	208	t
Mica	10.812	3.007	0	t	
Filito	27.077.230	0	0	t	
Rochas ornamentais	Ardósia	972.000	2.430.000	0	t
	Arenito Ornamental	99.711.208	35.973.794	54.571.055	t
	Granito, Gnaiss e afins	1.184.804.130	235.623	327.014.789	t
	Mármore e afins	137.889.785	585.096	0	t
	Quartzito Ornamental	1.117.136.562	58.851.990	14.979.824	t
Pedra de Talhe, Pedra Sabão, Basalto, etc.	201.686.767	35.847.380	6.373.229	t	
Energéticos	Urânio	78.903	0	0	t

5. DIREITOS MINERÁRIOS

Os direitos minerários compreendem outorgas de pesquisa e lavra de bens minerais, em conformidade com requisitos técnicos, jurídicos e econômicos previstos no sistema regulatório vigente. Neste capítulo, apresenta-se o panorama geral sobre os direitos minerários do estado do Ceará, tomando-se como base dados obtidos no sistema cadastro mineiro da Agência Nacional de Mineração (ANM).

No estado do Ceará, até janeiro de 2024, havia 7.515 processos ativos na ANM (Tabela 5.1). Dentre esses, aproximadamente 45% estão em fase de pesquisa mineral, 17% correspondem a títulos de lavra e os restantes 37,41% estão em outras fases. Vale ressaltar que cerca de 12% dos direitos minerários do estado representam áreas promissoras que estão prestes a se tornarem empreendimentos minerários (Figura 5.1).

Tabela 5.1 - Direitos minerários no estado do Ceará segundo fases dos processos. Fonte: ANM, 2024a (dados processados pela equipe SGB).

FASE DO PROCESSO	QUANTIDADE	PORCENTAGEM
Apto para disponibilidade	488	6,49%
Disponibilidade	384	5,11%
Requerimentos para pesquisa	1.011	13,45%
Pesquisa	3.399	45,23%
Expectativa de outorga de lavra - outros regimes	504	6,71%
Expectativa de outorga de lavra - regime de concessão	424	5,64%
Lavra	1.305	17,37%
Total Geral	7.515	100%

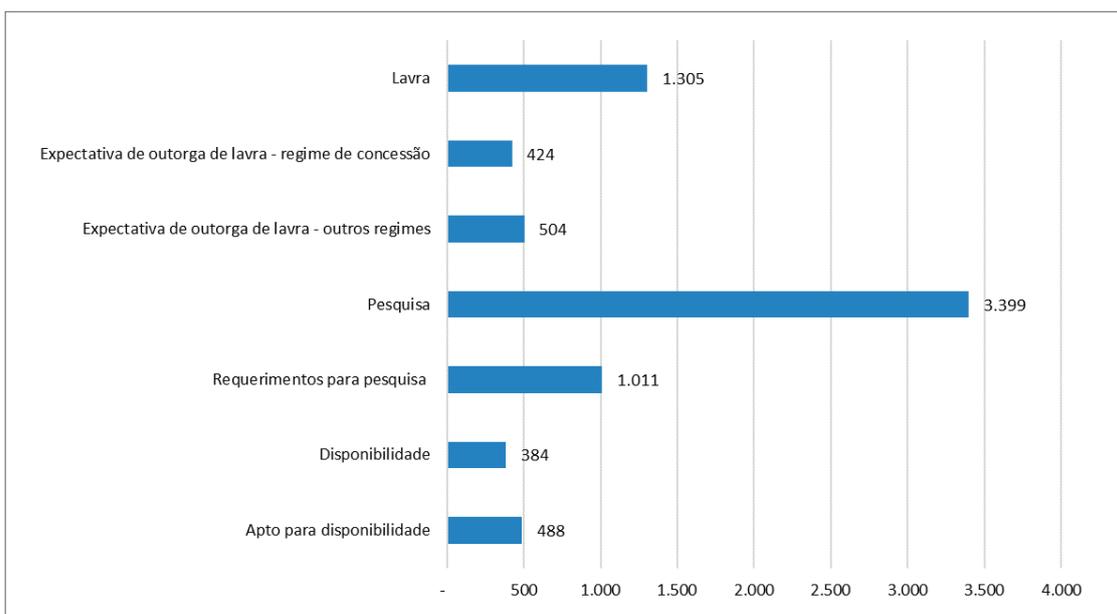


Figura 5.1 - Direitos minerários segundo as fases dos processos. Fonte: ANM, 2024a (dados processados pela equipe SGB).

As regiões noroeste e centro-sul concentram o maior número de processos minerários, embora haja outras concentrações significativas nas regiões centro

e leste do estado, principalmente no tocante às fases de lavra e expectativa de outorga de lavra (regime de concessão) (Figura 5.2).

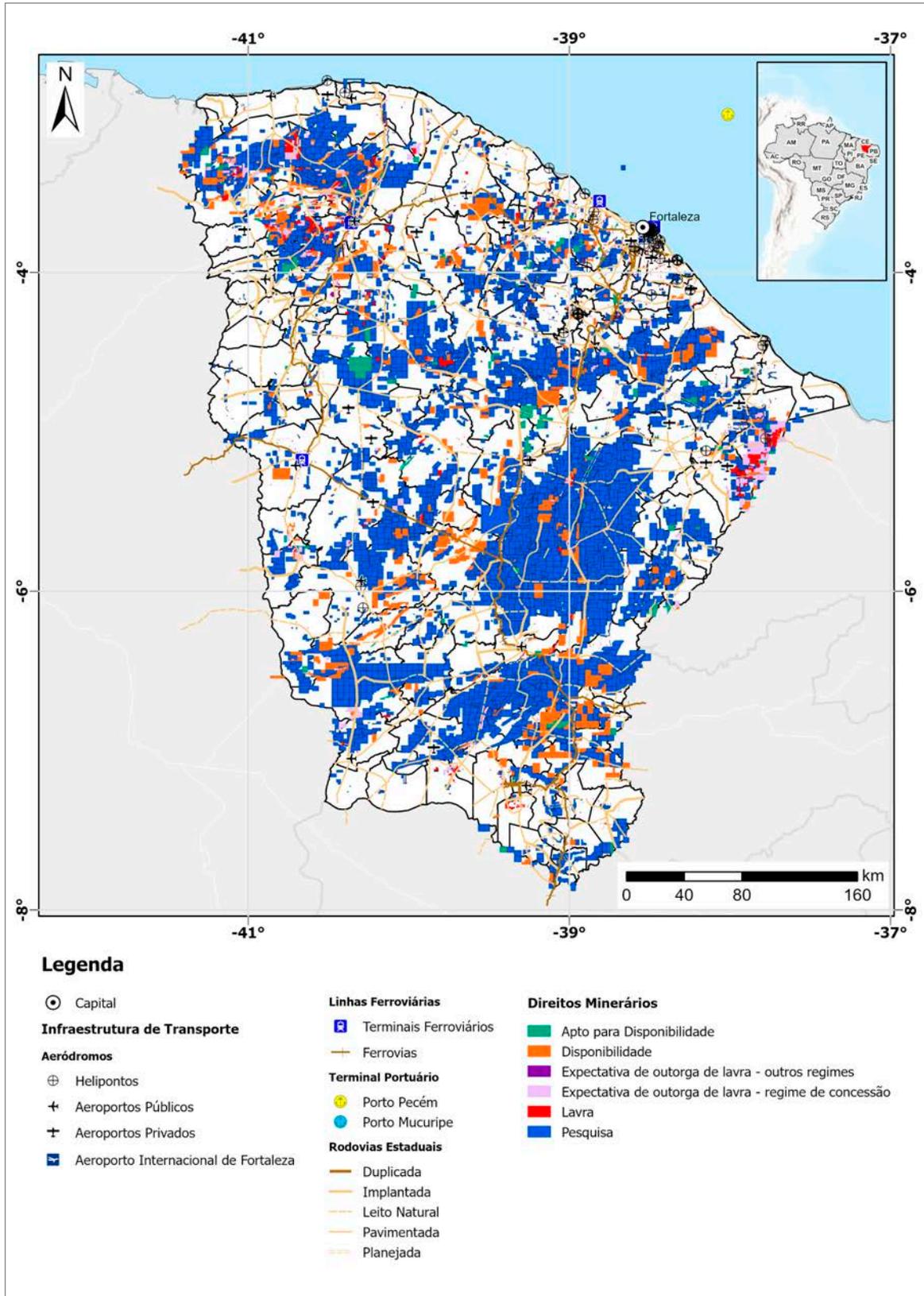


Figura 5.2 - Mapa de distribuição de direitos minerários no estado do Ceará, organizados segundo fases do processo minerário. Fonte: ANM, 2024a (dados processados pela equipe SGB e pela Plataforma P3M).

Os processos de direitos minerários em fase de disponibilidade ou aptos para a disponibilidade estão concentrados nas porções sul e noroeste do estado, mas há processos minerários distribuídos em todo o estado (Figura 5.3).

Atualmente, no estado do Ceará, há 864 processos minerários em fase de expectativa de outorga de lavra, relacionados à concessão de lavra ou a outros regimes (Figura 5.4), destacando-se os de construção civil, com 321, e os industriais, com 175.

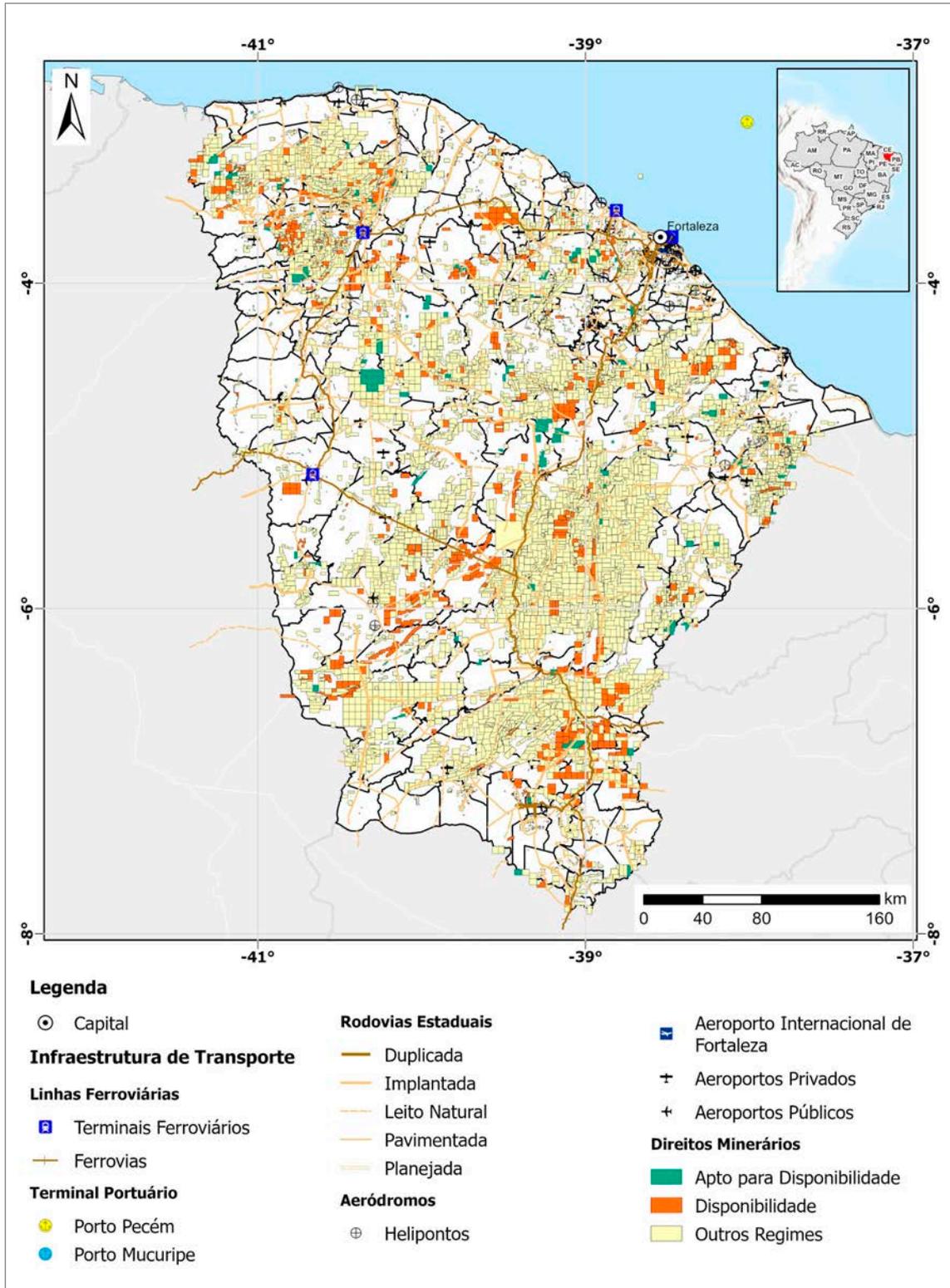


Figura 5.3 - Mapa de distribuição de direitos minerários ativos no estado do Ceará, com destaque para os direitos minerários em disponibilidade e aptos para disponibilidade. Fonte: ANM, 2024a (dados processados pela equipe SGB e pela Plataforma P3M).

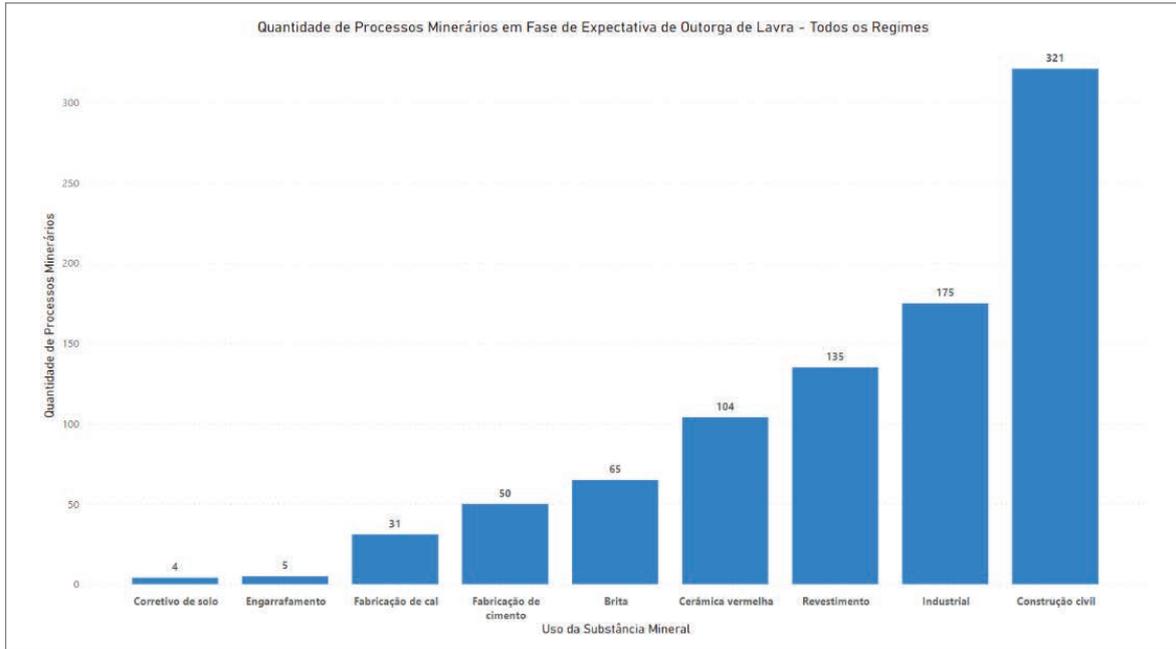


Figura 5.4 - Direitos minerários em fase de expectativa de outorga de lavra (todos os regimes) no estado do Ceará, segundo perspectivas de utilização. Fonte: ANM, 2024a (dados processados pela Plataforma P3M).

A Figura 5.5 apresenta as substâncias minerais de uso industrial, com destaque para a argila, que possui 52 processos minerários. No segmento de revestimentos, o quartzito se destaca com 72 processos minerários, seguido pelo granito com 68 processos.

A Figura 5.6 aponta as substâncias minerais em diferentes classes de uso. Na categoria de brita, o granito se destaca com 44 processos minerários; para a cerâmica vermelha, a argila lidera com 104 processos

minerários. No setor da construção civil, a areia é a protagonista, contando com 261 processos minerários.

A Figura 5.7 evidencia a diversidade de substâncias minerais em várias categorias de aplicação. O calcário se destaca com quatro processos minerários para corretivo de solo e a água mineral para engarrafamento com cinco. Na fabricação de cal e de cimento, o calcário lidera com 17 e 38 processos minerários, respectivamente.

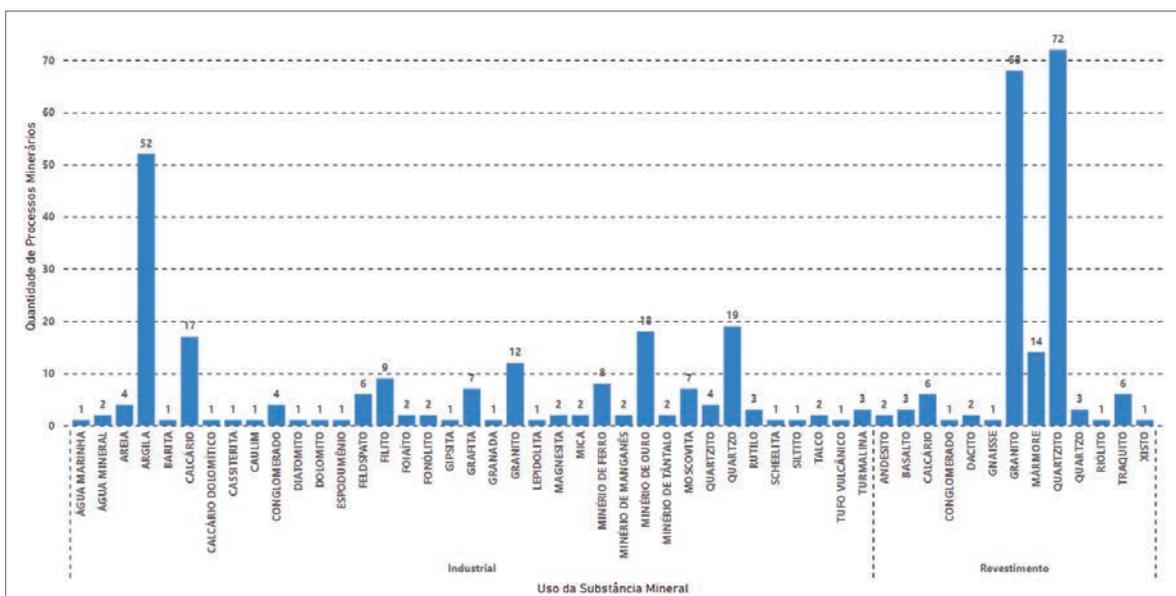


Figura 5.5 - Direitos minerários em fase de expectativa de outorga de lavra (todos os regimes) no estado do Ceará, segundo perspectivas de utilização para uso industrial e revestimento. Fonte: ANM, 2024a (dados processados pela equipe SGB e pela Plataforma P3M)

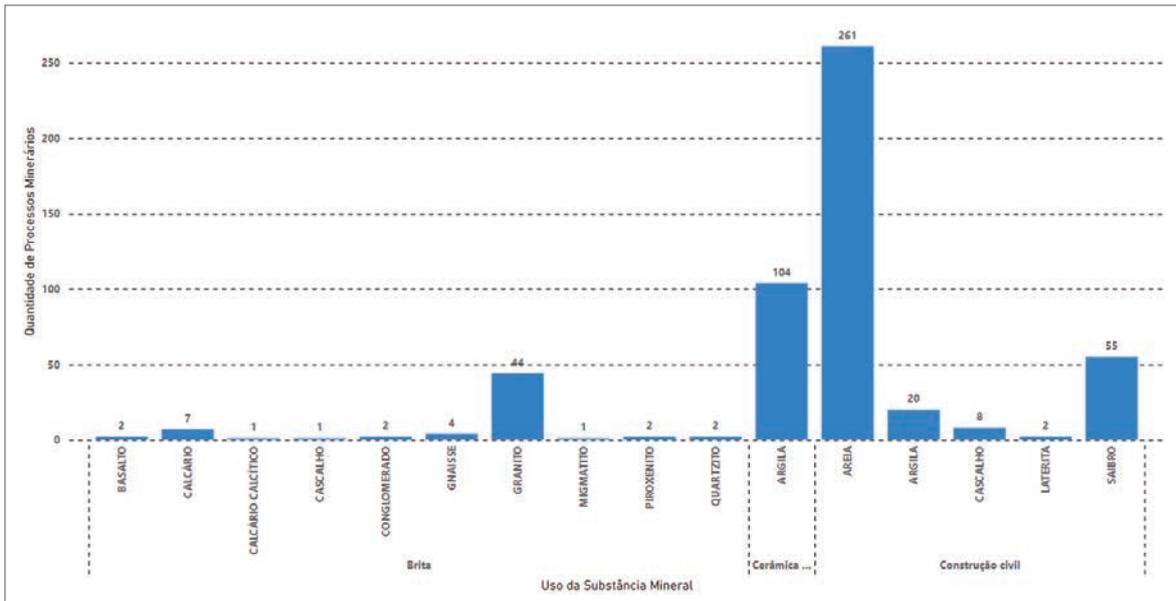


Figura 5.6 - Direitos minerários em fase de expectativa de outorga de lavra (todos os regimes) no estado do Ceará, segundo perspectivas de utilização para uso brita, cerâmica vermelha e construção civil. Fonte: ANM, 2024a (dados processados pela Plataforma P3M).

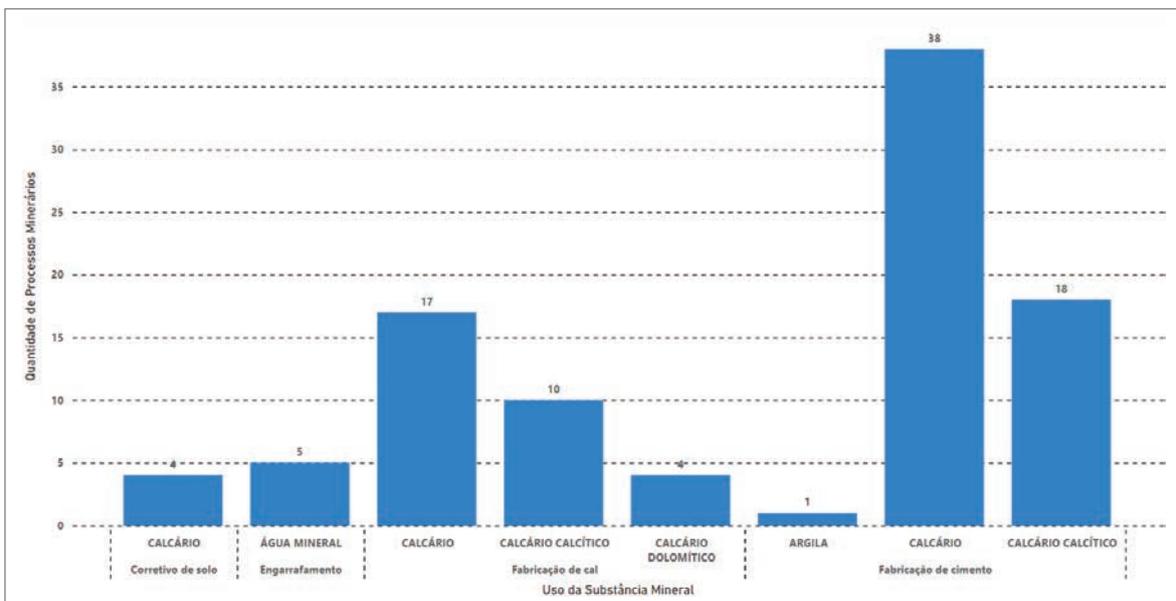


Figura 5.7 - Direitos minerários em fase de expectativa de outorga de lavra (todos os regimes) no estado do Ceará, segundo perspectivas de utilização para corretivo de solo, engarrafamento, fabricação de cal e de cimento. Fonte: ANM, 2024a (dados processados pela Plataforma P3M).

6. INDICADORES DA MINERAÇÃO ESTADUAL

6.1. VALOR E PRODUÇÃO MINERAL BRUTA

Os dados disponibilizados de produção mineral do estado do Ceará foram fornecidos pela ANM, por meio do Anuário Mineral Brasileiro Interativo, ano-base 2023. Em 2023, a produção mineral bruta (ROM) totalizou 14,4 milhões t, com destaque para calcário, rochas britadas e cascalho, argilas, areia, dolomito e magnesita. No que toca ao valor da produção, no mesmo ano, totalizou R\$ 463,7 milhões, destacando-se rochas ornamentais, calcário, areia, dolomito e magnesita, rochas (britadas e cascalho) (Tabela 6.1).

Tabela 6.1 - Valor e produção de minério bruto (ROM) do estado do Ceará em 2023, segundo classes de substâncias. Fonte: ANM, 2024b (dados processados pela Plataforma P3M).

SUBSTÂNCIA MINERAL	VALOR (R\$)	QUANTIDADE ROM (t)
Calcário	27.310.620,62	6.141.136,35
Argilas	11.774.387,11	1.302.641,94
Rochas (Britadas e Cascalho)	13.607.776,86	5.341.412,99
Areia	16.339.466,44	714.146,34
Rochas Ornamentais	372.733.238,75	216.369,79
Saibro	302.856,76	18.163,23
Dolomito e Magnesita	14.027.463,16	339.207,40
Manganês	-	128.753,00
Ferro	-	4.233,00
Gipsita	2.185.451,94	40.191,45
Areias Industriais	5.443.239,08	157.018,20
Total	463.724.500,72	14.403.273,69

6.2. VALOR E PRODUÇÃO MINERAL BENEFICIADA

Os dados sobre o valor e produção mineral beneficiada do estado do Ceará foram fornecidos pela ANM, por meio do Anuário Mineral Brasileiro Interativo, ano-base 2023, que estão divididos em classes de minerais metálicos e não metálicos. Em 2023, a produção mineral beneficiada totalizou 8,9 milhões t, com destaque para rochas (britadas e cascalho) e calcário.

Tabela 6.2 - Valor e produção de minério beneficiado do estado do Ceará em 2023, segundo classes de substâncias. Fonte: ANM, 2024b (dados processados pela Plataforma P3M).

SUBSTÂNCIA MINERAL	VALOR (R\$)	QUANTIDADE ROM (t)
Calcário	216.230.692,82	469.880,04
Argilas	20.296.146,26	206.258,30
Rochas (Britadas e Cascalho)	269.782.375,66	4.695.880,04
Rochas Ornamentais	27.042.732,75	19.331,00
Manganês	24.522.817,91	86.605,00
Areias Industriais	5.400,00	450,00
Total	557.880.165,40	5.478.404,38

Com relação ao valor da produção beneficiada, no mesmo ano, totalizou R\$ 651,4 milhões, destacando-se igualmente rochas (britadas e cascalho) e calcário (Tabela 6.2).

6.3. COMÉRCIO EXTERIOR DE BENS MINERAIS

As informações sobre o comércio exterior do estado do Ceará foram extraídas do “Ceará em Comex”, ano de edição 2022, que tem como período de referência o mesmo ano, e foi produzido pelo Centro Internacional de Negócios do Ceará (CIN) e a Federação das Indústrias do Estado do Ceará. O estado representa 8,4% do total exportado pela Região Nordeste e, no âmbito nacional, 0,7%, e para a importação 14,2% e 1,8%, respectivamente.

No quesito exportação para produtos derivados ou em estado bruto de bens minerais, foram destaque os municípios de São Gonçalo do Amarante e Maracanaú. Em São Gonçalo do Amarante, a contribuição foi de 53% do valor total comercializado, cerca de US\$ 1.2 bilhão. Houve redução de 22% em relação ao ano anterior, motivada pela diminuição de comercialização de produtos à base de ferro e aço. Apesar da queda, ocorreu aumento de comercialização de materiais betuminosos destinados à Espanha e à Bélgica. No município de Maracanaú, foi registrado aumento de 24% em relação ao ano anterior, cerca de US\$ 167 milhões, tracionado pela comercialização de produtos feitos em alumínio e com destino aos EUA, Colômbia e México. O principal setor exportador do estado do Ceará é o ferro fundido (ferro e aço classificado

pela Nomenclatura Comum do Mercosul (NMC), que apesar do decréscimo de 29% em relação ao ano anterior, atingiu o valor de US\$ 1.5 bilhão em exportação, e os principais compradores foram os EUA e México.

Para a importação, o destaque é o município de Fortaleza, que representou 36% do total comercializado pelo estado, correspondendo a US\$ 1.77 bilhão. O setor de combustíveis minerais, óleos minerais e produtos para destilação (NMC) foi o mais relevante. O segundo município importador do estado é São Gonçalo do Amarante, representando 25% do total importado, US\$ 1.2 bilhão. Os principais produtos foram os combustíveis minerais e produtos à base de ferro, aço e manganês.

6.4. INVESTIMENTOS

O estado do Ceará tem apresentado aumento de investimentos no setor minerário, estimulado pela diversidade de substâncias minerais disponíveis e economicamente viáveis; pelo aumento de investimento em infraestrutura, principalmente no caso do Complexo de Pecém e da malha ferroviária em construção da Transnordestina; e pela posição geográfica estratégica do ponto de vista logístico. Podemos citar alguns investimentos em andamento ou na iminência de acontecerem a curto, médio e longo prazo: Oceana Lithium (R\$ 22 milhões), em Solonópole – CE; South Atlantic Gold (R\$ 120 milhões),

em Pedra Branca – CE; EDP Brasil (R\$ 42 milhões), em São Gonçalo do Amarante – CE; INB/Galvani (R\$ 2,3 bilhões), em Santa Quitéria – CE; Fortescue Metals Group (FMG), em (US\$ 8 bi) São Gonçalo do Amarante – CE.

6.5. MÃO DE OBRA

De acordo com os últimos dados publicados do Programa Disseminação das Estatísticas do Trabalho (PDET), do Ministério do Trabalho (BRASIL. Ministério do Trabalho, 2022), as informações relativas ao estoque de emprego na indústria extrativa mineral estão divididas em: i) 2.315 postos de emprego para pedra, areia e argila; ii) 554 para outros minerais não metálicos; iii) 43 para metálicos não ferrosos; e iv) 38 para minério de ferro. São 2.950 postos de trabalho ocupados na indústria extrativa mineral, representando 11,6% das ocupações do setor industrial cearense.

Cabe ressaltar que, no período de 2015 a 2017, houve decréscimo no número de postos de trabalho na indústria mineral cearense. Já no período de 2017 a 2021 evidencia-se uma sutil retomada no crescimento do estoque de empregos (Figura 6.1).

A faixa média salarial na indústria mineral do estado do Ceará, no período de 2015 a 2021, não apresentou oscilação considerável, à exceção do minério de ferro, no qual ocorre uma alta acentuada nos anos de 2015 e 2016 (Figura 6.2).

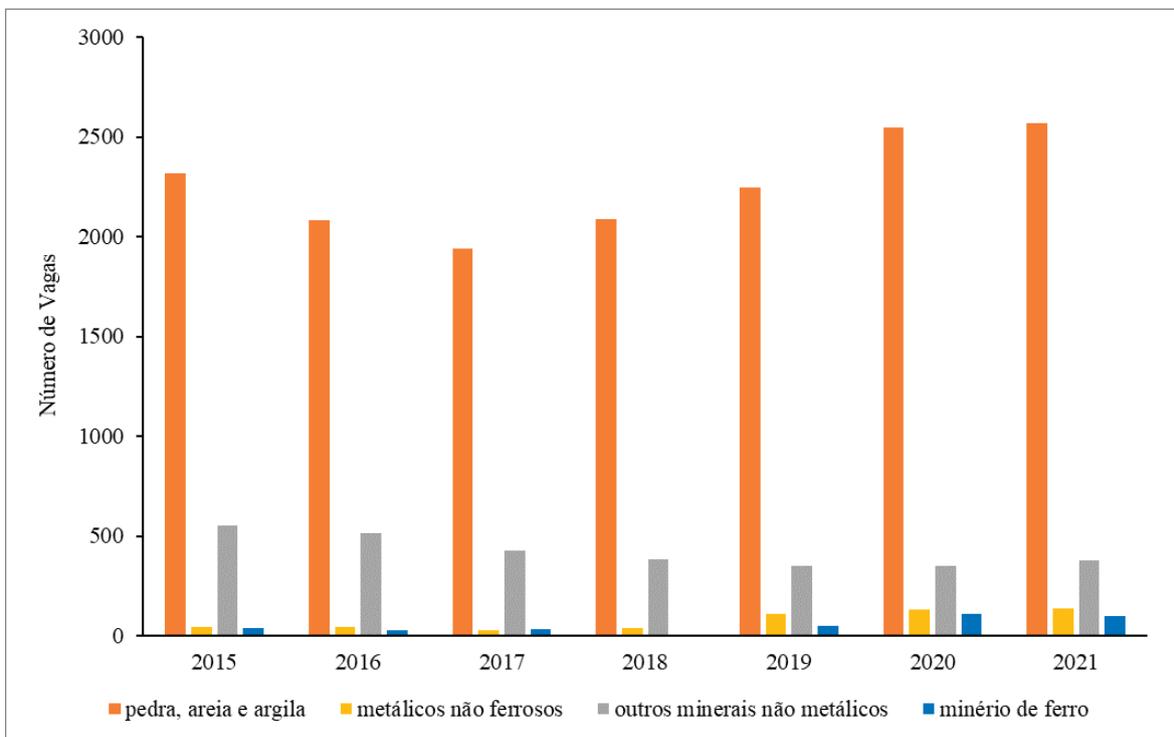


Figura 6.1 - Estoque de empregos na indústria extrativa mineral do estado do Ceará.
Fonte: Brasil. Ministério do Trabalho, 2022.

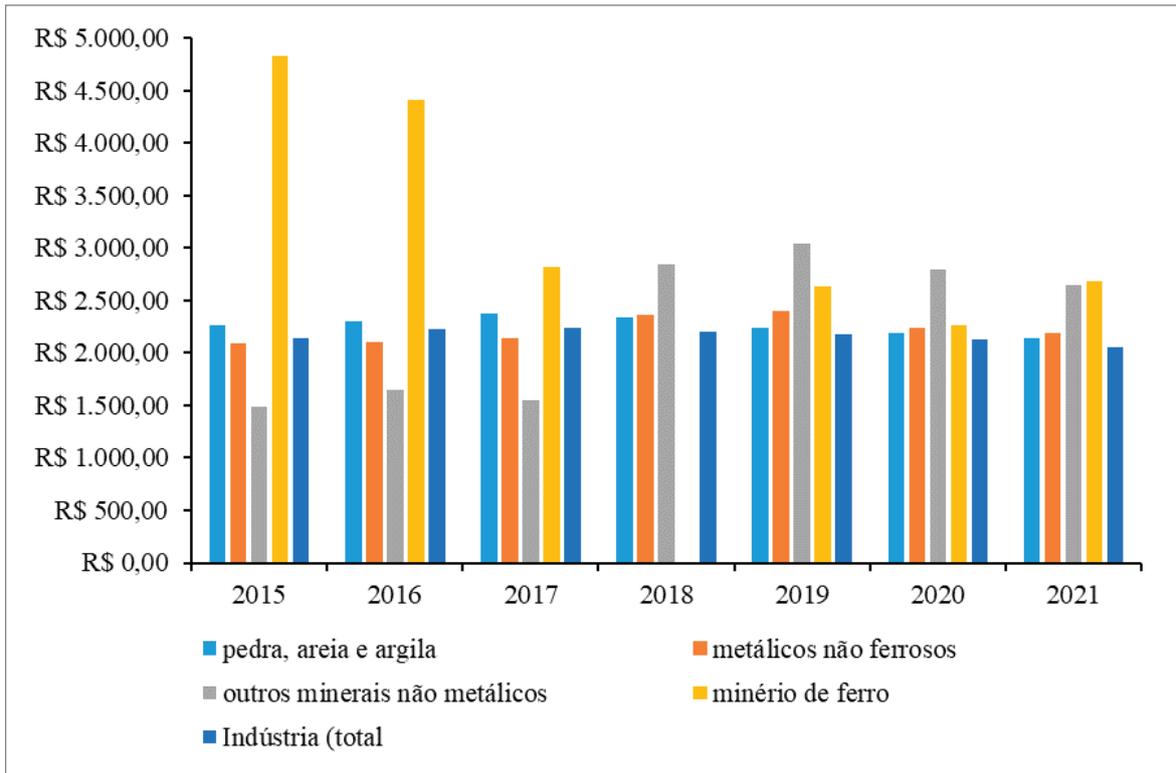


Figura 6.2 - Faixa média salarial da indústria extrativa mineral e indústria (geral) do estado do Ceará.
Fonte: Brasil. Ministério do Trabalho, 2022.

6.6. ARRECADAÇÃO DE TRIBUTOS

Os dados de arrecadação do ICMS por Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) do estado do Ceará, referentes à indústria extrativa mineral, encontram-se disponibilizados pela Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará em sua página (SEFAZ – CE, 2023).

Segundo os dados da Sefaz-CE, a arrecadação de ICMS, para as CNAEs “Extração e britamento de pedras e outros minerais”, “Extração de granito e beneficiamento associado” e “Extração de mármore e beneficiamento associado”, apresentou aumento crescente e acentuado entre 2018 e 2022 (Figura 6.3). Para as outras CNAEs da indústria mineral não houve mudanças significativas, no mesmo período.

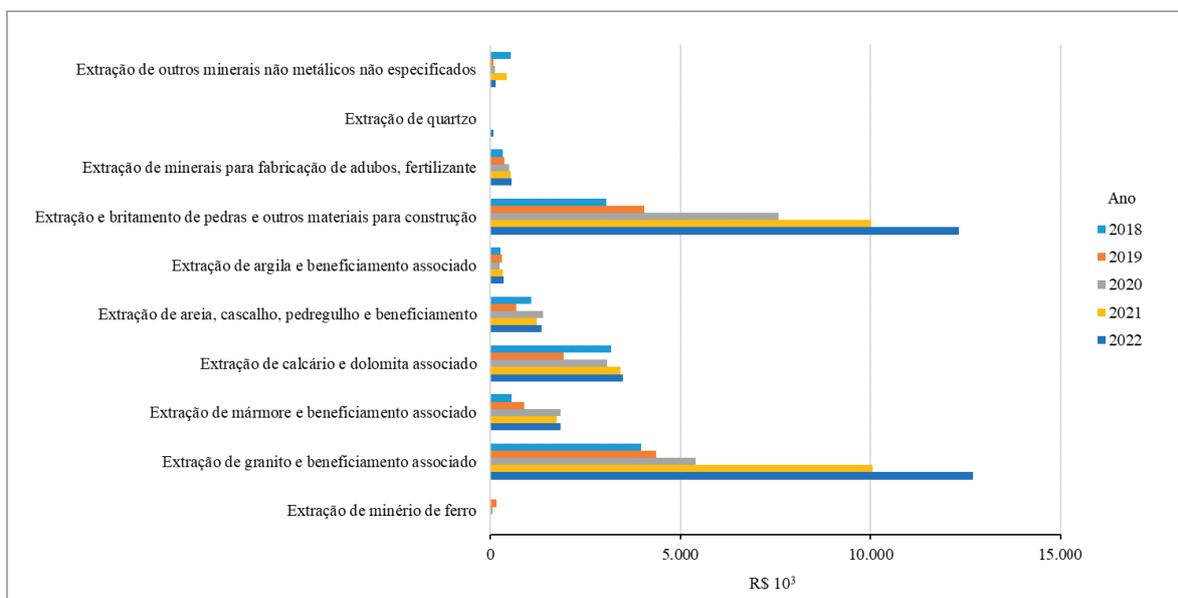


Figura 6.3 - Arrecadação de ICMS do estado do Ceará por CNAE. Fonte: SEFAZ-CE, 2022.

A arrecadação de ICMS para as CNAEs “Extração de minério de ferro” e “Extração de outros minerais não metálicos não especificados” foi significativamente reduzida entre os anos 2018 e 2022, conforme dados da Sefaz-CE (Figura 6.3). A arrecadação da CFEM apresentou um salto de 4,2 milhões de reais, em 2021, para 15 milhões, em 2022, impulsionada pela produção de bens minerais nos municípios de Caucaia, Horizonte, Ocara e Uruoca. Entretanto, no ano de 2024, nota-se que houve um decréscimo no valor arrecadado passando para 0,4 milhões de reais.

6.7. INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS

Segundo dados do censo 2022 (IBGE, 2022), o estado do Ceará tem uma população de 8.791.688 habitantes, densidade demográfica de 59,5 hab/m². O rendimento nominal mensal domiciliar per capita, registrado em 2022, é de R\$ 1.050,00. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) registrado no ano de 2010, última pesquisa realizada, é de 0,682. O Ceará tem área territorial de 148.894,447 km² e territorial urbanizada, segundo dados de 2019, de 1.594,42 km² (IBGE, 2022).

7. INFRAESTRUTURA

7.1. TRANSPORTE

A malha rodoviária do estado do Ceará é composta por 2.385,7 km de rodovias federais e 8.611,70 km de rodovias estaduais, que apresentam condições de trafegabilidade boa a regular (SOP, 2022; DNIT, 2022), (Figura 7.1).

A malha ferroviária operacional segue do Porto do Mucuripe, em Fortaleza, até a cidade de Teresina, com transporte de derivados de petróleo, ferro-gusa, cimento e gesso (BRASIL, 2000). A Ferrovia Transnordestina, projetada para ligar o Porto do Pecém, no Ceará, ao Porto de Suape, em Pernambuco, e ao município Eliseu Martins, no Piauí, está parcialmente concluída (Figura 7.1).

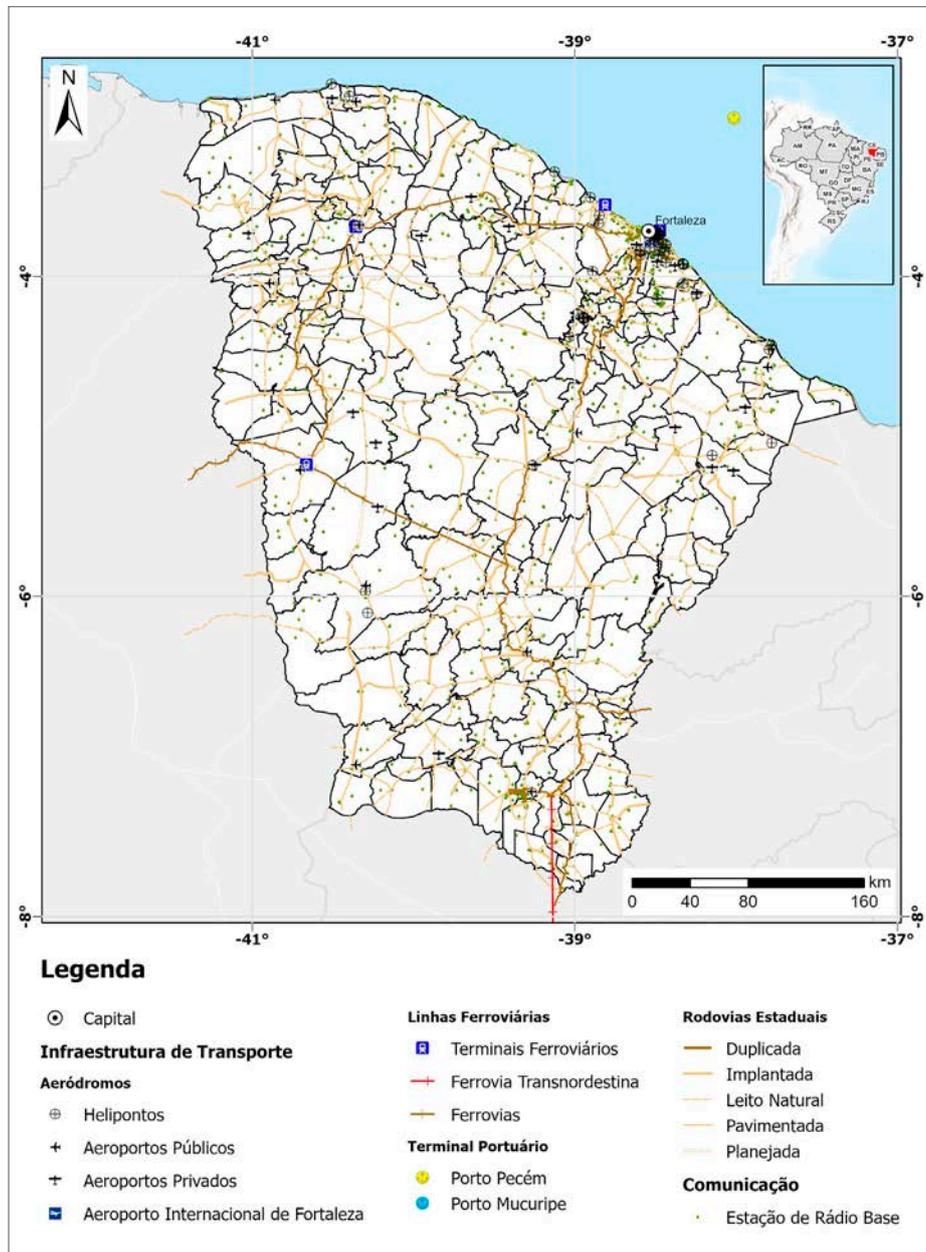


Figura 7.1 - Infraestrutura de transporte e comunicações no estado do Ceará. Fonte: DNIT, 2022 (rodovias), Anuário do Ceará, 2022 (ferrovias e aeroportos).

O Ceará conta com dois portos (Figura 7.1). O Porto do Mucuripe localiza-se em Fortaleza, contém 23 tanques para derivados de petróleo, 3 moinhos de trigo, 6 berços no cais comercial, 2 berços no píer petroleiro, 6 armazéns (com 2 arrendados), pátio de contêineres de 172 mil m² de utilização frigorífica, além de terminal para passageiros em navios de cruzeiros (CDC, 2022). Dentre os produtos mais movimentados estão o cimento, aço, pás eólicas, escória, gasolina, óleo diesel, petróleo bruto, gás liquefeito de petróleo (CDC, 2022).

O Porto do Pecém, do tipo *offshore*, situa-se no município de São Gonçalo do Amarante. Faz parte do Complexo de Pecém a *joint venture* formada pelo Governo do Ceará e o Porto de Roterdã, composta pelo porto, pela área industrial e pela Zona de Processamento de Exportação (ZPE). O porto é constituído por três píeres, sendo o primeiro para granéis sólidos, líquidos e carga geral não containerizada, o segundo para granéis líquidos e o terceiro (TMUT) para granel sólido, carga geral containerizada e não containerizada.

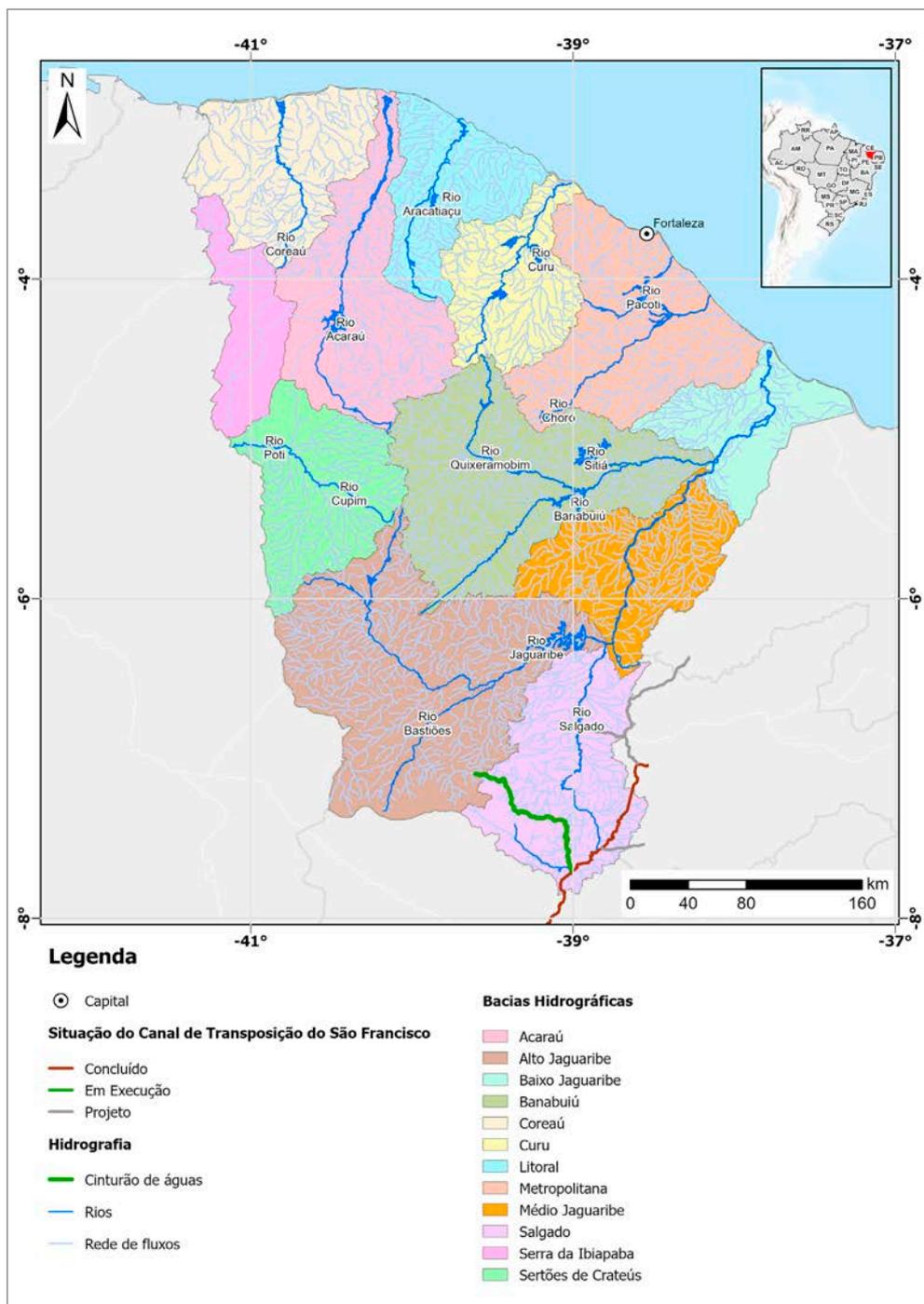


Figura 7.2 - Mapa de recursos hídricos superficiais do estado do Ceará, com destaque para o canal de transposição do Rio São Francisco. Fonte: Dados compilados da COGERH, 2019.

Na área industrial, estão instaladas a Companhia Siderúrgica do Pecém (CSP), usinas termoelétricas do Pecém (I - EDP Brasil; II - Eneva), Termofortaleza e Termoceará e fábrica de pás para geradores de energia eólica. A ZPE presta serviços às empresas instaladas na área da zona franca e viabiliza instalações, estrutura e equipamentos necessários às operações das autoridades aduaneiras.

Os produtos movimentados são matérias-primas siderúrgicas, produtos siderúrgicos acabados, fertilizantes e cereais a granel, contêineres e granéis líquidos (em especial óleo cru e derivados de petróleo) e gasosos (ADECE, 2022). Há também o Porto de Paracuru, de propriedade da Petrobrás.

O Ceará tem doze aeroportos (Figura 7.1), categorizados em: 1) internacional de Fortaleza (Fraport); 2) nacional de Juazeiro do Norte (Aena); 3) regional com voo comercial: Jericoacoara (município de Cruz) e Canoa Quebrada (município de Aracati); 4) regional de serviços postais, emergência e táxi-aéreo: Sobral, Iguatu, São Benedito, Crateús, Tauá, Quixadá e Campos Sales (SOP, 2022).

7.2. RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

O estado do Ceará é dividido em doze bacias hidrográficas (Figura 7.2, NASCIMENTO, 2011). O principal rio é o Jaguaribe, onde estão localizados os açudes Orós e Castanhão, maiores reservatórios do estado. A maioria dos rios é considerada intermitente, e os principais rios perenes são: Jaguaribe, Acaraú e Curu. O sistema de abastecimento hídrico da Região Metropolitana de Fortaleza compreende os canais: i) do Trabalhador, de Itaiçaba até o Açude Pacajus; ii) do Ererê, do Açude Pacajus ao sistema Pacoti/Riachão/Gavião; iii) do Riachão/Gavião, do sistema Pacoti/Riachão até o Açude Gavião; iv) do Pecém, que atende ao Complexo Industrial e Portuário do Pecém e vizinhança; e v) do Canal da Integração do Açude Castanhão para a bacia metropolitana.

A transposição do Rio São Francisco, no estado do Ceará, corresponde ao eixo norte do canal (Figura 7.2). Em linhas gerais, a partir do sistema de captação da região de Cabrobó (PE), a água segue para os reservatórios Milagres (Verdejante, PE) e Jati (CE), seguindo para a região de Lavras da Mangabeira, no Rio Salgado (afluente do Rio Jaguaribe) até o Açude Castanhão, que será distribuído pelo Canal da Integração (NASCIMENTO, 2011).

7.3. ENERGIA

A implantação de qualquer empreendimento requer a garantia de abastecimento de energia, com estabilidade de suprimento e a custos adequados. Com base em dados do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE, 2018), a geração de energia elétrica se origina, principalmente, de fonte termelétrica e eólica, seguida de solar fotovoltaica e hidrelétricas (Tabela 7.1). A geração de energia elétrica é predominante no litoral do Ceará, cabendo destacar a existência de usinas termelétricas em Juazeiro do Norte e no Crato, e de parques eólicos na Serra da Ibiapaba. Notabiliza-se a deficiência de infraestrutura energética nos sertões Central e do Canindé (Figura 7.3).

As usinas termelétricas totalizam 37 unidades em operação no Ceará (52% da potência de 2.153.158 KW instalada no estado), sendo o óleo diesel (73,0%) e o gás natural (16,22%) as principais fontes. A Região Metropolitana de Fortaleza concentra 72% das usinas do estado. O Ceará consolidou-se como um dos principais estados geradores de energia eólica do país. Atualmente, existem 98 usinas eólicas em operação e uma usina em construção, totalizando 1.956.264 kW de potência, localizadas no litoral e na Serra da Ibiapaba, a oeste de Ibiapina. A geração de energia, devido à baixa capacidade hídrica, se dá pelas Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH), cuja Usina Castanhão, localizada entre os municípios de Alto Santo e Jaguaribabe, possui capacidade de geração em torno de 776 kW de potência. Adicionalmente, é relevante ressaltar o notável crescimento dos empreendimentos de energia solar fotovoltaica em operação no estado, com significativa expansão, passando de apenas 1 para 31 registros, refletindo o crescente interesse e investimento nesse setor promissor de geração de energia.

A Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF) possui no Ceará, 18 subestações de transmissão de energia, sendo quatro em Fortaleza, duas em Sobral e uma em Caucaia, Aquiraz, São Gonçalo do Amarante, Acaraú, Varjota, Quixadá, Banabuiú, Russas, Quixeré, Tauá, Icó e Milares, que fornecem energia para a concessionária Enel Ceará, por meio de 118 subestações de distribuição.

Tabela 7.1 - Empreendimentos energéticos em operação do Ceará. Fonte: IPECE, 2018

TIPO	QUANTIDADE DE USINAS	POTÊNCIA (KW)	% PARTICIPAÇÃO NA PRODUÇÃO ESTADUAL
Usinas Termelétrica	37	2.153.158	52,32
Usinas Eólicas	99	1.956.264	47,54
Usinas Fotovoltaicas	31	5000	0,12
Hidrelétrica-CGH	1	776	0,02
Total	168	4.115.198	100

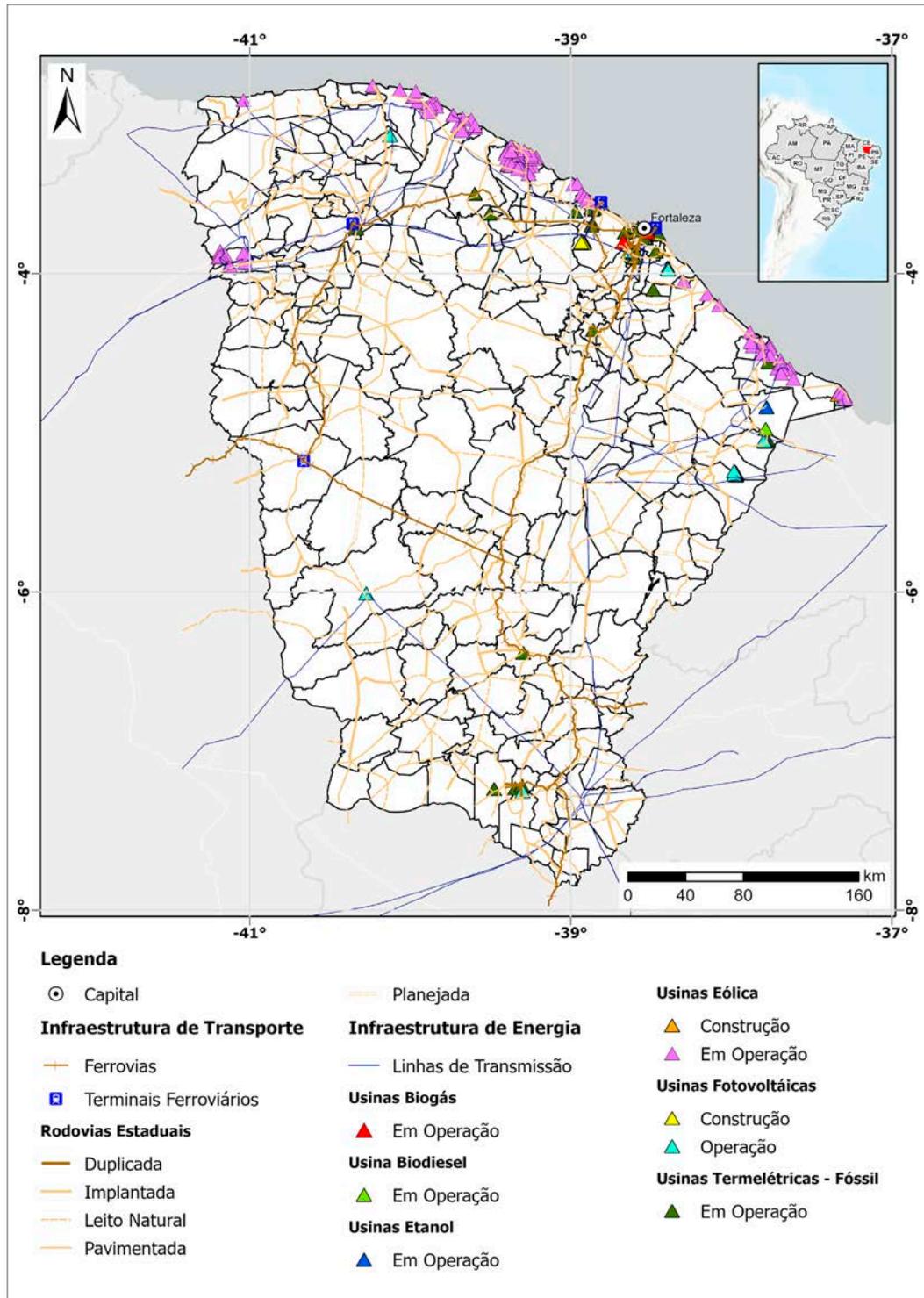


Figura 7.3 - Mapa com a localização das fontes de geração de energia do Ceará. Fonte: IPECE, 2018.

7.4. COMUNICAÇÃO

Segundo dados da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), o Ceará tem cobertura celular 4G, fornecida pelas empresas Vivo, TIM e Claro, em todos os 184 municípios. O maior percentual de área coberta está nos municípios de Fortaleza e Eusébio (100%) e as menores coberturas (< 20%) encontram-se nos

municípios de Granja, Independência, Aiuaba, Paramoti, Jaguaratama e Poranga (ANATEL, 2022).

A tecnologia 5G é oferecida pelas empresas Vivo, Tim e Claro e está presente em 157 municípios: 100% no município de Fortaleza e entre 90-100% nos municípios de Eusébio, Barreira, Pindoretama, Maracanaú, Aquiraz e Abaiara (ANATEL, 2022).

8. ORDENAMENTO TERRITORIAL

O ordenamento territorial é um mecanismo de medidas administrativas, políticas, sociais e ambientais que definem a forma de ocupar o território e de organizar o seu funcionamento, sendo atribuição dos poderes públicos.

8.1. ZONEAMENTO DO TERRITÓRIO E A MINERAÇÃO ESTADUAL

O Zoneamento Ecológico-Econômico da Zona Costeira do Ceará (ZEEC) é um instrumento da Política Estadual do Gerenciamento Costeiro (Lei nº 13796/2006), com a finalidade de organizar, de forma vinculada, as decisões dos agentes públicos e privados quanto à gestão territorial da Zona Costeira do Estado do Ceará, assegurando a plena manutenção do capital e dos serviços ambientais da região, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população do estado (SEMACE, 2023).

Um convênio firmado pelo governo do estado, por meio da Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Estado do Ceará (Semace) e a Universidade Federal do Ceará, serviu para a elaboração do ZEEC, em atendimento, dentre outros, ao Decreto Federal nº 4297, de 10 de julho de 2002 e as Resoluções CONAMA nº 303/2002 e 341/2003 vigentes na época. A área de zoneamento recaí sobre todo o litoral do Ceará e alguns municípios do interior, onde é desenvolvida a atividade de carcinicultura. A partir desses estudos, foi elaborada a Lei do Gerenciamento Costeiro do Estado do Ceará, publicada em junho de 2006 sob nº 13.796. O ZEEC, sob a coordenação da Semace, foi revisado com a premissa básica para a realização da *“reestruturação e atualização do mapeamento do ZEE da Zona Costeira do Estado e Unidades de Conservação Costeiras”*, na escala de 1:10.000, a partir da utilização de geotecnologias em base de Sistema de Informações Geográficas (SIG), (SEMACE, 2023).

8.2. PLANOS DIRETORES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Existem instrumentos de gestão de uso e ocupação de solo previstos em leis federais, estaduais e municipais, os quais estabelecem, no âmbito do território municipal, a sua compartimentação em zonas diferenciadas, para as quais são estabelecidos os usos adequados e os critérios de ocupação do solo. A Constituição Federal de 1988, em seu art. 25, § 3o (BRASIL, 1988), versa que os estados poderão, mediante lei complementar, instituir regiões

metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões, constituídas por agrupamentos de municípios limítrofes, para integrar a organização, o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum. Contudo, é de responsabilidade do poder público municipal controlar os espaços urbanos e estabelecer as normas básicas, definindo o que é ou não permitido em cada ambiente público. São quatro os principais instrumentos de gestão de uso e ocupação de solo:

- Plano Diretor Municipal (PDM);
- Planos de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI);
- Áreas Especiais de Interesse Turístico (AEIT);
- Plano Diretor de Mineração de Região Metropolitana (PDMMR).

PDM

O Plano Diretor Municipal (PDM), principal instrumento de gestão territorial na esfera municipal, é uma lei que deve ser formulada e aprovada nas câmaras municipais e que trata da organização e ocupação territorial, buscando integrar o uso do solo, a habitação, o saneamento e a mobilidade urbana. Seus princípios estão contidos no Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10.257, BRASIL, 2001), com foco no cumprimento da função social e da propriedade urbana. O PDM é uma exigência para todos os municípios brasileiros acima de 20 mil habitantes ou para municípios componentes de regiões metropolitanas. É necessário àqueles municípios classificados como turísticos ou que recebem algum projeto/intervenção de grande porte em seu território. O PDM deve conter a delimitação das áreas urbanas, onde poderá ser aplicado o parcelamento, a edificação e a utilização compulsórios, considerando a existência de infraestrutura e de demanda para utilização, além da previsão de um sistema local de acompanhamento e controle. Além disso, os municípios incluídos no Cadastro Nacional de Municípios, com áreas suscetíveis a riscos geológicos, como a ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos, devem contemplar em seus PDMs medidas de controle e mitigação desses riscos.

O Conselho Nacional das Cidades, mediante a Resolução nº 164, de 26 de março de 2014, orienta sobre o conteúdo mínimo de cada PDM, que deve conter:

- Descrição das ações e medidas para assegurar o cumprimento das funções sociais da cidade, considerando o território rural e urbano;
- As ações e medidas para assegurar o cumprimento da função social da propriedade urbana, tanto privada como pública;
- Os objetivos, os temas prioritários e as estratégias para o desenvolvimento da cidade e para a reorganização territorial, considerando sua adequação aos espaços adjacentes;
- Os instrumentos da política urbana previstos pelo Estatuto da Cidade que serão utilizados para concretizar os objetivos e as estratégias estabelecidas pelo Plano Diretor.

No sistema de acompanhamento e de controle visando à execução e à implementação do Plano Diretor, deverão ser observadas as diretrizes impostas no Estatuto da Cidade, bem como as orientações do Conselho Nacional das Cidades. Seguindo essas orientações, o PDM torna-se uma ferramenta importante da participação da população no planejamento e traz diretrizes para que a administração pública possa gerir o ordenamento territorial de forma mais coerente com as necessidades de desenvolvimento da cidade.

PDUI

Para as regiões metropolitanas, foi instituído, por meio da Lei nº 13.089/2015 (BRASIL, 2015), o Estatuto da Metrôpole, o qual estabeleceu normas gerais sobre os Planos de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI) e outros instrumentos de governança interfederativa. Esse planejamento contempla a gestão integrada e observa a utilização do solo e seus impactos para além de um único município. No entanto, a existência de PDUI não exime os municípios de apresentarem o PDM, caso atendam aos requisitos legais previstos no Estatuto das Cidades.

AEIT

Conforme a Lei nº 6.513, de 20 de dezembro de 1977 (BRASIL, 1977), as Áreas Especiais de Interesse Turístico (AEIT) são trechos contínuos do território nacional, inclusive as águas territoriais, a serem preservados e valorizados no sentido cultural e natural, e destinados à realização de planos e projetos de desenvolvimento turístico. É importante frisar que a criação de “Áreas Especiais de Interesse Turístico” e “Locais de Interesse Turístico” não devem ser confundidas com a caracterização de cidade ou município turístico. A ação do governo federal prevista nessa lei é executada por órgãos como a Agência Brasileira de Promoção Internacional do Turismo (Embratur), o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), a Secretaria Especial do Meio Ambiente

(Sema) e a Superintendência do Desenvolvimento da Pesca (Sudepe), em parceria com os poderes públicos estaduais e municipais. Nos casos em que o espaço físico a analisar contenha, no todo ou em parte, bens ou áreas sujeitas a regime específico de proteção, os órgãos ou entidades diretamente interessados participarão, obrigatoriamente, das pesquisas, dos estudos e dos levantamentos de dados.

PDMRM

Plano Diretor de Mineração de Região Metropolitana (PDMRM) é um documento, geralmente produzido via parceria entre poder público estadual e a Agência Nacional de Mineração (ANM), de caráter consultivo e com finalidade específica de dar apoio à elaboração ou à atualização dos PDM e PDUI, e com foco na atividade de mineração nos municípios. Tem como objetivo contribuir com as prefeituras que compõem a regiões metropolitanas dos estados, para o planejamento e a regulação da ocupação do solo, visando ao desenvolvimento sustentável da atividade de mineração e à eliminação de conflitos de uso do espaço metropolitano. Geralmente, apresentam zoneamento municipal em áreas preferenciais, controladas e bloqueadas para a atividade mineira. Não tem caráter legal, mas sim de apoio à elaboração de leis municipais.

8.2.1. Situação no estado do Ceará

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), dos 184 municípios cearenses, 101 possuem mais de 20 mil habitantes, considerando as projeções para o ano de 2019, a partir do último censo demográfico realizado em 2010 (CASTRO NETO; CASTRO, 2020), e desses apenas 81 municípios possuem o Plano Diretor instituído, ou seja, apenas 80%. Dentre os 81 municípios com mais de 20 mil habitantes que possuem Plano Diretor, 49 municípios (60%) necessitam atualização de seus planos, pois foram aprovados há mais de 10 anos (Tabela 8.1).

A Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) engloba os municípios de Aquiraz, Caucaia, Cascavel, Chorozinho, Eusébio, Fortaleza, Guaiúba, Horizonte, Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba, Paracuru, Paraipaba, Pindoretama, São Luís do Curu, São Gonçalo do Amarante e Trairi. A RMF possui área total de 7.434,91 km² (IBGE, 2010), com 4.167.996 habitantes em 2021, é a maior Região Metropolitana do Norte-Nordeste e a 6ª maior do Brasil. A Região Metropolitana de Sobral (RMS) engloba os municípios de Massapê, Senador Sá, Pires Ferreira, Santana do Acaraú, Forquilha, Coreaú, Moraújo, Groaíras, Reriutaba, Varjota, Cariré, Pacujá, Graça, Frecheirinha, Mucambo, Meruoca e Alcântaras e Sobral. A RMS possui área total de 8.545 km² (IBGE, 2010); a Região Metropolitana do Cariri (RMC) engloba os municípios de Juazeiro do Norte, Crato, Barbalha, Jardim, Missão Velha, Caririaçu, Farias Brito, Nova Olinda e Santana do Cariri, com área total de 5.456,01 km² (IBGE, 2010).

Tabela 8.1 - Situação dos planos diretores dos municípios cearenses. Fonte: Castro Neto; Castro, 2020.

HABITANTES	TOTAL DE MUNICÍPIOS	NÃO POSSUI PLANO DIRETOR	PLANO DIRETOR DESATUALIZADO	PLANO DIRETOR ATUALIZADO
> 100 mil	9	0	5	4
80 a 100 mil	4	0	3	1
60 a 80 mil	14	0	8	6
40 a 60 mil	21	5	6	10
20 a 40 mil	53	15	27	11
< 20 mil	83	68	9	6
TOTAL	184	88	58	38

No Ceará, as regiões metropolitanas do Cariri e de Sobral possuem os seus PDUIs efetivados, no entanto, o da Região Metropolitana de Fortaleza ainda está em discussão/elaboração. Dos 46 municípios pertencentes às três regiões metropolitanas do estado do Ceará, 30 possuem PDM promulgado, ou seja, 65%, contudo, dentre eles, 20 municípios (67%) necessitam revisar seus planos, pois foram instituídos há mais de 10 anos (CASTRO NETO; CASTRO, 2020).

Os municípios cearenses inseridos na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional podem ter os custos de elaboração dos PDMs arcados pelas empresas responsáveis pelos projetos de acordo com o Estatuto das Cidades e da Resolução Recomendada nº 22 de 06 de dezembro de 2006 do Conselho Nacional das Cidades.

Existem pelo menos quatro grandes intervenções com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional: Ferrovia Transnordestina, transposição do Rio São Francisco, Canal da Integração (Eixo das Águas) e o Cinturão das Águas. Ao todo, 73 municípios deveriam dispor de planos diretores, que poderiam ser custeados por esses empreendimentos, no entanto, verifica-se que apenas 50 municípios possuem, ou seja, 68% (CASTRO NETO; CASTRO, 2020).

Os municípios incluídos no Cadastro Nacional de Municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos devem ser objeto de uma série de ações preventivas, como: o mapeamento das áreas de risco; a preparação do Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil; a instituição de órgãos municipais de defesa civil; o desenvolvimento de plano de implantação de obras e serviços para a redução de riscos; a criação de mecanismos de controle e fiscalização, para evitar a construção de edificações em áreas suscetíveis; e, em especial, a promulgação do Plano Diretor. Essa exigência, além de prevista no Estatuto da Cidade, também está prevista na Lei 12.340/10, contudo, não há uma clareza no estado do Ceará quanto à realização e à disponibilidade de um cadastro de municípios nesse sentido.

Apesar de não ter sido identificado nenhum município cearense como sendo pertencente a Área Especial de Interesse Turístico, a partir de 2008, com a promulgação da Lei no 11.771/2008 (Lei do Turismo, BRASIL, 2008), foram disponibilizadas ferramentas para o monitoramento e o aperfeiçoamento das medidas necessárias para o desenvolvimento turístico dos municípios brasileiros.

O PDMRM de Fortaleza é um projeto da ação “Avaliação de Distritos Mineiros”, da Diplam/ANM, executado pelo escritório da Agência Nacional de Mineração do Ceará, em Fortaleza. Trata-se de um diagnóstico geral do setor mineral, contendo informações geológicas, econômicas, legais e ambientais, e uma proposta de macrozoneamento da atividade mineral, com foco a auxiliar as prefeituras municipais para incluírem o zoneamento da mineração nos planos diretores municipais. O primeiro Plano Diretor de Mineração da Região Metropolitana de Fortaleza foi publicado em 1998, quando a região tinha nove municípios, mas atualmente é composta por 19 municípios.

De acordo com levantamento feito por Castro Neto e Castro (2020), dentre os 184 municípios cearenses, apenas 94 possuíam Plano Diretor aprovado, sendo: dos 101 municípios com mais de 20 mil habitantes, 79 possuíam PDM; dos 46 em regiões metropolitanas, 30 tinham PDM; dos 68 localizados em áreas turísticas, 57 tinham PDM; e dos 73 municípios inseridos em regiões de impacto de empreendimentos regionais ou nacionais, 49 tinham PDM. Além disso, não foi identificado nenhum município que não se enquadrasse em uma das hipóteses anteriores.

8.3. POLÍTICA AMBIENTAL

No estado do Ceará, as regiões com restrição em relação às atividades de mineração correspondem às áreas urbanas, cavernas, sítios arqueológicos, terra indígena, áreas quilombolas, reservas particulares do patrimônio natural (RPPN), áreas de proteção ambiental (APA), parques, geoparques, estações ecológicas, florestas e monumentos naturais (Figuras 8.1 e 8.2, Tabela 8.1).

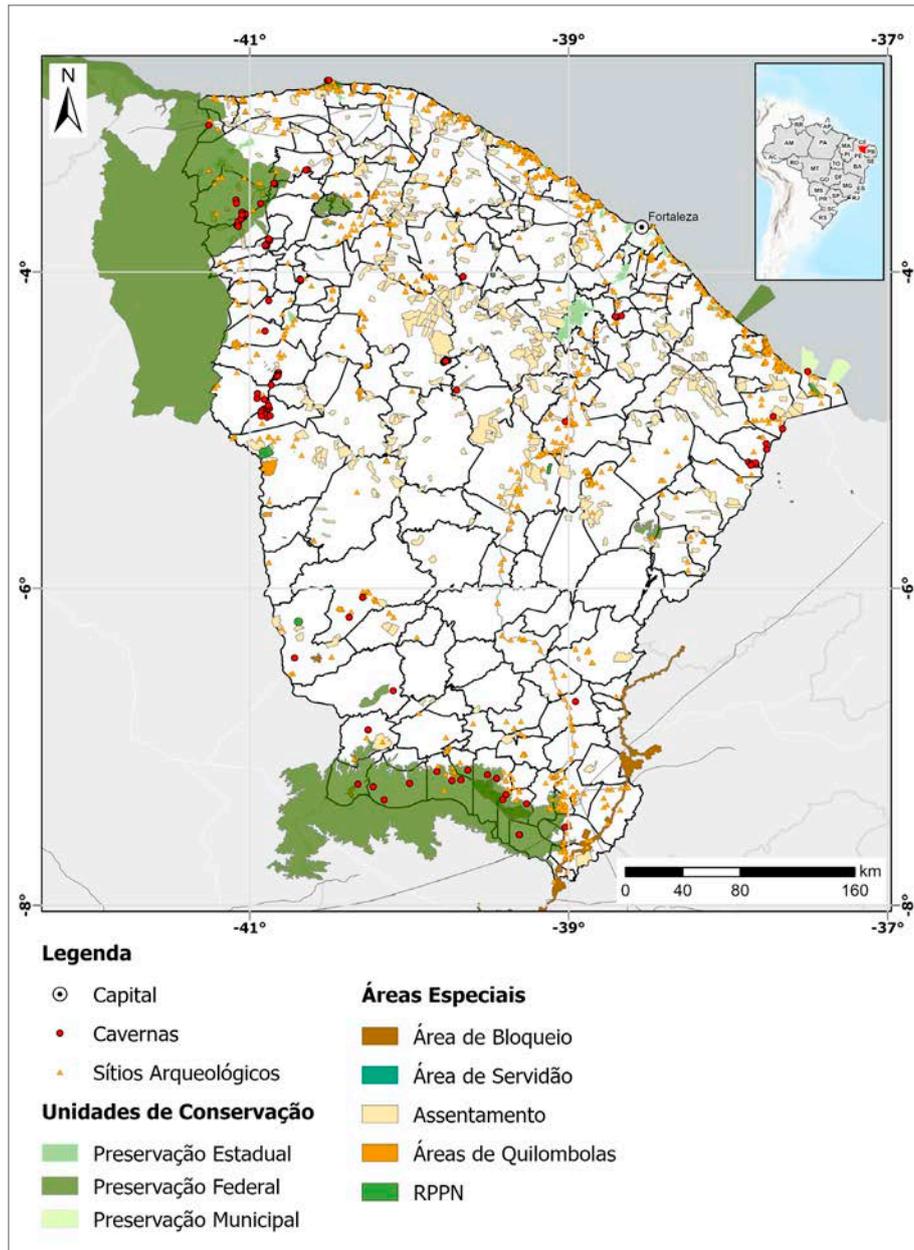


Figura 8.1 - Localização das diferentes áreas especiais do estado do Ceará.
 Fonte: SEMACE/ICMBIO/FUNAI/INCRA/IPHAN/ 2023.

Tabela 8.2 - Áreas especiais e suas respectivas fontes de dados.
 Fonte: SEMACE/ICMBIO/FUNAI/INCRA/IPHAN/Monteiro *et al.* 2017.

ÁREAS DE PROTEÇÃO	FONTE DOS DADOS	HOMEPAGE
UC (Federal, Estadual e Municipal)	Semace	www.semace.ce.gov.br/poligonais-de-areas-protégidas/
RPPN	ICMBio	https://sistemas.icmbio.gov.br/simrppn/publico/
Terra indígena	FUNAI	www.gov.br/funai/pt-br
Áreas de quilombolas	INCRA	certificacao.incra.gov.br/csv_shp/export_shp.py
Sítios arqueológicos	IPHAN	www.gov.br/iphan/pt-br/patrimonio-cultural/patrimonio-arqueologico/cadastro-de-sitios-arqueologicos
Cavernas	Monteiro <i>et al.</i> (2017)	ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/2063

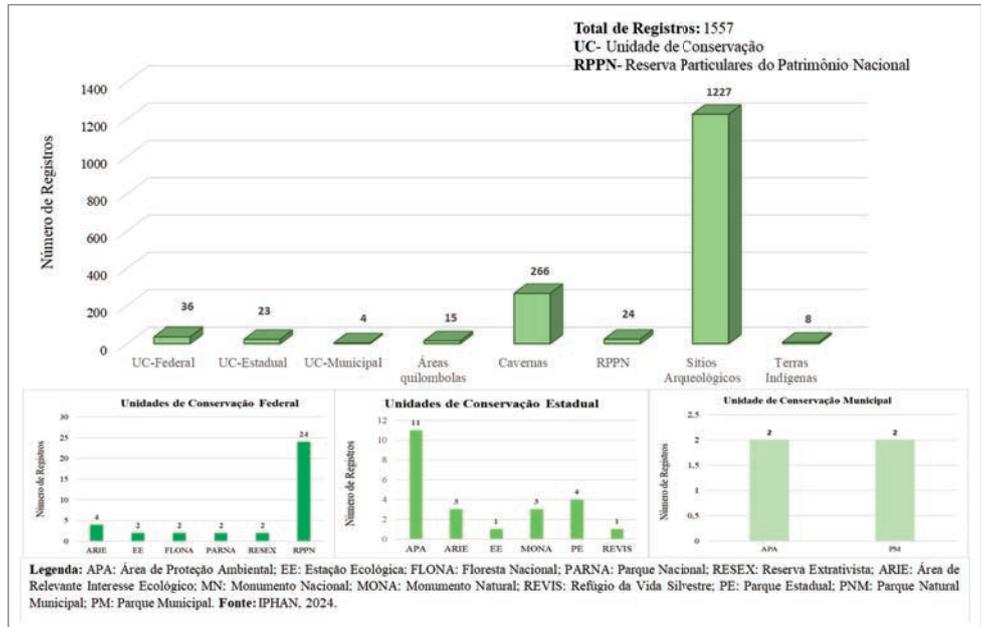


Figura 8.2 - A) Relação de todas as áreas especiais, com destaque para as unidades de conservação do Ceará. Unidades de conservação de responsabilidade federal (B), estadual (C) e municipal (D).

As unidades de conservação de maior abrangência correspondem à Serra da Ibiapaba e à Chapada do Araripe, que são APAs de administração federal localizadas, respectivamente, nos extremos oeste e sul do Ceará. Na região litorânea, há muitos sítios arqueológicos e terras indígenas. As serras de Baturité e Aratanha, os monólitos de Quixadá e as dunas do litoral oeste, são exemplos de áreas de proteção ambiental (Figura 8.1).

8.4. O PROCESSO DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL

O licenciamento ambiental é um procedimento administrativo executado pelos órgãos ambientais competentes, que fiscaliza o funcionamento de atividades potencialmente nocivas ao meio ambiente. O empreendimento licenciado é submetido à fiscalização do poder público, que realiza o controle e o acompanhamento das

atividades visando evitar danos ambientais. O objetivo do licenciamento ambiental é promover o desenvolvimento social e econômico do país, mantendo a qualidade ambiental e a sustentabilidade (BRASIL, 2016).

No estado do Ceará, a Superintendência Estadual do Meio Ambiente (Semace), vinculada ao Conselho de Políticas e Gestão do Meio Ambiente (Conpam), executa a política estadual de controle ambiental do estado, tendo, entre outras competências, a de administrar o licenciamento de atividades poluidoras. Outro participante do processo de licenciamento ambiental no Ceará é o Conselho Estadual do Meio Ambiente (Coema/CE), vinculado diretamente ao governo do estado (Brasil, 2016).

Os instrumentos dos processos de licenciamento utilizados no Ceará, bem como seus prazos de validade e a sua definição estão destacados na Tabela 8.3 (BRASIL, 2016).

Tabela 8.3 - Instrumentos, descrições e validades para o licenciamento ambiental no estado do Ceará. Fonte: PNLA (Brasil, 2018).

INSTRUMENTO		DESCRIÇÃO	VALIDADE
Autorização Ambiental (AA)		Emitida para o exercício de atividade-meio voltada à consecução finalística da licença ambiental, bem como para a atividade temporária ou para aquela que, pela própria natureza, seja exauriente (CEARÁ, 2012). No estado do CE, a AA inclui a autorização para intervenção florestal.	Até 1 ano
Licenciamento Ambiental	Licença Prévia (LP)	Concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade, aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação (CEARÁ, 2012).	Até 4 anos
	Licença de Instalação (LI)	Autoriza o início da instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos executivos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante (CEARÁ, 2012).	Até 5 anos

Tabela 8.3 (continuação) - Instrumentos, descrições e validades para o licenciamento ambiental no estado do Ceará.
Fonte: PNLA (Brasil, 2018).

INSTRUMENTO		DESCRIÇÃO	VALIDADE
Licenciamento Ambiental	Licença de Operação (LO)	Autoriza o início da instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos executivos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante (CEARÁ, 2012).	De 3 a 7 anos
	Licença de Instalação e Operação (LIO)	Concedida para implantação de projetos de assentamento de reforma agrária, bem como para projetos agrícolas, de irrigação, floricultura, cultivo de plantas, reflorestamento, piscicultura de produção em tanque-sede e carcinocultura de pequeno porte, nos termos da Resolução Coema/CE nº 12/2002, conforme previsto no Anexo III (CEARÁ, 2012).	Até 4 anos
Licenciamento Simplificado	Licença de Instalação e Operação (LIO)	Concedida quando se tratar da localização, implantação e operação de empreendimentos ou atividade de porte micro e pequeno, com Potencial Poluidor/Degradador (PPD) baixo e cujo enquadramento de cobrança de custos esteja situado nos intervalos de A, B, C, D ou E, constantes da Tabela nº 1 do Anexo III, assim como outras tipologias, conforme as situações previstas no Anexo III (CEARÁ, 2012).	Até 2 anos
Declaração de Isenção do Licenciamento Ambiental		Não é exigida licença ou autorização ambiental para obra ou atividade que, devido a suas características, tenha seu porte classificado como menor que mínimo (<Mc).	Até 1 ano
Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos		Ato Administrativo emitido pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (Cogerh), no qual é outorgado o uso hídrico em termos e condições expressas no documento, sem prejuízo das demais formas cabíveis de licenciamento ambiental (SRH, 2014).	Até 35 anos
Renovação de Licenças (LP, LI, LIO, LO)		Emitida para renovar a licença de um empreendimento.	Mesmos prazos das LI ou LO

9. CADEIAS DE PRODUÇÃO MINEROINDUSTRIAL

As cadeias de produção são formadas por elos associados e que representam a trajetória de um determinado material até atingir o seu destino, geralmente o consumidor final ou conclusão de um determinado ciclo, se pensarmos em conceitos atuais como o reuso e a reciclagem. A análise das cadeias produtivas mineroindustriais é peça fundamental para o planejamento do consumo sustentável de matérias-primas minerais. É importante observar as demandas de matérias-primas utilizadas por essas cadeias e o que elas oferecem de produtos manufaturados. Somados à compreensão de como ocorrem os fluxos desses materiais e as estruturas dos mercados, são informações que permitem traçar estratégias para fomentar as atividades econômicas dentro dessas cadeias. As táticas abordam aspectos que dizem respeito aos diferentes atores envolvidos dentro do contexto de cadeias produtivas mineroindustriais e desenvolvimento regional, sejam eles de ordem privada ou pública.

O setor mineral pode e deve ser um importante aliado para a melhoria de qualidade de vida das pessoas, pois estimula a economia de forma ordenada, responsável e planejada trazendo benefícios à sociedade.

Neste capítulo, serão descritas, de maneira ilustrativa e genérica, as cadeias produtivas mineroindustriais já consolidadas no estado do Ceará. No capítulo seguinte, serão citadas as oportunidades de investimentos, tanto em cadeias produtivas consolidadas, quanto em cadeias ainda não bem estabelecidas, mas que já iniciaram o processo ou tenham potencial para tal. No Capítulo 11, serão destacadas projeções referentes aos impactos sociais gerados pelo setor e, finalmente, no Capítulo 12 serão tratadas proposições de estratégias para maximizar os estímulos econômicos e, consequentemente, os ganhos no plano social.

9.1. ROCHAS ORNAMENTAIS

A cadeia produtiva do setor de rochas ornamentais (Figura 9.1), de montante a jusante, é inicialmente formada pelo elo representado por empresas responsáveis pela lavra, neste caso, geralmente, blocos cortados de maciços rochosos. O segundo elo é representado por empresas responsáveis pelos cortes dos blocos, transformando-os no formato de chapas, que podem receber acabamento de face e são consideradas produtos semiacabados, mas, também, podem receber outros tratamentos especiais, que as tornam produtos

acabados. Nos primeiros processos de beneficiamento, as empresas são conhecidas como serrarias. O produto gerado a partir desses processos de beneficiamento pode seguir rotas diferentes dentro da cadeia produtiva ou passar por novos procedimentos com a finalidade de aperfeiçoar o acabamento, como resinagem e cortes personalizados, realizados por empresas conhecidas como marmorarias. Os elos seguintes são os consumidores, que se utilizam dos produtos já acabados.

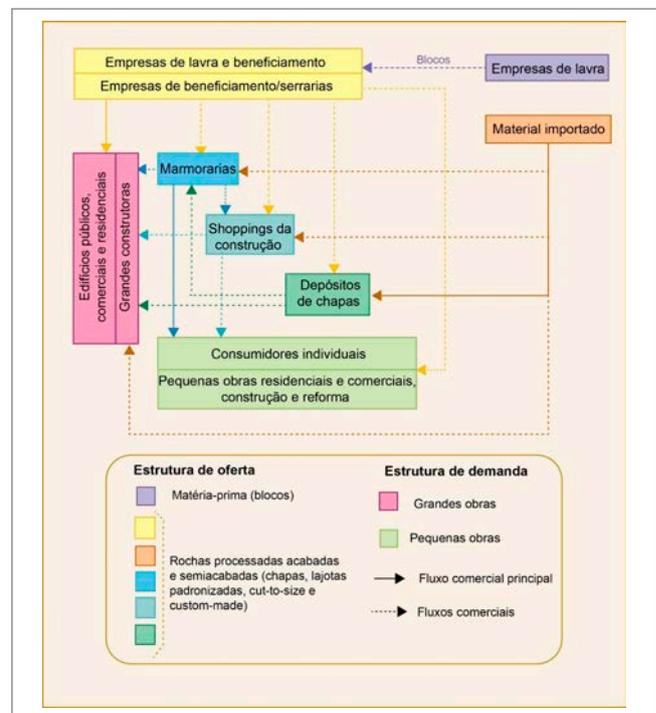


Figura 9.1 - Cadeia produtiva e estrutura de oferta e demanda de rochas ornamentais. Fonte: Abirochas, 2023.

9.2. AGREGADOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

A cadeia produtiva de agregados para construção civil se inicia na fase de exploração, em que as mineradoras são responsáveis pelo aproveitamento econômico da rocha britada e da areia. Depois disso, o agregado é direcionado para produção de concretos hidráulicos, lastro de ferrovias, pavimentos betuminosos, enrocamento ou fabricação de argamassas etc. Também, é comum a utilização do agregado pela própria mineradora na fabricação de concreto, na venda para construtoras, pavimentadoras, concreteiras, produtora de pré-fabricados, entre outros (Figura 9.2).

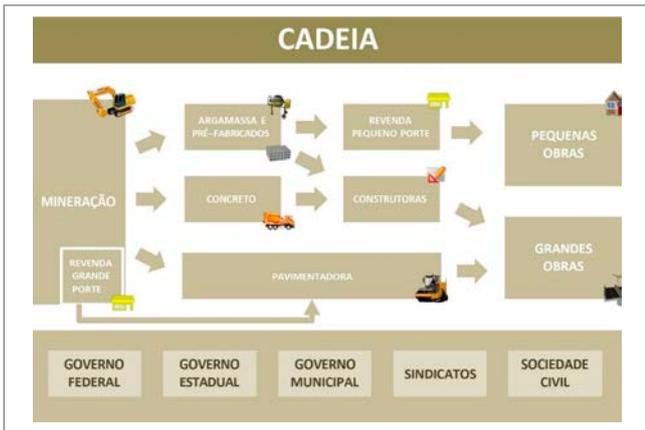


Figura 9.2 - Cadeia produtiva e estrutura de oferta de agregados para construção civil. Fonte: ANEPAC, 2023.

9.3. CIMENTO

A cadeia produtiva do cimento tem algumas semelhanças quando comparada ao da cerâmica de revestimento e sanitária. Em ambos os casos, são utilizadas diferentes matérias-primas minerais (argila, calcário, areia, pozolanas naturais, etc.) (Figura 9.3). Por esta razão, há dependência da geolocalização da matéria-prima. Os processos que envolvem a produção do cimento são complexos, assim como acontecem para as categorias de cerâmica. Na mesma proporção, podemos dizer o mesmo para a estrutura de oferta e demanda, na qual o cimento pode ser direcionado para construtoras, empreiteiras, consumidores finais, revendedores de materiais de construção etc.

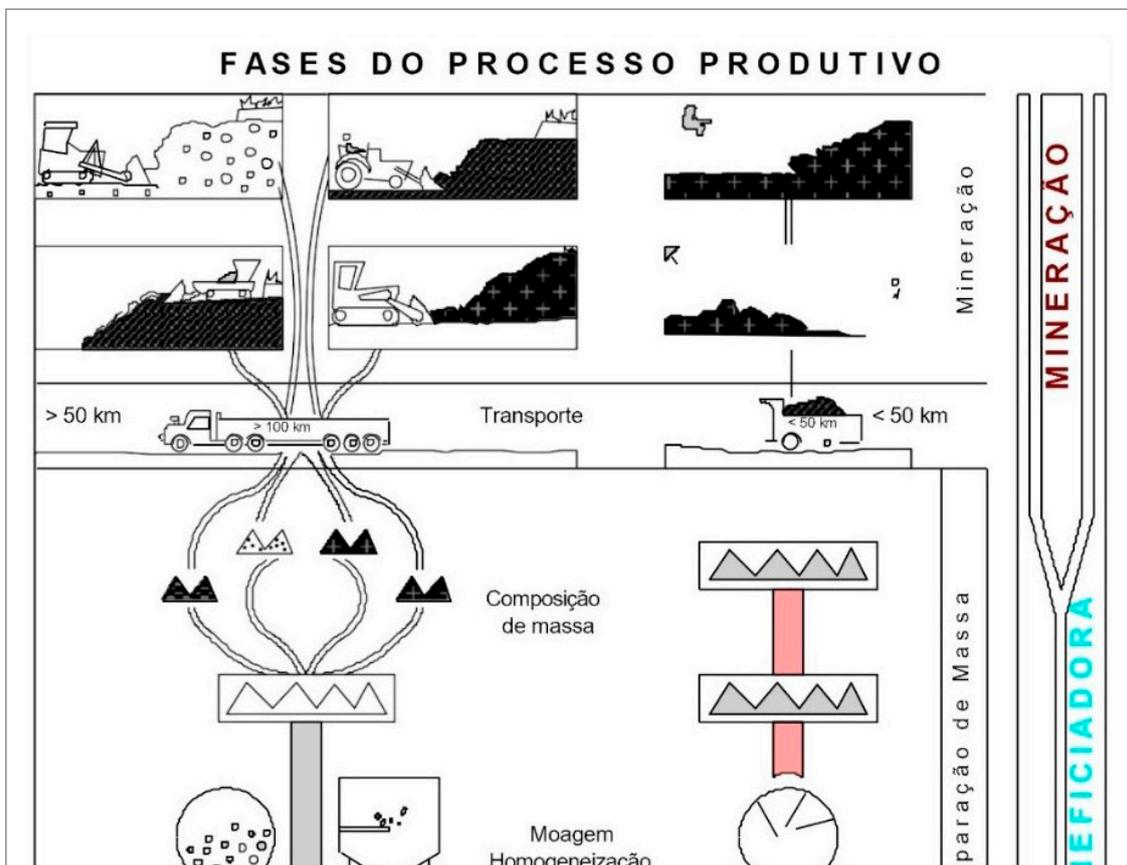


Figura 9.3 - Cadeia produtiva e estrutura de oferta e demanda de cimento. Fonte: CNI, 2017.

9.4. CERÂMICA

A cadeia produtiva da cerâmica pode ser subdividida em diferentes categorias ou classificações, aqui utilizaremos a estrutural, a de revestimentos e a sanitária. A cerâmica estrutural ou vermelha tem como característica processos simplificados de exploração da argila e fabricação de produtos, como telhas e tijolos, que são realizados em ambientes físicos próximos, onde ocorrem os depósitos de argila, basicamente, única matéria-prima

utilizada, para posteriormente ser comercializada para empresas do ramo ou direto para o consumidor final. A cerâmica para revestimento (e.g. pisos, azulejos, etc.) e sanitária (louças sanitárias) exigem processos mais complexos na fabricação (Figura 9.4), em geral, utilizando-se de diferentes matérias-primas minerais (argila, feldspato, quartzo, filito, caulim, rochas carbonáticas, etc.). A comercialização desses produtos é direcionada às grandes empresas revendedoras de materiais para construção civil, construtoras e exportações.

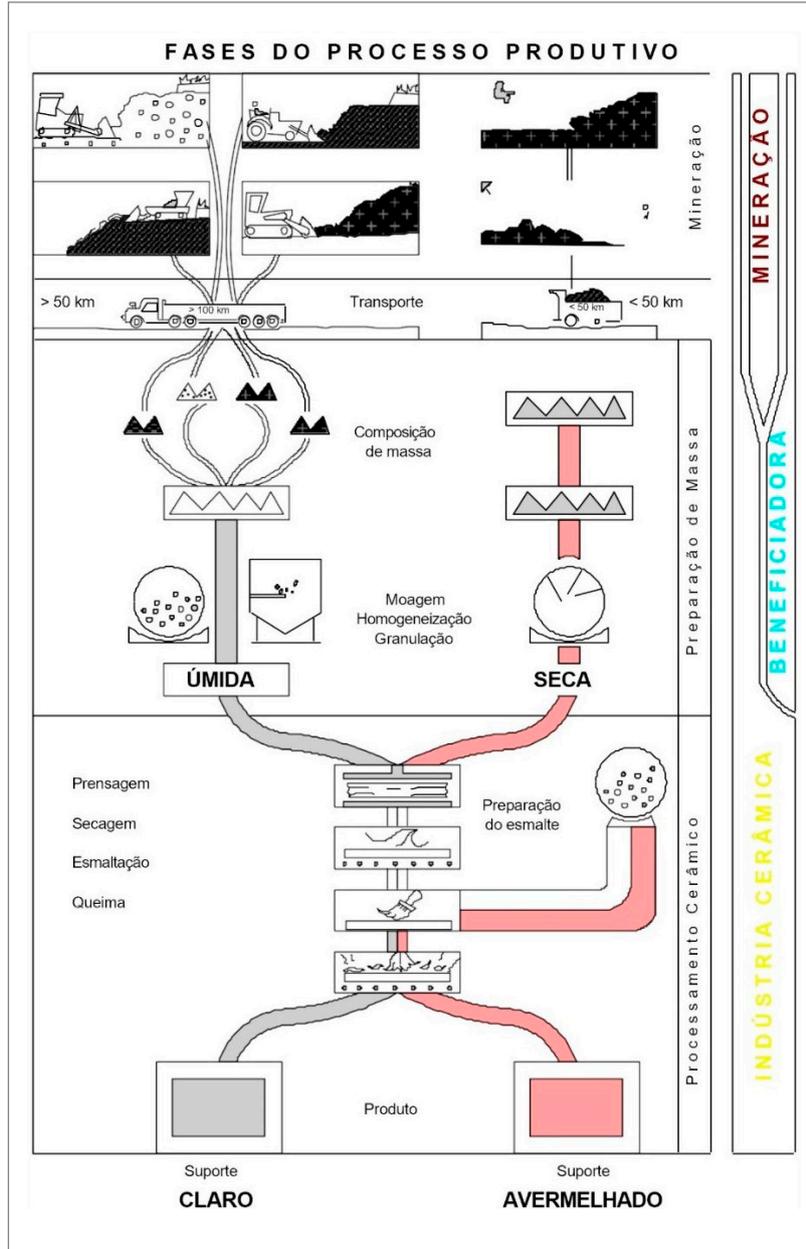


Figura 9.4 - Cadeia produtiva da cerâmica de revestimento. Fonte: IPT, 2019.

9.5. GIPSITA

A cadeia produtiva de gesso está concentrada na região da Bacia do Araripe, a região mais importante na produção de gesso no Brasil (Figura 9.5). A cadeia em si é simplificada, semelhante à cerâmica vermelha, com processos descomplicados de exploração da gipsita, principal matéria-prima na fabricação de gesso. Assim como a estrutura de oferta e demanda do produto, o destino do produto é direcionado à indústria de cimento ou à agricultura. Depois de calcinado, o gesso pode ser destinado à indústria de revestimento e de pré-moldados, seguindo para o consumo na construção civil ou utilizado na saúde (medicina e odontologia).

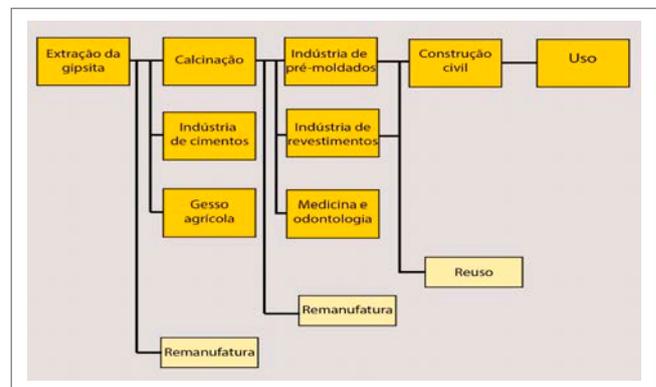


Figura 9.5 - Cadeia produtiva e estrutura de oferta e demanda de gesso. Fonte: SINDUGESSO, 2022.

9.6. MAGNESITA

A magnesita é um bem mineral que pode servir de matéria-prima para diferentes aplicações, entretanto, no Ceará, a cadeia produtiva que mais a utiliza é a de refratários (Figura 9.6). Os refratários têm como principal

característica suportar altas temperaturas, por isso, são utilizados para a confecção de fornos de alta temperatura, pré-moldados, tijolos refratários etc. Outra destinação da magnesita produzida no estado é para produção de cáustica calcinada e cáustica sinterizada, utilizadas para aplicações industriais, nutrição animal e fertilizantes.

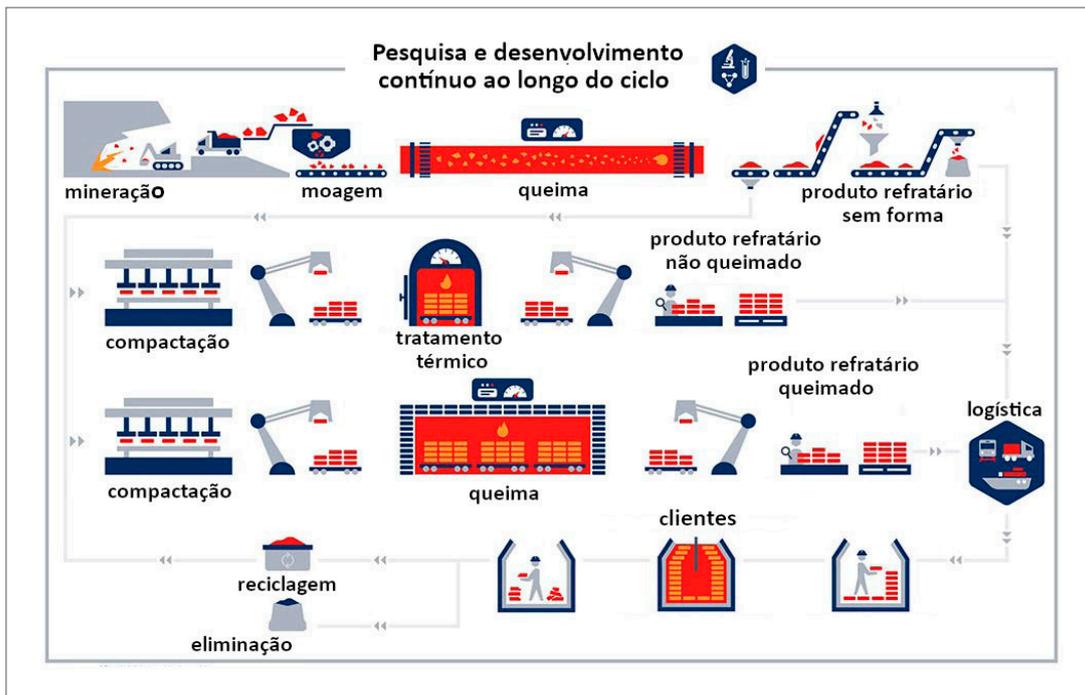


Figura 9.6 - Cadeia produtiva de refratários. Fonte: adaptado RHI Magnesita, 2023.

9.7. SIDERURGIA

A cadeia produtiva da siderurgia é complexa por envolver diferentes processos com equipamentos industriais tecnológicos que possibilitam a produção de ligas metálicas com a presença de ferro. Exigem maiores investimentos e controles rigorosos da matéria-prima e o modo de produção. As ligas produzidas podem ser utilizadas para diversas finalidades, desde a construção civil até produtos de alta tecnologia. A cadeia produtiva do aço é a de maior destaque (Figura 9.7). Os processos envolvidos têm início com a preparação da carga com a cal; pela pirólise do calcário, o carvão é transformado em coque pela coqueria e o minério de ferro em um processo chamado sinterização; depois, o sinter, produto da sinterização, é adicionado ao coque para ser reduzido formando o ferro-gusa e/ou metal liquefeito. Para retirar o excesso de carbono do ferro-gusa, é realizado o refino pelos fornos de alta temperatura, tendo como combustível o gás ou pode ser elétrico. Após o procedimento, o material é direcionado para máquinas de lingoteamento, para produzir o lingote e, por fim, o processo de laminação, em que são moldados diferentes formatos, como bobinas, chapas, barras, vergalhões, arames etc.

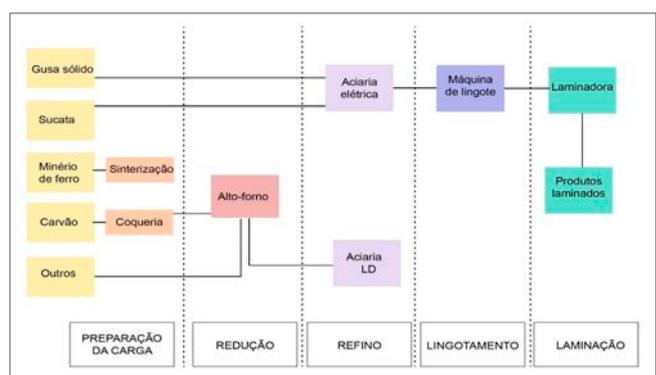


Figura 9.7 - Cadeia produtiva do aço. Fonte: adaptado do Aço no Brasil (apud CNI – Indústria do Aço no Brasil)

9.8. ÁGUA MINERAL

A cadeia produtiva de água mineral (Figura 9.8) tem uma estrutura bastante simples, basicamente dividida em três fases: mineração, engarrafamento e distribuição.

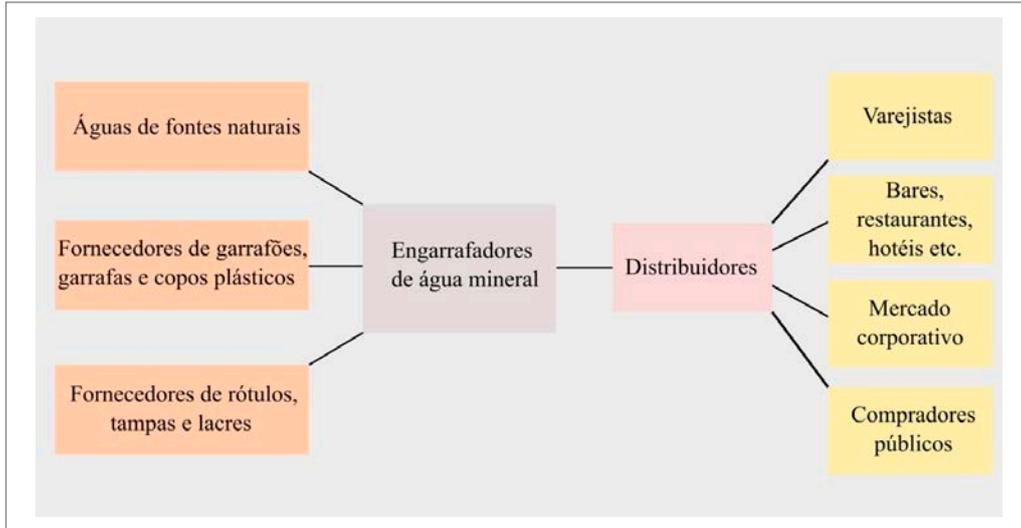


Figura 9.8 - Cadeia produtiva de água mineral. Fonte: adaptado de Silveira *et al.*, 2013.

10. OPORTUNIDADES DE INVESTIMENTO

Para que investimentos sejam atraídos para o setor mineroindustrial, é importante identificar e tornar público as oportunidades de negócio que são apresentadas. Com esse propósito, é necessário a avaliação de diversos fatores já abordados em capítulos anteriores como: ambientes geológicos favoráveis para a ocorrência de minérios, diretrizes e processos regulatórios evidentes e céleres, oferta de infraestrutura adequada e mercado favorável.

As possibilidades de investimento serão relacionadas com as cadeias produtivas e classificadas em oportunidades maduras, programadas e potenciais. As oportunidades maduras se referem às cadeias produtivas já consolidadas e as programadas às cadeias produtivas em fase de consolidação ou embrionárias. Nestas serão observados aspectos referentes à implantação, expansão ou melhorias tecnológicas e de gestão dos empreendimentos.

As oportunidades potenciais estarão associadas às cadeias produtivas embrionárias ou àquelas em perspectiva de que sejam viabilizados novos empreendimentos e que estejam em conformidade com as características geológicas locais e reconhecidamente, ao menos, em estágio de potencial exploratório, conceito este estabelecido pela Resolução Nº 94 de 7 de fevereiro de 2022 (BRASIL, 2022).

10.1. OPORTUNIDADES MADURAS

10.1.1. Indústria de beneficiamento de rochas ornamentais

O principal bem mineral comercializado no Ceará são as rochas para fins ornamentais, como os quartzitos, os mármore, os granitos e as rochas exóticas e movimentadas (ANM, 2023), que são destaque nacional e internacionalmente, exportadas, em grande parte, para Itália, Estados Unidos, China, Espanha e México, acumulando, em 2021, os valores de US\$ 32,9 milhões FIEC (2021).

O estado do Ceará possui capacidade para receber empresas do ramo, com maquinários modernos, na região do Complexo Industrial e Portuário do Pecém, que inclui a Zona de Processamento de Exportações (ZPE), disponibilizando áreas novas estruturadas para instalações desses empreendimentos.

10.1.2. Indústria de agregados para construção civil (brita e areia)

Com a aprovação da Lei nº 14.026/2020, Brasil (2020), referente ao Novo Marco Regulatório do Saneamento, que estabelece a meta de disponibilizar água potável para 99% da população brasileira e oferecer o serviço de coleta e tratamento de esgoto para 90%, é possível projetar, para os próximos 10 anos, o aumento de demanda de produtos desse setor da indústria, destinados à construção de redes e estações de tratamento de esgoto. Além disso, há o crescente aumento populacional do Ceará e a condicionada necessidade de expansão urbana, em regiões como a Grande Fortaleza, Cariri e Sobral. A implantação de empreendimentos nas proximidades do Complexo Industrial e Portuário do Pecém, a realização de obras habitacionais para suprir o déficit no estado e a necessidade de melhorias na infraestrutura de transporte são outros possíveis fatores que farão com que a demanda de produtos para construção civil aumentem.

Com o aumento das restrições à exploração de areia em leitos de rios temporários ou em ambiente de dunas litorâneas, a produção e a oferta desse bem mineral foram afetadas. Uma alternativa para atender um aumento da demanda seria a produção de “areia artificial”, a partir de britagem de rocha na fração granulométrica areia. Estudos realizados em algumas pedreiras da Região Metropolitana de Fortaleza constataram ser tecnicamente viável sua utilização.

Outra possibilidade para as demandas crescentes de agregados para construção civil é a utilização de materiais, como areia e cascalho, de origem dos chamados agregados marítimos. Na plataforma continental do litoral cearense há um potencial enorme para extração de materiais litoclásticos que poderiam ser utilizados.

10.1.3. Indústria Cerâmica

O setor cerâmico no Brasil compõe um dos sub-setores da indústria da construção civil e tem como característica envolver aglomerados de micros, pequenas, médias e grandes empresas que são responsáveis pelo fomento da economia local e estão distribuídas no interior e nas regiões metropolitanas.

10.1.3.1. Pisos e revestimentos

A fabricação de azulejo, ladrilho, pastilha, porcelanato etc. tem grande demanda de matérias-primas minerais, como argila, caulim, quartzo, filito, feldspato entre outras. O estado do Ceará tem a disponibilidade de um bom número dessas substâncias. As empresas mineradoras, que se interessam em suprir a necessidade do mercado, têm como desafio oferecer minérios de qualidade e padronizados.

Para incrementar o desenvolvimento do setor, uma alternativa possível é o reaproveitamento de resíduos de rochas utilizadas como matéria-prima para fabricação de piso. Essa alternativa contribui para minimizar possíveis impactos ambientais (SINDILEQCE, 2021). No foco de economia circular, um bom exemplo é dado pela empresa cearense Cerbras, uma das principais produtoras brasileiras de porcelanato de revestimento, que abriu caminho para o reaproveitamento dos chamados “estoques remanescentes” dos resíduos de lavras, oriundos das empresas do ramo de rochas para fins ornamentais do Ceará, para atender a produção de massa cerâmica (CHIODI FILHO, 2022). Isso faz com que outras empresas do setor cerâmico possam aderir ao seu processo produtivo, em sintonia com o desenvolvimento sustentável.

10.1.3.2. Cerâmica estrutural

As argilas comuns, matéria-prima utilizada para produção de cerâmica vermelha, são predominantemente associadas aos sedimentos pelíticos inconsolidados de ambientes aluvionares e consolidados associados, principalmente, das bacias sedimentares, como as do Araripe, Potiguar e do Parnaíba.

Como é característica da indústria de cerâmica estrutural possuir suas instalações próximas aos mercados consumidores, as principais áreas extrativistas de argila e produtoras de cerâmica vermelha do Ceará estão situadas nas vizinhanças dos municípios mais populosos (regiões metropolitanas de Fortaleza, Cariri e de Sobral). O polo do Vale do Jaguaribe, tendo Russas como município de referência, é destaque nacionalmente como maior produtor da Região Nordeste. A região abriga o Arranjo Produtivo Local (APL) voltado para produção de cerâmicas vermelhas, o mais desenvolvido do setor no estado. Outro polo de cerâmica vermelha com APL é o da Região Metropolitana do Cariri.

De modo geral, o setor produtivo desse segmento pode melhorar sua cadeia de produção com investimentos para intensificação do aprimoramento tecnológico, a fim de tornar-se mais competitivo.

10.1.4. Indústria cimenteira/calcário

As regiões de Sobral, do Cariri (Nova Olinda a Barbalha) e do Vale do Jaguaribe (Tabuleiro do Norte a Quixeré) possuem instalações industriais para a produção de cimento. Um forte polo cimenteiro está se formando nesta última região, com empresas produtoras de calcários se instalando nas proximidades da borda oeste da Bacia Potiguar, divisa com o Rio Grande do Norte. Essas rochas carbonáticas, além de servirem às indústrias cimenteiras e outras utilidades propiciam a possibilidade de produção de produtos magnésiferos. Um exemplo é o projeto submetido ao Conselho Estadual do Meio Ambiente (Coema), da Carbopar Carbomil, em Tabuleiro do Norte, na Chapada do Apodi, reportagem da Revista Mineração e Sustentabilidade (NOGUEIRA, 2017). Outra situação geológica semelhante pode ser encontrada na região do Cariri, porção norte da Bacia do Araripe, onde ocorrem rochas carbonáticas.

A cadeia produtiva pode ser diversificada com a produção de diversas derivações cálcico-magnesianas, que podem ser destinadas à indústria siderúrgica, à beneficiadora de minérios, às fabricações de plástico, tinta, creme dental, papel, alimento/fármaco, sabão, borracha, fertilizantes e correção de solo (agronegócio). Portanto, as regiões citadas podem ser transformadas em polos industriais de produtos derivados de cálcio e manganês.

10.1.5. Indústria de insumo de gesso

No mercado do gesso, o Grupo Chaves explora jazidas de gipsita nos municípios de Nova Olinda e Santana do Cariri. O grupo empresarial fornece material para a indústria cimenteira, gesso agrícola, além de gesso para moldes, fundições, revestimentos, especiais e aditivados (GESSO CHAVES, 2023). A gipsita, minério de gesso, ocorre nos municípios de Missão Velha e Porteiras, mas ainda não há produção. Outras oportunidades, para a região sul do Ceará, seria a criação de uma APL, assim como existe em Pernambuco, nos municípios de Araripina, Bodocó, Cedro, Dormentes, Exu, entre outros. Os APLs fazem parte da política pública de Estado para estimular e apoiar a auto-organização produtiva de aglomerações setoriais e para promover o desenvolvimento dos territórios, significam o conjunto de empresas, produtores e instituições que em um mesmo território mantém vínculos de cooperação.

10.1.6. Indústria da magnesita

No município de Jucás, a 405 km de Fortaleza no sul do estado, existem duas empresas que operam na exploração de magnesita, em minas situadas próximas à planta:

a Magnesium do Brasil S/A, que fabrica produtos como carbonato de magnésio, óxidos de magnésio calcinado e sinterizado, corretores de escória e massas refratárias, que são aplicados nos setores agrícolas (nutrição animal e produção vegetal), industriais (processos industriais) e refratários (indústria siderúrgica) (MAGNESIUM DO BRASIL 2023) e a Ibar Nordeste, que produz basicamente os mesmos produtos e tem os mesmos destinos de aplicação.

Outras plantas de beneficiamento podem ser instaladas entre Jucás e o Açude Orós, região onde concentram-se várias jazidas de magnesita conhecidas (PARENTE *et al.*, 1998).

10.1.7. Indústria siderúrgica

A Companhia Siderúrgica do Pecém, situada no município de São Gonçalo do Amarante, a 57,5 km de Fortaleza, integra o Complexo Industrial e Portuário do Pecém. Há pouco tempo, era uma companhia binacional (brasileira e sul-coreana), mas recentemente foi adquirida pela multinacional Arcelor Mittal, sediada em Luxemburgo (SINTAFCE, 2022). É considerado o maior empreendimento industrial instalado no Ceará, responsável por metade da exportação do estado. Começou a produzir e exportar placas de aço, desde 2016, destinadas às indústrias naval, de óleo e gás, automotiva e construção civil (CSPECEM, 2023). A usina é moderna e realiza todas as fases de produção, utilizando-se de matérias-primas, como o carvão mineral, o minério de ferro e o calcário, para fabricação de aço de elevado grau de pureza e qualidade. O município de Banabuiú comporta a fábrica da Libra, situada a 222 km do porto, pertencente ao grupo empresarial Carbomil. Inicialmente, foi criada para produzir composto de ferro-silício (75%), a partir da mistura de quartzo e hematita. Além disso, produz inoculantes e nodulizantes (LIBRA LIGAS DO BRASIL, 2023).

No Ceará, o calcário, ferro e quartzo são os principais insumos para a indústria siderúrgica.

10.1.8. Indústria de água mineral

A água mineral é um importante recurso, a demanda crescente, motivada pelo aumento populacional, faz com que ganhe ainda mais relevância. Atualmente, grande parte das empresas de água mineral estão localizadas na Região Metropolitana de Fortaleza e adjacências, onde há maior concentração populacional. Outras regiões do estado, onde estão presentes as bacias sedimentares do Parnaíba (Serra Grande), Araripe (região do Cariri) e Potiguar (Chapada do Apodi), as bacias são formadas por espessas camadas de sedimentos clásticos e possuem melhores condições para a formação de reservatórios de água subterrânea.

No Brasil, a maioria das águas envasadas são consideradas minerais e não estão relacionadas às grandes empresas internacionais. No setor, prevalecem empresas de pequeno e médio portes, embora o Ceará tenha um grande grupo empresarial (Edson Queiroz) exportador de água mineral. Existe a necessidade de investimentos em novos parques industriais e a modernização daqueles mais obsoletos, introduzindo a automatização dos processos para melhorar a produtividade, reduzir custos operacionais e agregar valor ao produto. A água mineral, que segue especificações mais restritas, possui maior valor agregado e pode ser utilizada, por exemplo, como insumo para produtos nutracêuticos, como águas adicionadas de vitaminas e minerais, além de águas saborizadas, voltadas à saúde e ao bem-estar (PARRA, 2015).

10.2. OPORTUNIDADES EM DESENVOLVIMENTO

10.2.1. Manganês

Já ocorreu extração de manganês nos municípios de Ocara, Pentecoste e Quixadá. Atualmente, há extração apenas no município de Ocara. O primeiro registro de exportação de manganês, a partir do Porto do Pecém, explotado de Pentecoste, aconteceu no ano de 2019, com destino à China e à Indonésia (AECIPP, 2019). Com a disponibilidade da estrutura do Complexo Portuário e Industrial do Pecém, é possível estudar maneiras de viabilizar a utilização de manganês como insumo para indústria siderúrgica do estado.

10.2.2. Insumos para energia nuclear (urânio) e fertilizante (fosfato)

A Jazida de Itataia, no município de Santa Quitéria, é conhecida por conter urânio e fosfato em rochas denominadas colofanitos. Está em fase de obtenção de licenciamento ambiental para que ocorra a implantação do empreendimento que será executado, em consórcio, pelas Indústrias Nucleares do Brasil (INB), que será responsável pelo aproveitamento do urânio, e a companhia privada Galvani, o fosfato. Serão matérias-primas para produção de fertilizantes de alto teor destinados à agricultura, fosfato bicálcico e o concentrado de urânio destinado à geração de energia elétrica (VARELA, 2022).

A produção de fosfato pode ser beneficiada com o andamento do projeto para a produção de hidrogênio verde, junto ao Complexo de Pecém, que também produzirá como subproduto a amônia, importante insumo portador de nitrogênio, outro nutriente que é muito utilizado em combinação com o fosfato para formar o fosfato monoamônico (MAP) e o fosfato diamônico (DAP). Esses dois componentes formados, MAP e DAP,

possuem uma grande vantagem técnica, devido à rápida liberação dos macronutrientes fósforo e nitrogênio. A previsão é que sejam produzidas anualmente, pelo Consórcio Santa Quitéria, 1.050.000 toneladas de fertilizantes fosfatados, 220.000 toneladas de fosfato bicálcico e 2.300 toneladas de concentrado de urânio (INB, 2022).

10.2.3. Extração de ouro

A região entre os municípios de Pedra Branca, Independência e Tauá possui potencialidade para ouro, contendo mineralizações inseridas em rochas metavulcanossedimentares do Complexo Tróia, localizado no Domínio Ceará Central (COSTA *et al.*, 2018). Nessa região, recentemente foi confirmado, por pesquisas geológicas em fase inicial de exploração (Projeto Ouro Pedra Branca da empresa South Atlantic Gold), recurso mineral inferido de 180.000 onças de ouro (MELLO, 2021). O governo do Ceará assinou memorando de entendimento com a empresa detentora dos direitos de pesquisa para exploração de ouro, com intuito de gerar 900 empregos diretos na fase de construção e 250 após a inauguração, ressaltando-se as condições favoráveis para a implantação do empreendimento, como rodovias, energia, água, mão de obra, etc. (MINÉRIOS & MINERALES, 2022).

10.2.4. Extração de platina/paládio/níquel/cobre/cobalto/cromo/ouro

As pesquisas mais recentes divulgadas pela iniciativa privada confirmaram que ocorrem, nas rochas metamáficas da região de Pedra Branca, além das mineralizações de platina e paládio, associações de substâncias como ouro, níquel, cobre, cobalto e cromo, com recursos minerais interessantes em cinco depósitos e avançado estudo de viabilidade econômica (LOMAS *et al.*, 2019).

Portanto, um empreendimento para extração de metais de alto valor pode se tornar realidade, já que a área possui uma boa infraestrutura (rodovias próximas, eletricidade, telefonia, internet etc.) por parte do governo estadual e municipal.

10.2.5. Extração de Vanádio/Titânio/Ferro

As pesquisas geológicas estão ocorrendo entre os municípios de Tauá e Pedra Branca, em rochas máficas e ultramáficas do Complexo Tróia, localizado no Domínio Ceará Central, onde já foi constatado resultados positivos de teores e recursos para mineralizações de vanádio, titânio e ferro (JANGADA MINES, 2023). Os investimentos estão acontecendo e a Jangada Mines, empresa detentora das áreas de pesquisa para vanádio, está interessada em implantar um empreendimento (FORACO, 2022).

Devido à crescente procura para suprir a demanda mundial por armazenamento de energias eólica e solar, houve aumento considerável na procura por esse elemento, que é usado na produção de baterias especiais. Essa demanda se coaduna com a potencial viabilidade na exploração do vanádio. Outras utilizações comuns para o vanádio são: a produção de aços inoxidáveis para instrumentos cirúrgicos em aços resistentes à corrosão, mistura com alumínio em ligas de titânio, empregado também em motores à reação, em alguns componentes de reatores nucleares e forma parte de alguns imãs supercondutores. O pentóxido de vanádio (V_2O_5) é muito usado também no setor cerâmico.

10.3. OPORTUNIDADES POTENCIAIS

10.3.1. Extração de grafita

A porção central do Ceará tem duas áreas com várias ocorrências de grafita: a região entre Acopiara, Piquet Carneiro, Deputado Irapuan Pinheiro e Solonópoles e a região entre Canindé, Itapiúna e Aracoiaba. São áreas potenciais que precisam de maior detalhamento em pesquisa geológica para exploração de grafita. Existem alguns estudos ocorridos nos municípios de Canindé (LARA, 2014) e Aracoiaba (FRAGOMENI, 2011).

A demanda para produzir grafeno no Brasil insere o Ceará no cenário nacional. A grafita é utilizada para finalidades industriais, bem como para novas tecnologias, por exemplo, fabricação de baterias para veículos elétricos. É necessário que ocorra a intensificação de estudos geológicos em escalas menores, para melhorar a avaliação do potencial exploratório.

10.3.2. Extração de lítio, tântalo e nióbio

Nas regiões de Solonópole e Cristais, há ocorrências de minerais portadores de lítio (SOUZA *et al.*, 1973; VIDAL; NOGUEIRA NETO, 2005; PALHETA, 2017). A empresa Cougar Metals, com base em indicações de trabalhos anteriores nessas regiões, recentemente, confirmou a presença de minério de lítio em seus prospectos através de reportagem em Notícias de Mineração Brasil (COUGAR, 2018). Ainda é preciso que sejam feitos estudos mais detalhados para verificar a possível viabilidade econômica para a exploração. O lítio é encontrado em minerais de pegmatito, como lepidolita, ambligonita e espodumênio, apresentando conteúdo em columbita-tantalita, minerais de tântalo e nióbio. Esses elementos são utilizados na fabricação dos mais variados produtos, mas estão sendo bastante procurados para suprir a área tecnológica da indústria automotiva mundial, com o objetivo de utilizá-los no desenvolvimento de superbaterias.

10.3.3. Quartzo

No Ceará, os pegmatitos representam uma das fontes naturais de quartzo hialino de uso óptico ou eletrônico, com potencial para uso metalúrgico, fabricação de vidros (garrafas, planos, etc.), de placas para produtos eletrônicos e de captação de energia solar. Os principais depósitos de pegmatitos mineralizados com quartzo encontram-se nos municípios de Quixeramobim, Solonópole, Itapiúna, Banabuiú, Russas e Crateús (LIMA VERDE *et al.*, 2011).

É necessário fomentar a iniciativa privada, assim como as instituições de pesquisas, para que ocorram pesquisas geológicas mais detalhadas para obtenção da sílica e sua utilização no setor industrial. Estudos preliminares indicaram depósitos de quartzo com teores acima de 99,8% de SiO_2 (alta pureza), que são adequados para fabricação de silício de grau metalúrgico, e que permitem cogitar a possibilidade de implantação de indústria de placas fotovoltaicas para geração de energia limpa (LIMA VERDE *et al.*, 2011).

10.3.4. Extração de gema

Os minerais de cunho gemológico são extraídos de províncias pegmatíticas encontradas no estado, que têm registro de uma variedade de gemas, entre elas a água-marinha (berilo), turmalina corada, ametista, etc.

A formação de polos gemológicos, por exemplo, em Solonópole, Milhã e Cristais, seriam uma alternativa viável

por meio de APLs, para fomentar o desenvolvimento da região por microempreendedores. Ressalta-se que na possibilidade de um empreendimento para extração de lítio, poderão ser explorados, como subprodutos dos pegmatitos, as gemas, as micas, feldspatos potássicos, etc.

10.3.5. Extração de cobre

O estado do Ceará comporta três regiões interessantes para retomada em pesquisa geológica visando o aproveitamento do cobre. A primeira delas é a região noroeste do estado, relacionada às sequências de rochas metavulcanossedimentares do Grupo Martinópole, localizado no Domínio Médio Coreaú, cujo trabalho recente do SGB-CPRM divulgou o mapa prospectivo para Cu-Pb-Zn (PINÉO *et al.*, 2018). Na região, está localizada a mina desativada do Sítio Buíra, em Viçosa do Ceará, onde explotou-se, nas décadas de 1980 a 1990, minério supergênico de cobre. Outro local é a região do Cococi, no município de Parambu, situada na porção sudoeste do Ceará, contendo ocorrências de cobre, associadas a ferro, em rochas da chamada Bacia do Cococi. A terceira área está na região de Aurora, sul do Ceará, onde são encontradas ocorrências de cobre, também associadas a ferro, e nas vizinhanças de Missão Velha, cobre associado a ouro. O cobre é um mineral metálico que pode ser utilizado em diversas aplicações, tais como: uso extenso na indústria de fios e cabos elétricos, na construção civil, na indústria automobilística, em componentes eletrônicos, etc.

11. REPERCUSSÕES ATUAIS E FUTURAS

As atividades de extração e transformação mineral possuem alta capacidade de contribuição para o desenvolvimento regional, tendo em vista suas características e atributos que as caracterizam como detentoras de vigoroso poder de germinação de atividades econômicas - mediante o suprimento de substâncias minerais indispensáveis à sobrevivência e ao conforto humano - e, sobretudo, como impulsionadoras do crescimento econômico - por meio de seus efeitos multiplicadores, manifestados ao longo da sua extensa cadeia de transferências intersetoriais.

Entretanto, mais do que impulsionadoras do crescimento econômico, as atividades míneroindustriais promovem o desenvolvimento sustentável, desde que sejam conduzidas de forma a harmonizar o capital natural com o social, intelectual e de produção, conforme definido por Johnson *et al.* (2003). Sob um ponto de vista mais específico, as contribuições das atividades míneroindustriais, para o desenvolvimento sustentável, podem ser aferidas por indicadores relativos: i) à geração de emprego; ii) à geração de renda; iii) à arrecadação de impostos; iv) ao saldo da balança comercial; v) à agregação de valor; vi) ao adensamento produtivo; e vii) à melhoria da qualidade de vida.

No que diz respeito à geração de emprego, sobressai o indicador consagrado - embora ainda não suficientemente demonstrado - de que um posto de trabalho em atividade extrativa mineral gera 12 outros, dos quais: i) quatro a montante (*upstream*), devido aos estímulos gerados na estrutura de fornecedores; e ii) oito a jusante (*downstream*), devido à ampliação de capacidades de transporte e de processamento das matérias-primas de origem mineral, nas subseqüentes etapas da cadeia de transformação industrial.

Vale destacar que o valor da produção mineral comercializada (VPMC) no estado do Ceará evoluiu de R\$ 263,38 milhões, em 2010, para R\$ 1.340 milhões, em 2022, com crescimento da taxa média de 14,52% a.a. (em termos nominais) ou o equivalente 4,80% a.a. (em termos reais). Destaca-se também os comportamentos relativos à participação dos principais bens minerais produzidos no estado, em relação ao VPMC total de 2022, assim como as correspondentes taxas médias de crescimento anual, no período 2010 a 2022:

- **Rochas britadas e cascalho:** participação de 36,22% e crescimento, no período 2010 a 2022, com taxa média de 9,52% a.a. (base nominal) ou de 0,18% a.a. (base real);
- **Calcário:** participação de 14,27% e crescimento, no período 2010 a 2022, com taxa média de 17,12% a.a. (base nominal) ou de 7,13% a.a. (base real);
- **Rochas Ornamentais:** participação de 6,92% e crescimento, no período 2010 a 2022, com taxa média de 29,89% a.a. (base nominal) ou de 18,82% a.a. (base real);
- **Argilas:** participação de 3,88% e crescimento, no período 2010 a 2022, com taxa média de 8,54% a.a. (base nominal); ou de -0,70% a.a. (base real);
- **Água mineral:** participação de 32,81% e crescimento, no período 2010 a 2022, com taxa média de 12,08% a.a. (base nominal) ou de 2,53% a.a. (base real).

A Tabela 11.1 apresenta a composição do VPMC dos principais bens minerais do estado do Ceará, assim como a evolução do VPMC no período 2010 a 2022.

Tabela 11.1 - Composição e evolução do VPMC dos principais bens minerais do Ceará – 2010/2022.

Fonte: ANM, 2024b (dados processados pela plataforma P3M).

BENS MINERAIS	2010			2022		CRESCIMENTO	
	R\$ M ¹	R\$ M ²	%	R\$ M	%	% A.A ¹	% A.A ²
Água mineral	83,74	243,83	32,81%	329,14	25,12%	12,08%	2,53%
Areia	7,9	22,85	3,10%	15,07	1,15%	5,53%	-3,41%
Argilas	9,9	28,8	3,88%	26,46	2,02%	8,54%	-0,70%
Calcário	36,41	106,17	14,27%	242,56	18,51%	17,12%	7,13%
Dolomita e Magnesita	1,7	4,95	0,67%	9,84	0,75%	15,76%	5,89%

Nota. 1 = Valores correntes; 2 = Valores constantes

Tabela 11.3 (continuação) - Composição e evolução do VPMC dos principais bens minerais do Ceará – 2010/2022.
Fonte: ANM, 2024b (dados processados pela plataforma P3M).

BENS MINERAIS	2010			2022		CRESCIMENTO	
	R\$ M ¹	R\$ M ²	%	R\$ M	%	% A.A ¹	% A.A ²
Rochas Ornamentais	17,66	51,42	6,92%	407,12	31,07%	29,89%	18,82%
Rochas Ornamentais (outras)	5,35	15,57	2,10%	3,76	0,29%	-2,90%	-11,17%
Rocha para britas e cascalhos	92,43	269,13	36,22%	275,14	21,00%	9,52%	0,18%
Saibro	0,1	304,33	0,04%	1,2	0,09%	23,01%	-36,95%
Total	255,19	1.047,05	100,00%	1.310,29	100,00%		

Nota. 1 = Valores correntes; 2 = Valores constantes

No ano de 2010, a produção mineral do estado do Ceará, em valores constantes, era de R\$ 1,04 bilhões, mas no ano de 2022 apresentou o valor de R\$ 1,3 bilhões, crescimento de aproximadamente 20%. Todos os bens minerais de destaque produzidos no estado apresentaram crescimento, sendo as rochas ornamentais, a água mineral, as britas/cascalhos e o calcário, respectivamente, os que obtiveram maiores índices de crescimento.

O capítulo subsequente apresenta propostas de diretrizes de ação para viabilização das oportunidades detectadas no presente estudo, de forma a promover o deslocamento de uma rota definida para outras rotas, em direção a cenários mais desejáveis e virtuosos - mediante estímulos de políticas públicas esclarecidas. A ideia é promover uma intensa geração de valor para todos os *stakeholders*, não apenas com a viabilização de novas oportunidades de investimento e fortalecimento das cadeias produtivas, como também pela adoção de práticas mais competitivas e sustentáveis, envolvendo melhorias tecnológicas, redução de índices de consumo de recursos hídricos e energéticos, aumentos de produtividade, aproveitamento de subprodutos e coprodutos, minimização de lançamento de rejeitos e efluentes, reabilitação de áreas mineradas e máxima contribuição para o desenvolvimento regional.

Cabe assinalar que, assim como em toda e qualquer região dotada de notável potencial geomineiro, no Ceará, a promoção de atividades míneroindustriais, segundo os princípios do desenvolvimento sustentável, deve ser acompanhada da indispensável inclusão social e econômica; do estabelecimento de relações justas de compartilhamento de resultados; da atuação articulada e integrada dos diferentes *stakeholders*; do respeito ao meio ambiente e da participação efetiva do poder público: i) no contínuo aperfeiçoamento dos instrumentos regulatórios; ii) na diligente formulação e implementação de políticas públicas; e iii) na promoção de estímulos à atração de investimentos e à difusão do processo de desenvolvimento regional sustentável e competitivo.

O aumento de investimentos e cooperações entre os setores público e privado para o avanço das pesquisas, aperfeiçoamento técnico-educacional e infraestrutura, junto à modernização das políticas regulatórias, são prerrogativas notórias e indispensáveis para o desenvolvimento do setor e, conseqüentemente, do estado. As ações nessas frentes propiciam a melhoria na oferta de emprego, o aumento da renda média salarial, maior arrecadação fiscal, ampliação de trocas inter-regionais e propagação de saldos positivos na balança comercial do estado.

12. DIRETRIZES DE AÇÃO

Encontram-se a seguir recomendadas as diretrizes de ação a serem consideradas e aprofundadas por ocasião da formalização do Plano Estratégico de Desenvolvimento da Indústria Mineral do Ceará. Tais diretrizes encontram-se fundamentadas no conhecimento de aspectos geoeconômicos, socioeconômicos e socioambientais reunidos e analisados, ao longo deste EGE, e estão orientadas - segundo uma visão estratégica, multidisciplinar e de longo prazo - para a promoção de melhorias nos indicadores de sustentabilidade e de competitividade da mineração estadual, contribuindo, desta forma, para o desenvolvimento e melhoria de qualidade de vida no estado do Ceará.

Visando sintonizar as principais questões diagnosticadas ao longo do relatório, com soluções apropriadas, tendo em vista as suas correspondentes repercussões a nível setorial e regional - buscou-se harmonizar as diretrizes propostas com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) , assim como com outros marcos e paradigmas, tais como o Acordo de Paris, ESG (*Environmental, Social and Governance*) e Economia Circular, que condicionam as atuais agendas e pautas de discussões relacionadas ao conhecimento e aproveitamento dos recursos minerais em bases sustentáveis e competitivas.

As diretrizes propostas encontram-se apresentadas em dois grupos. No primeiro (item 12.1) encontram-se caracterizadas as proposições de caráter geral – possivelmente comuns aos EGEs de outras unidades da federação – relativas a macro-orientações de caráter estruturante que deverão ser adotadas, prioritariamente, visando estimular e viabilizar a implementação das proposições específicas, alinhadas e comentadas no item 12.2. Por sua vez, o item 12.3 sugere os efeitos esperados com a implementação das diretrizes de ação aqui propostas.

12.1. DIRETRIZES DE CARÁTER GERAL

Encontram-se a seguir assinaladas proposições de diretrizes gerais relativas aos temas:

- Energia renovável;
- Bens minerais da transição energética;
- Insumos agrícolas;
- Infraestruturas macroestruturantes;
- Conselho Estadual de Política Energética e Mineral.

Ampliação da geração de energia renovável – O estado do Ceará tem apresentado notável expansão de capacidade de geração de energia renovável, principalmente eólica e mais recentemente se criou grande expectativa com os intensos investimentos no Complexo de Pecém para a produção de hidrogênio verde. Isto decorre de oportunidades detectadas a partir de determinadas características fisiográficas que determinam a ocorrência, em determinadas regiões do estado, devido aos regimes de vento convenientes à instalação de empreendimentos de geração e distribuição de energia renovável. A energia eólica produzida no estado foi um dos motivos para o direcionamento de investimentos para a produção de hidrogênio verde, permitindo torná-la economicamente viável.

Com a promoção de estímulos à ampliação da geração de energias renováveis, duas importantes repercussões se articulam com diferentes cadeias produtivas mineroindustriais. De um lado, as que ofertam bens minerais requeridos pela transição energética (cobalto, cobre, grafita, lítio, níquel, tântalo, terras-raras, titânio e vanádio) poderão passar a suprir novas e crescentes demandas relativas à produção de baterias, acumuladores de energia, magnetos e outros componentes de motores especiais. De outro, todas as cadeias produtivas da indústria mineral tendem a intensificar a substituição de energia fóssil por energias renováveis, aprofundando a implementação de medidas de descarbonização de seus processos de produção, com significativos benefícios em termos de melhoria de competitividade e de sustentabilidade, além de consequente alargamento de acessos a mercados, a tecnologias e a recursos financeiros preferenciais.

Bens minerais da transição energética – Tendo em vista a denominada revolução industrial do século XXI, determinada pela implementação de novas fontes de energia, associadas à utilização de novos materiais, considerando-se o potencial existente e a expansão, que já se verifica no Piauí, de geração de energia eólica e solar fotovoltaica e levando-se em consideração as perspectivas de suprimento regional de matérias-primas essenciais, a partir do próprio estado, como grafita, ou de estados vizinhos (ex: níquel e cobalto, do Piauí; cobre, da Bahia; lítio, do Rio Grande do Norte; níquel, da Bahia, Goiás e Pará; e tântalo, da Paraíba), constata-se a existência de condições favoráveis para que o estado venha a abrigar segmentos relevantes das cadeias de suprimento de insumos e produtos requeridos pela transição energética.

Expansão da produção de insumos agrícolas –

O potencial geológico favorável e o conhecimento de ocorrências e potenciais para depósitos minerais para rochas fosfatadas, bem como a utilização do elemento nitrogênio, que será subproduto da produção de hidrogênio verde, criará a oportunidade de verticalização da indústria de fosfato. O estado ainda pode contar com a produção de calcários para correção de acidez do solo, além de outras rochas que se prestam à função de remaninizadores, evidenciando a perspectiva de constituir polos produtores de insumos agrícolas.

Tal perspectiva se fundamenta também no panorama relativo às infraestruturas em fase de planejamento ou de implementação, que poderão facilitar o acesso a mercados interestaduais e intraestaduais, compreendendo não apenas a rede atual e projetada de vias de transporte (rodoviário, ferroviário, aquaviário e marítimo), como também sistemas portuários (Parnaíba, Pecém, São Luís e Suape), além de entrepostos, portos-secos e sistemas de conexão inter-modal.

Infraestruturas macroestruturantes – Dentre as infraestruturas de transporte em fase de planejamento ou de implementação, cabe priorizar aquelas de repercussões macroestruturantes, tais como: i) a Ferrovia Transnordestina; ii) a conexão ferroviária com o Porto de Pecém; e iii) as rotas rodoviárias que ligarão os futuros polos de insumos agrícolas a regiões vizinhas de elevada produção agrícola, como o Vale do Gurugiá (Matopiba), Barreiras (Bahia) e Juazeiro-Petrolina (Bahia/Pernambuco).

Cabe também destacar as conexões de infraestrutura capazes de ligar os futuros polos de insumos agrícolas a mercados mais distantes, seja de exportação ou doméstico, tais como o sul do Pará e o norte do Mato Grosso, mediante eixos logísticos multimodais que se evidenciam com a progressiva integração do sistema de transporte do país.

Criação do Conselho Estadual de Política Energética e Mineral – Composto pelos titulares de Secretarias de Estado diretamente relacionadas com o planejamento do desenvolvimento dos setores energético e minerário e com a participação de correspondentes entidades representativas dos segmentos produtivos e acadêmico, que deverá exercer o papel de formular a política e correspondentes programas setoriais e regionais, partindo da conciliação de entendimentos entre as instituições envolvidas e da harmonização de correspondentes programações de trabalho, buscando sempre os melhores resultados em termos de promoção do desenvolvimento regional em bases sustentáveis e competitivas. Dentre as funções que ser-lhe-ão atribuídas, deverá se responsabilizar:

- pela estruturação do sistema estadual de planejamento do desenvolvimento dos setores energético e minerário;
- pela elaboração do Plano Estadual de Desenvolvimento dos Setores Energético e Minerário;
- pela criação de um fundo estadual de apoio à pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico dos setores energético e minerário;
- pela formulação de um programa estadual de desenvolvimento de recursos humanos nas áreas de energia, geociências e indústria mineral;
- pela formulação do programa estadual de desenvolvimento de infraestruturas de energia e de transporte, para atendimento às demandas dos setores energético e minerário;
- pela estimulação de redes participativas e de fóruns de debates, a serem estruturados mediante iniciativa e participação de entidades civis, tais como federações de indústrias, associações comerciais, além das instituições representativas de segmentos da indústria mineral.

12.2. DIRETRIZES DE CARÁTER ESPECÍFICO

A seguir, encontram-se assinaladas proposições de diretrizes específicas relacionadas aos programas sugeridos e que deverão ser considerados durante a preparação do Plano Estratégico de Desenvolvimento da Indústria Mineral do Estado do Ceará:

- Programa de Mapeamento Geológico e Prospecção Regional;
- Programa de Desenvolvimento de Infraestruturas;
- Programa de Desenvolvimento de Recursos Humanos;
- Programa de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável;
- Programas Setoriais Estruturantes.

12.2.1. Programa de Mapeamento Geológico e Prospecção Regional

O êxito de programas e projetos de prospecção e pesquisa mineral, consequentes estudos técnico-econômicos e subsequente aproveitamento racional de depósitos de bens minerais, é condicionado ao nível de conhecimento geocientífico e geoeconômico de que se disponha sobre a região objetivada.

No estado do Ceará, o nível de tais conhecimentos anteriormente adquiridos já é considerado suficiente para embasar uma nova etapa de mapeamentos geológicos de semidetalle, os quais deverão assegurar maior assertividade na seleção de áreas promissoras para descoberta de depósitos minerais de interesse para a sociedade.

Por outro lado, estudos executados constataam a existência de uma ampla faixa de terrenos promissores, formada por rochas metamáficas e metavulcanossedimentares, de idades neoproterozoicas, paleoproterozoicas e arqueanas. Notabilizam-se por terem o potencial de hospedar diferentes substâncias metálicas, como o ferro, no município de Quiterianópolis, e o manganês, no município de Ocara. No entanto, outros tipos de rochas também estão propícios a hospedarem minerais não metálicos, como a magnésita, no município de Jucás. Recomenda-se:

- a aquisição de imagens de satélite de todo o estado do Ceará, na escala de 1:25.000, com base nas quais deverá ser promovido o mapeamento geológico de semidetalle na escala de 1:50.000;
- a realização de um programa de prospecção regional visando o estudo das áreas mais favoráveis à existência desses corpos rochosos;
- o mapeamento tectônico-sedimentar das principais áreas de potenciais, incluindo a caracterização de principais ocorrências e depósitos minerais.

12.2.2. Programa de Desenvolvimento de Infraestruturas

O governo do Ceará vem se mobilizando para melhorar às condições de infraestrutura do estado em relação ao transporte marítimo, por meio de parcerias firmadas junto ao Complexo de Pecém. No mesmo contexto, no que envolve o Complexo de Pecém, cabe ressaltar a iniciativa de se criar um polo de produção de hidrogênio verde, importante passo rumo à necessidade da transição energética. A construção da malha ferroviária Transnordestina, iniciativa do governo federal, é outro importante investimento em transporte e logística, que beneficiará o estado e ampliará a capacidade de escoamento da produção de bens até o Porto de Pecém, propiciando maiores facilidades à exportação.

Apesar dessas significantes transformações, é fundamental a melhoria nos quesitos transporte, produção e distribuição energética, com o aumento da qualidade e da capacidade de tráfego nas rodovias de diferentes municípios produtores de bens minerais espalhados por todo o estado e o aumento na capacidade de redes de distribuição de energia, para possibilitar o desenvolvimento econômico do Ceará.

12.2.3. Programa de Desenvolvimento de Recursos Humanos

As seguintes ações são consideradas necessárias para a implementação de um programa continuado de capacitação e especialização profissional:

- Formalizar parceria com o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, visando à criação dos seguintes cursos de nível médio: Curso Técnico de Mineração e/ou Curso Técnico de Geologia;
- Formalizar parceria com a Universidade Federal do Ceará (UFC), para organizar cursos de especialização e mestrado de geologia econômica e economia mineral.

12.2.4. Programa de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

As atividades mineiras, em geral, produzem grandes quantidades de resíduos, sejam estéreis nas operações de extração ou rejeitos e efluentes nas operações de beneficiamento e transformação mineral. Nas atividades da indústria mineral, a minimização da geração de resíduos e a maximização de seu reaproveitamento constituem diretrizes essenciais do desenvolvimento sustentável, associadas aos paradigmas de ESG e de Economia Circular. Em cada segmento da indústria mineral e em cada contexto regional, as possibilidades de minimizar a geração de resíduos e de maximizar o seu reaproveitamento adquire nuances específicas.

No Ceará, assim como em outras regiões, pode-se destacar, por exemplo, as possibilidades de buscar a referida otimização nos segmentos de produção de agregados e de rochas ornamentais. Nos dois casos, a minimização da geração de resíduos estará associada à capacitação de recursos humanos e à prestação de orientações técnicas apropriadas. Por outro lado, a maximização do reaproveitamento de resíduos estará associada a pesquisas e ensaios tecnológicos e ao desenvolvimento de mercados. Os exemplos relacionados à destinação de pó de rocha (para uso como reminalizadores de solo agrícola) ou de reprocessamento de entulho de construção e demolição (para reutilização como agregado para a construção civil) tornam-se eloquentes, devido aos expressivos benefícios associados à redução de impactos ambientais, inclusive em termos de redução de gases de efeito estufa (GEE), bem como de geração incremental de emprego e renda.

Recomenda-se a constituição e implementação de um programa de conscientização e capacitação de todos os *stakeholders* das cadeias produtivas da indústria mineral do Ceará, para a disseminação de uma cultura de conhecimento e aproveitamento das potencialidades minerais do estado, com responsabilidade social e de preservação ambiental, em plena sintonia com os fundamentos e grandes paradigmas do desenvolvimento sustentável, incluindo o Acordo de Paris, ESG e Economia Circular.

12.2.5. Programas Setoriais Estruturantes

Os estudos realizados permitiram caracterizar as principais cadeias produtivas mineroindustriais do Ceará e identificar as oportunidades primordiais de investimento fundamentadas em potencial geológico, infraestrutura e mercados.

O conhecimento sistematizado e analisado no presente estudo permite recomendar um conjunto de programas setoriais classificados como estruturantes, devido à perspectiva de ampla e multiplicadora contribuição para o desenvolvimento socioeconômico e socioambiental do estado. Além de promover a intensificação da geração e disseminação de conhecimento geoeconômico, os programas propostos deverão estimular a constituição e/ou consolidação de polos regionais de atividades mineradoras (pesquisa, lavra, beneficiamento e transformação mineral) de elevada contribuição para o desenvolvimento sustentável das regiões onde estão inseridos.

No Ceará, puderam ser observadas características marcantes que possibilitam a criação de um ambiente favorável ao desenvolvimento do setor mineroindustrial, com destaque para a capacidade produtiva de fornecimento de energia limpa e a variabilidade de substâncias minerais disponíveis em seu território. Neste caso, a simbiose vai além da produção do insumo “energia” para a utilização tanto na extração do bem mineral, quanto no processo de transformação mineral. Existe a transversalidade entre a produção de diferentes fontes de energia, como é o caso da energia solar e eólica, já bem consolidadas, e a produção futura de hidrogênio verde, que se tornou viável economicamente devido ao uso de energia eólica como insumo. Outro exemplo de transversalidade é a utilização da geração de nitrogênio durante o processo de produção de hidrogênio. O nitrogênio é um macronutriente importante para a produtividade agrícola e fundamental para a transformação mineral do fosfato, outra substância disponível no estado cearense. Podemos, ainda, citar a relação de dependência da indústria siderúrgica em relação à necessidade da disponibilidade de energia, por conta do alto consumo usados em seus processos de produção, somando-se a disponibilidade e a produção de substâncias como o ferro e o manganês. Dentro desses exemplos citados, foi possível diagnosticar fatores facilitadores para o surgimento de um polo siderúrgico e de fertilizantes. Os polos produtivos possuem atributos capazes de impactar de forma significativa uma determinada região, como o potencial de geração de empregos indiretos e a demanda de mão de obra especializada e o aumento da competitividade do setor do polo causada pela redução de custos na produção.

Em relação ao polo siderúrgico, destaca-se o Complexo de Pecém, que está estrategicamente localizado entre os municípios de Caucaia e São Gonçalo do

Amarante, a uma distância de 60 quilômetros de Fortaleza, abrangendo extensa área de 13.337 hectares. Seu propósito primordial é impulsionar o desenvolvimento econômico nos âmbitos local, regional e nacional, atuando como um centro dinâmico para a movimentação de materiais siderúrgicos, fertilizantes, granel e contêineres.

O plano diretor delinea a subdivisão da região em quatro setores distintos. O primeiro setor é designado para abrigar termelétricas e a Companhia Siderúrgica do Pecém (CSP); o segundo é dedicado à instalação de uma refinaria e polo petroquímico; o terceiro é destinado à área industrial, enquanto o quarto compreende espaços institucionais, serviços e a Zona de Processamento de Exportação (ZPE). Esse planejamento estratégico visa otimizar a operacionalização do Complexo de Pecém, promovendo a distribuição eficiente e especializada das atividades dentro do empreendimento.

A utilização de fertilizantes tem sido cada vez mais importante para a produtividade agrícola tanto em âmbito nacional quanto internacional. Nessa perspectiva, os nutrientes podem ser categorizados com base em sua importância no processo de desenvolvimento das plantas (LAPIDO-LOUREITO *et al.*, 2001), como:

- Macronutrientes primários: nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K);
- Macronutrientes secundários: cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S);
- Micronutrientes ou oligoelementos: boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), zinco (Zn) e cobalto (Co).

Aliado a isso, é importante ressaltar que o processo de extração e transformação dos recursos minerais destinados à produção de fertilizantes é influenciado por uma variedade de fatores. Esses fatores incluem a disponibilidade de matérias-primas, a proximidade dos centros de consumo e as condições de transporte e distribuição.

No tocante à geração de energia eólica no Ceará, atribuída à propícia localização geográfica, o estado ocupa a 4ª posição no *ranking* de produção, conforme indicado por pesquisa da Aneel. No ano de 2016, a contribuição da energia eólica no Ceará resultou em uma redução de 243.410,85 toneladas de CO² para o meio ambiente. Esse impacto ambiental evitado foi de 4.335,72 toneladas/ano no PEB e 6.094,00 toneladas/ano no PEF. Dessa forma, as energias renováveis consolidaram-se como um recurso crucial para o desenvolvimento sustentável, ganhando cada vez mais relevância ao longo do tempo (FREITAS, 2015).

No contexto da energia solar, observa-se aumento significativo na competitividade nos últimos anos, facilitando sua integração na matriz elétrica brasileira. Como resultado, tornou-se uma das alternativas mais viáveis para a geração de energia elétrica no país. Nessa

perspectiva, a Região Nordeste se destaca, beneficiando-se da posição geográfica que proporciona níveis de irradiação mais favoráveis em comparação com outras regiões. Assim, confere atratividade para potenciais investimentos que visam explorar essa fonte energética.

Quanto ao projeto de produção de Gás Natural Liquefeito (GNL) no Complexo Industrial e Portuário do Pecém, a tensão decorrente da crise entre Ucrânia e Rússia teve impactos significativos no interesse de investidores em relação ao projeto Portocem, cujo financiamento é liderado pela Ceiba Energy, empresa dedicada à posse, ao desenvolvimento e à operação de ativos de geração de energia na América Latina. Esse projeto, considerado o segundo maior investimento no estado do Ceará, enfrentou desafios decorrentes da instabilidade geopolítica, afetando as perspectivas de captação de recursos.

A crescente preocupação com a redução das emissões de poluentes no meio ambiente é uma tendência evidente no cenário atual. Conforme apontado por Barroso *et al.* (2021), o hidrogênio (H₂) vem sendo reconhecido como uma forma de combustível essencial para impulsionar a transição energética, desempenhando papel significativo no processo de descarbonização. O termo hidrogênio verde, é uma tecnologia baseada na geração de hidrogênio a partir de fontes energéticas renováveis. Outro aspecto destacado é ser considerado por muitos como “combustível do futuro”, fundamentado pela emissão apenas de água durante o processo de combustão. Além disso, é relevante ressaltar que, quando produzido a partir de fontes renováveis, o hidrogênio apresenta potencial considerável como opção de produção segura, econômica e não poluente. Também, é importante destacar o termo hidrogênio cinza, que é produzido pela

reforma a vapor do gás natural, e sem a captura do carbono, então ele também é considerado nocivo ao meio ambiente. Por outro lado, o hidrogênio azul é obtido pela reforma a vapor de combustíveis fósseis, porém com a captura e reutilização do carbono, então ele já é mais eficiente comparado ao cinza e ao marrom.

No Brasil, aproximadamente 83% de sua matriz energética é composta por fontes renováveis, sendo liderada pela hidrelétrica (63,8%), seguida pela energia eólica (9,3%), biomassa e biogás (8,9%) e energia solar centralizada (1,4%) (Serviços, 2021). Nesse cenário, estão em andamento projetos financiados por empresas estrangeiras para a implementação de usinas de produção de hidrogênio por meio da eletrólise. Destacam-se as iniciativas no Porto de Pecém, no estado do Ceará, onde a empresa Enegix Energy planeja estabelecer a maior usina de H₂ verde do mundo, com uma produção estimada de 600 mil toneladas por ano, provenientes de 3,4 GW de potência combinada de projetos eólicos e solares. Outro exemplo é o projeto em parceria com o Porto de Açu, no Rio de Janeiro, envolvendo a empresa Fortescue Future Industries (FFI), que está avaliando a viabilidade da instalação de uma planta de hidrogênio verde com capacidade de 300 MW no local (BARROSO *et al.*, 2021).

Diante do exposto, recomenda-se a criação de uma comissão regional estadual entre as secretarias de infraestrutura (Seinfra), do trabalho (SET), do meio ambiente e mudanças climáticas (Sema), do planejamento e gestão (Seplag), da ciência, tecnologia e educação superior (Secitece) e outra(s) que o governo estadual achar pertinente para a elaboração de ações integrativas que estimulem a criação de polos produtivos sob a perspectiva da ESG e economia circular.

REFERÊNCIAS

- ABIROCHAS. **Setor de rochas ornamentais**. Brasília, 2023. Disponível em: https://abirochas.com.br/wp-content/uploads/2022/01/Informe_05_2018_Setor_de_Rochas_Ornamentais_c.pdf. Acesso em: 9 jul. 2023
- ADECE - AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DO CEARÁ. **Complexo Industrial do Pecém (CIPP)**. Fortaleza, 2022. Disponível em: <https://www.adece.ce.gov.br/projetos-estruturantes/cipp/>. Acesso em: 28 set. 2022.
- AECIPP - ASSOCIAÇÃO DAS EMPRESAS DO COMPLEXO INDUSTRIAL E PORTUÁRIO DO PECÉM. **Porto do Pecém realiza exportação pioneira de manganês usando equipamento inédito**. Fortaleza, 2019. Disponível em: <http://www.aecipp.com.br/pt-br/noticias/porto-do-pecem-realiza-exportacao-pioneira-de-manganes-usando-equipamento-inedito>. Acesso em: 31 out. 2022.
- ANATEL. **Painéis de Dados. Infraestrutura**: Ceará. Brasília, 2022. Disponível em: <https://informacoes.anatel.gov.br/paineis/infraestrutura>. Acesso em: 26 set. 2022.
- ANEPAC - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS ENTIDADES DE PRODUTORES DE AGREGADOS PARA CONSTRUÇÃO. **Seminário Mineração de Agregados: desafios e perspectivas de futuro**. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://anepac.org.br/agregados/artigos/item/122-relatorio-da-abdi>. Acesso em: 9 jul. 2023.
- ANM - AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Sistema SIGMINE (Geoinformação Mineral)**. 2024a. Disponível em: <https://geo.anm.gov.br/portal/apps/webappviewer/index.html?id=6a8f5ccc4b6a4c2bba79759aa952d908>. Acesso em 15 jan. 2024.
- ANM - AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Anuário mineral brasileiro interativo**. 2024b. Disponível em bit.ly/3NLdhut. Acesso em 05 jan. 2024.
- ANM - AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Anuário Mineral Estadual**: Ceará. Brasília, 2020. 23p.
- ANM - AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Arrecadação extra**. Brasília, 2023. Disponível em bit.ly/3NCBmUe. Acesso em: 15 jul. 2023.
- ANUÁRIO do Ceará. **Infraestrutura**: Cinturão Digital do Ceará. Disponível em: <https://www.anuarioceara.com.br/cinturao-digital/>. 2022. Acesso: 21 set. 2022.
- BARROSO, A. M. R.; ROCHA, B. V. S.; ALVES, L. F. L.; FILHO, M. R. G. M. Obtenção do Hidrogênio verde a partir de energias renováveis. **Revista Arte, Ciência e Tecnologia**, Disponível em: <https://cet.edu.br/files/pages/95/artigo.pdf>. Acesso em: 28 set. 2022.
- BRASIL. Lei nº 6.513, de 20 de dezembro de 1977. Dispõe sobre a criação de Áreas Especiais e de Locais de Interesse Turístico; sobre o Inventário com finalidades turísticas dos bens de valor cultural e natural; acrescenta inciso ao art. 2º da Lei nº 4.132, de 10 de setembro de 1962; altera a redação e acrescenta dispositivo à Lei nº 4.717, de 29 de junho de 1965; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1977. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6513.htm. Acesso em: 15 jul. 2023.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 15 jul. 2023.
- BRASIL. Ministério de Infraestrutura. **Transporte no Ceará**. Brasília, 2000. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/centrais-de-conteudo/ce-2000-pdf>. 2000. Acesso em: 27 set. 2022.
- 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2001. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 15 jul 2023.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Resolução Recomendada nº 22, de 06 de dezembro de 2006. Emitir orientações quanto à regulamentação dos procedimentos para aplicação dos recursos técnicos e financeiros, para elaboração do Plano Diretor dos municípios inseridos em área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental, de âmbito regional ou nacional, com referência nas diretrizes constantes dos incisos II, IX e XIII do art. 2 e inciso V do art. 41, do Estatuto da Cidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2006. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosCidades/ArquivosPDF/Resolucoes/ResolucaoRecomendada/resolucao-22-2006.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2023.
- BRASIL. Lei nº 11.771, de 17 de setembro de 2008. Dispõe sobre a Política Nacional de Turismo, define as atribuições do Governo Federal no planejamento, desenvolvimento e estímulo ao setor turístico; revoga a Lei no 6.505, de 13 de dezembro de 1977, o Decreto Lei no 2.294, de 21 de novembro de 1986, e dispositivos da Lei no 8.181, de 28 de março de 1991; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11771.htm. Acesso em: 15 jul. 2023.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Resolução Recomendada nº 164, de 26 de março de 2014. Alterar orientações

- constantes da Resolução nº 34, de 01 de julho de 2005, do Conselho das Cidades. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2014. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=20/10/2014&jornal=1&pagina=64&totalArquivos=108>. Acesso em: 15 jul. 2023.
- BRASIL. Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015. Institui o Estatuto da Metr pole, altera a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13089.htm. Acesso em: 15 jul. 2023.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Procedimentos de Licenciamento Ambiental do Brasil**. Brasília, 2016. 544p. Disponível em: <https://pnla.mma.gov.br/images/2018/08/VERS%C3%83O-FINAL-E-BOOK-Procedimentos-do-Licenciamento-Ambiental-WEB.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2024.
- BRASIL. Ministério do Trabalho. **Programa Dissemina o das Estatísticas do Trabalho (PDET)**. Brasília, 2022. Disponível em: <http://pdet.mte.gov.br/novo-caged>. Acesso em: 17 jul. 2023.
- CASTRO NETO, F. A.; CASTRO, A. E. P. C. Planejamento urbano para governança das cidades: a situa o dos planos diretores dos municípios cearenses **Revista do Serviço Público**, Brasília, v. 71, n.Especial, p. 84-118, dez. 2020.
- CAVALCANTI, J. A. D.; BESSA, M. D. M. R. A pesquisa de fosfato na  rea Ceará Central. In: ABRAM, M. B. *et al.* (org.). **Projeto Fosfato Brasil – Parte I**. Salvador: CPRM, 2011. p. 487-518. (Informe de Recursos Minerais. Série Insumos Minerais para a Agricultura, 13). Programa Geologia do Brasil – PGB.
- CAVALCANTI, V. M. M. **Plataforma continental: a última fronteira da minera o brasileira**. Brasília: DNPM, 2011. 104p.
- CAVALCANTI, V. M. M.; PARAHYBA, R. E. R. **A indústria de agregados para a constru o civil na Região Metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza. DNPM, 2012. 110p.
- CDC - COMPANHIA DOCAS DO CEARÁ. **Conheça o Porto**. Fortaleza, 2022. Disponível em: <http://www.docasdoceara.com.br/conhe%C3%A7a-o-porto>. Acesso em: 28 set. 2022.
- CHIODI FILHO, C. Economia circular alcança rochas ornamentais e produtos cerâmicos no Ceará. **Revista Brasil Mineral**, ano 39, n. 423, 2022. Disponível em: <https://www.brasilmineral.com.br/>. Acesso em: 22 nov. 2022.
- CNI - CONFEDERA O NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Indústria brasileira de cimento: base para a constru o do desenvolvimento**. Brasília, 2017. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/d2/4b/d24b904d-c672-43f5-a0b7-9644ad97091a/abcp.pdf. Acesso em: 17 nov. 2022.
- COGERH - COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS. **Infraestrutura hídrica do Ceará**. Fortaleza, 2019. 1 mapa color. Disponível em: https://portal.cogerh.com.br/uploads-direct/MAPA_INFRAESTRUTURA_HIDRICA%20-SEM%20AMR.jpg. Acesso em: 27 set. 2022.
- COSTA, F. G.; NALETO, J. L. C.; CALADO, B. O. ** rea de relevante interesse mineral Tróia-Pedra Branca: geologia e mineraliza o aurífera da sequência metavulcanossedimentar da Serra das Pipocas, Maciço de Tróia, Ceará**. Fortaleza: CPRM. 2018. 106p. (Informe de Recursos Minerais. Série Províncias Minerais do Brasil, 17). Programa Geologia do Brasil.
- COUGAR confirma alto teor de Lítio em projeto Ceará. **Notícias de Minera o Brasil**, Belo Horizonte, 2018. Disponível em: <https://www.noticiasdemineracao.com/outros/news/1310723/cougar-confirma-alto-teor-litio-em-projeto-ceara>. Acesso em: 29 abr. 2024.
- CSPECIM - COMPANHIA SIDERÚRGICA DO PECÉM. **Produtos: placas**. Fortaleza, 2023. Disponível em: <https://www.cspecem.com/pt-br/produtos/placas/>. Acesso em: 15 jun. 2023.
- DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Mapa de Condi o de Manuten o – ICM – Ceará**. Brasília, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/rodovias/mapa-de-gerenciamento/mapas-de-condicao-da-manutencao-icm-agosto-2022/074-1-mapa_ce_icm.pdf. Acesso em: 27 set. 2022.
- FIEC – FEDERA O DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO CEARÁ. **Setorial em Comex Rochas Ornamentais**. Fortaleza, 2021. Disponível em: https://arquivos.sfipec.org.br/sfipec/files/files/Setorial%20Em%20Comex%20_%20ROCHAS%20_%20Anual_2021.pdf. Acesso em: 3 dez. 2023.
- FORACO. **Jangada vende aço da ValOre para investir no projeto de vanádio Pitombeiras**. Goiânia, 2022. Disponível em: <https://www.foraco.com.br/novidades/jangada-vende-aco-es-da-valore-para-investir-no-projeto-de-vanadio-pitombeiras/>. Acesso em: 26 out. 2022.
- FRAGOMENI, P. R. P. **Levantamento e estudo das ocorrências de grafita do Distrito Gr f tico Aracoi ba - Baturité, CE**. 2011. Tese (Doutorado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- FRAGOMENI, P. R. P. Depósitos de fosfato do nordeste do estado do Ceará: particularidades e implica es geotectônicas e metalogenéticas. **Revista de Geologia**, v. 34, n. 1, p. 7-22, 2022.
- FREITAS, J.C.; SANTOS, J.A.; CÂNDIDO, S.M.; RAMOS, D. P. Energias Renováveis, Clima e Mudanças Climáticas. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 4, n. especial, p. 317-329, 2015.
- GEDO CHAVES. **Nossos produtos**. Maracanaú, Ceará, 2023. Disponível em: <https://www.gesso.com.br/nossos-produtos/>. Acesso em: 15 jun. 2023.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Perfil dos municípios brasileiros**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/>

- biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=283992. Acesso em: 15 jul. 2023.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Ceará: panorama**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/panorama>. Acesso em: 15 jul. 2023.
- INB - INDÚSTRIA NUCLEARES DO BRASIL. **Santa Quitéria: Consórcio Santa Quitéria**. Fortaleza, 2022. Disponível em: <http://www.inb.gov.br/A-INB/Onde-estamos/Santa-Quiteria>. Acesso em: 17 ago. 2022.
- IPECE - INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Panorama da produção de energia elétrica no estado do Ceará: um enfoque para a matriz eólica**. Fortaleza, 2018. 33p. (INFORME, 141).
- IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Estudo estratégico da cadeia produtiva da indústria cerâmica no Estado de São Paulo: Fase 1 - Relatório Final**. São Paulo, 2019.
- JANGADA MINES. **Geology and Mineralization. Pitombeiras Project**. Londres, 2023. Disponível em: <https://jangadamines.com/projects/pitombeiras-project/geology-mineralization/>. Acesso em: 9 jan. 2023.
- JOHNSON, B. H., LUNDEVALL, B.-Å., EDQUIST, C. Economic Development and the National System of Innovation Approach. In: INTERNATIONAL GLOBELICS CONFERENCE, 1., 2003, Rio de Janeiro – RJ. **Anais [...]** Rio de Janeiro: Globelics, 2003.
- LAPIDO-LOUREIRO, F. E.; MELAMED, R.; FIGUEIREDO NETO, E. J. (ed.) **Fertilizantes: agroindústria & sustentabilidade**. Rio de Janeiro: CETEM, 2001. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/497/1/Fertilizantes.pdf>. Acesso em 15 jun. 2023.
- LARA EXPLORATION. **High-grade flake graphite outlined in trenching at caninde, Brazil**. Toronto, Canadá, 2014. Disponível em: <https://laraexploration.com/news/2014/lara-exploration-ltd-high-grade-flake-graphite-outlined-in-trenching-at-caninde-brazil/>. Acesso em: 25 out. 2022.
- LIBRA LIGAS DO BRASIL S/A. **Ferroligas de alta qualidade**. Fortaleza, 2023. Disponível em: <https://www.libraligas.com.br/?lang=pt-br#>. Acesso em: 15 jun. 2023.
- LIMAVERDE, J. A.; PADILHA, M. W. M.; CIARLINE, C. **Projeto Diagnóstico Geoeconômico sobre o quartzo no Estado do Ceará: relatório final**. Fortaleza: ADECE; Forman Engenharia, 2011. 89p.
- LOMAS, S.; SHAHKAR, A.; HUL, B. **Consulting prepared for ValOre Metals Corp., NI 43-101 Resource Estimate Technical Report – Pedra Branca Project, Ceará State, Brazil**. Technical Report. Vancouver: Valore Metals Corp.; Lions Gate, 2019. 138 p. Disponível em: http://valoremets.com/_resources/reports/Pedra-Branca-Project-Technical-Report-2019.pdf. Acesso em: 26 out. 2022.
- MAGNESIUM DO BRASIL S/A. **Soluções - refratários: oxido de magnésio sinterizado**. Fortaleza, 2023. Disponível em: <https://www.magnesium.com.br/refratarios/>. Acesso em: 15 jun. 2023.
- MEDEIROS, V. C.; CAVALCANTE, R.; CUNHA, A. L. C.; DANTAS, A. R.; COSTA, A. P.; BRITO, A. A.; RODRIGUES, J. B.; SILVA, M. A. O furo estratigráfico de Riacho Fechado (Currais Novos/RN), Domínio Rio Piranhas-Seridó (Província Borborema, NE Brasil): procedimentos e resultados. **Estudos Geológicos**, Recife, v. 27, n. 3, 43p., 2017.
- MELLO, R. **Mineral Resource Estimation for the Pedra Branca Gold Project, Ceará State, Brazil**. Belo Horizonte: RBM Consultoria Mineral, 2021. Technical Report (NI 43-101), prepared for South Atlantic Gold. Disponível em: <https://southatlanticgold.com/wp-content/uploads/2022/05/PB-Technical-Report-2021.pdf>. Acesso em: 7 out. 2022.
- MENDONÇA, J. C. G. S.; CAMPOS, M.; BRAGA, A. P. G.; SOUZA, E. M.; FAVALI, J. C.; LEAL, J. R. L. V. Jazida de Urânio de Itaitaia-CE. In: SCHOBENHAUS, C. (coord.) **Principais Depósitos Minerais do Brasil: recursos minerais energéticos**. Brasília: DNPM, 1985. v.1, p. 121-131.
- MINÉRIOS & MINERALES. **South Atlantic avança em projeto de Au no Ceará**. São Paulo, 2022. Disponível em: <https://revistamineros.com/south-atlantic-avanca-em-projeto-de-au-no-ceara/>. Acesso em: 31 out. 2022.
- MONTEIRO, F. A. D.; MOURA, P. E. F.; MONTEIRO, J. F. N. As cavernas do Ceará: panorama contemporâneo do patrimônio espeleológico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 7.; CONGRESSO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA, 1., 2017, Campinas - SP. **Anais [...]** Campinas: Unicamp, 2017. p. 3242-3255.
- NASCIMENTO, F. R. Categorização de usos múltiplos dos recursos hídricos e problemas ambientais: cenários e desafios. In: MEDEIROS, C. N.; GOMES, D. D. S.; ALBUQUERQUE, E. L.; CRUZ, M. L. B (org.) **Os recursos hídricos do Ceará: integração, gestão e potencialidades**. Fortaleza: IPECE, 2011. p. 38-65. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2015/02/Recursos_Hidricos_do_Ceara.pdf. Acesso em: 27 set. 2022.
- NOGUEIRA, B. Projeto de Calcário é aprovado no Ceará. **Revista Mineração e Sustentabilidade**, 2017. Disponível em: <https://revistamineracao.com.br/2017/09/15/projeto-de-calcario-e-aprovado-no-ceara/>. Acesso em: 06 out. 2022.
- PARENTE, C. V.; GUILLOU, J. J.; ARTHAUD, M. H. Geologia e geoquímica dos elementos maiores dos depósitos de magnesita pré-cambriana (~1.8Ga) da faixa móvel Orós (Ceará). **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 439-448, 1998.
- PARRA, C. D. Em busca de mais valor: investimento em tecnologia, inovação e marketing contribuem para o setor de água mineral aumentar o valor agregado dos produtos. **Engarrafador Moderno**, São Paulo, 2015. Disponível em: <https://engarrafadormoderno.com.br/mercado/em-busca-de-mais-valor>. Acesso em: 4 nov. 2022.

PINÉO, T. R. G.; PALHETA, E. S. M. (org.) **Projeto mapa geológico e de recursos minerais do estado do Ceará.** Escala: 1:500.000. Fortaleza: SGB, 2021. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/20418>. Acesso em: 2 dez. 2022.

PINÉO, T. R. G.; LIMA, A. F.; MARTINS, M. D.; BESSA, M. D. M. R. **Mapa de Prospectividade para Cu, Pb e Zn:** sequência metavulcanicossedimentar toniana de margem continental passiva (Formação Santa Terezinha do Grupo Martinópole). Fortaleza: CPRM. 2018. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/21399>. Acesso em: 03 dez. 2023.

PINÉO, T. R. G.; PALHETA, E. S. M.; COSTA, F. G.; VASCONCELOS, A. M.; GOMES, I. P.; GOMES, F. E. M.; BESSA, M. D. M. R.; LIMA, A. F.; HOLANDA, J. L. R.; FREIRE, D. P. C. **Projeto Geologia e Recursos Minerais do Estado do Ceará:** Mapa Geológico do Estado do Ceará. Fortaleza: CPRM, 2020. 1 mapa, color., escala 1:500.000.

RHI MAGNESITA. **Como líder mundial no setor de refratários, a RHI Magnesita controla todas as etapas ao longo da cadeia.** Viena, Austria, 2023. Disponível em: <https://www.rhimagnesita.com/pt/about/value-chain/>. Acesso em: 9 jul. 2023.

SEFAZ - SECRETÁRIA DA FAZENDA DO ESTADO DO CEARÁ. **Arrecadação do ICMS por CNAE - Classificação Nacional de Atividade Econômica.** Fortaleza, 2023. Disponível em: <https://www.sefaz.ce.gov.br/arrecadacao-de-cnaes>. Acesso em: 15 jul. 2023.

SEMACE – SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE DO CEARÁ. **Zoneamento Ecológico-Econômico da Zona Costeira Do Ceará (ZEEC).** Fortaleza, 2023. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/gerenciamento-costeiro/zoneamento-ecologico-economico-da-zona-costeira-zeec/>. Acesso em: 9 jul. 2023.

SERVIÇOS E INFORMAÇÕES DO BRASIL. **Fontes de energia renováveis representam 83% da matriz elétrica brasileira.** Brasília: Gov.br, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2020/01/fontes-de-energia-renovaveis-representam-83-da-matriz-eletrica-brasileira>. Acesso em: 29 jan. 2024.

SESA CEARÁ. **Águas com alvará sanitário:** relação das empresas de água mineral, regularizadas na vigilância sanitária. Fortaleza, 2022. Disponível em: <https://www.saude.ce.gov.br/principal-2-2-2/fiquepordentro/aguascomalvarasanitario/>. Acesso: 4 jul. 2022.

SGB – Serviço Geológico do Brasil. **Sistema de geociências do Serviço Geológico do Brasil – GeoSGB.** 2023. Disponível em: <https://geosgb.sgb.gov.br/>. Acesso em 20 ago. 2023.

SILVEIRA, C. L. S.; ROQUETTE, R. P. L.; OLIVEIRA, L. H. **Desenho e Análise da Cadeia de Valor da Água Mineral no Brasil.** São Paulo: EAESP/FGV, 2013. 20 p.

SINDILEQCE - SINDICATO DE EMPRESAS LOCADORAS DE EQUIPAMENTOS, MÁQUINAS E FERRAMENTAS DO CEARÁ. **Projeto cearense transforma resíduos de rochas em piso de alto padrão.** Fortaleza, 2021. <https://sindileqce.org.br/noticia/projeto-cearense-transforma-residuos-de-rochas-em-pisos-de-alto-padrao/>. Acesso em: 22 nov. 2022.

SINDUGESSO - SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DO GESSO DO ESTADO DE PERNAMBUCO. **APL de Gesso – Araripina.** Araripina, Pernambuco, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/empresas-e-negocios/pt-br/observatorioapl/melhores-praticas/copy6_of_eixo-politicas-publicas/arquivos-relacionados/apl_gesso_araripina_ceissa.pdf. Acesso em: 9 ago. 2023.

SINTAFCE - SINDICATO DOS FAZENDÁRIOS DO CEARÁ. **Compra da CSP pela ArcelorMittal por US\$ 2,2 bi eleva expectativas sobre a economia do Ceará.** Fortaleza, 2022. Disponível em: <https://www.sintafce.org.br/compra-da-csp-pela-arcelormittal-por-us-22-bi-eleva-expectativas-sobre-a-economia-do-ceara/#:~:text=Desde%20o%20in%C3%ADcio%20das%20opera%C3%A7%C3%B5es,forneceadores%20de%2032%20munic%C3%ADpios%20cearenses>. Acesso em: 19 out 2022.

SOP - SUPERINTENDÊNCIA DE OBRAS PÚBLICAS. **Situações das Rodovias do Ceará.** Fortaleza, 2022. Disponível em: <https://mapas.sop.ce.gov.br/sirtra/exibirSituacaoRodovias.jsf>. 2022. Acesso em: 27 set. 2022.

SOUZA, E. M.; SILVA, F. A. P.; PRADO, F. S.; CAMPOS, M. **Projeto Levantamento dos Recursos Minerais do Estado do Ceará:** Programa Áreas Pegmatíticas. CPRM: Recife. 1973. 130p, v. 1. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/6636/1/rel_recursos_ceara_pegmatitov1.pdf. Acesso em: 16 mar. 2023.

VARELA, A. **Ministro prevê que o projeto de mina de Santa Quitéria seja destravado em 2 meses.** Fortaleza: Focus, 2022. Disponível em: <https://www.focus.jor.br/ministro-preve-que-projeto-de-mina-de-santa-quiteria-seja-destravado-em-2-meses/>. Acesso em: 31 out. 2022.

VIDAL, F. W. H.; NOGUEIRA NETO, J. A. **Minerais de pegmatitos.** Rio de Janeiro: CETEM, 2005, p. 67-81. Contribuição Técnica elaborada para o Livro Rochas e Minerais Industriais do Ceará.

ANEXO I

Descrição das principais substâncias minerais do estado do Ceará

ROCHAS E MINERAIS INDUSTRIAIS

Esta classe agrega substâncias minerais como areia industrial, quartzo, caulim, diatomita, talco, vermiculita, magnesita, grafita, barita, gipsita, celestita, calcário e mármore (Figura 1.1).

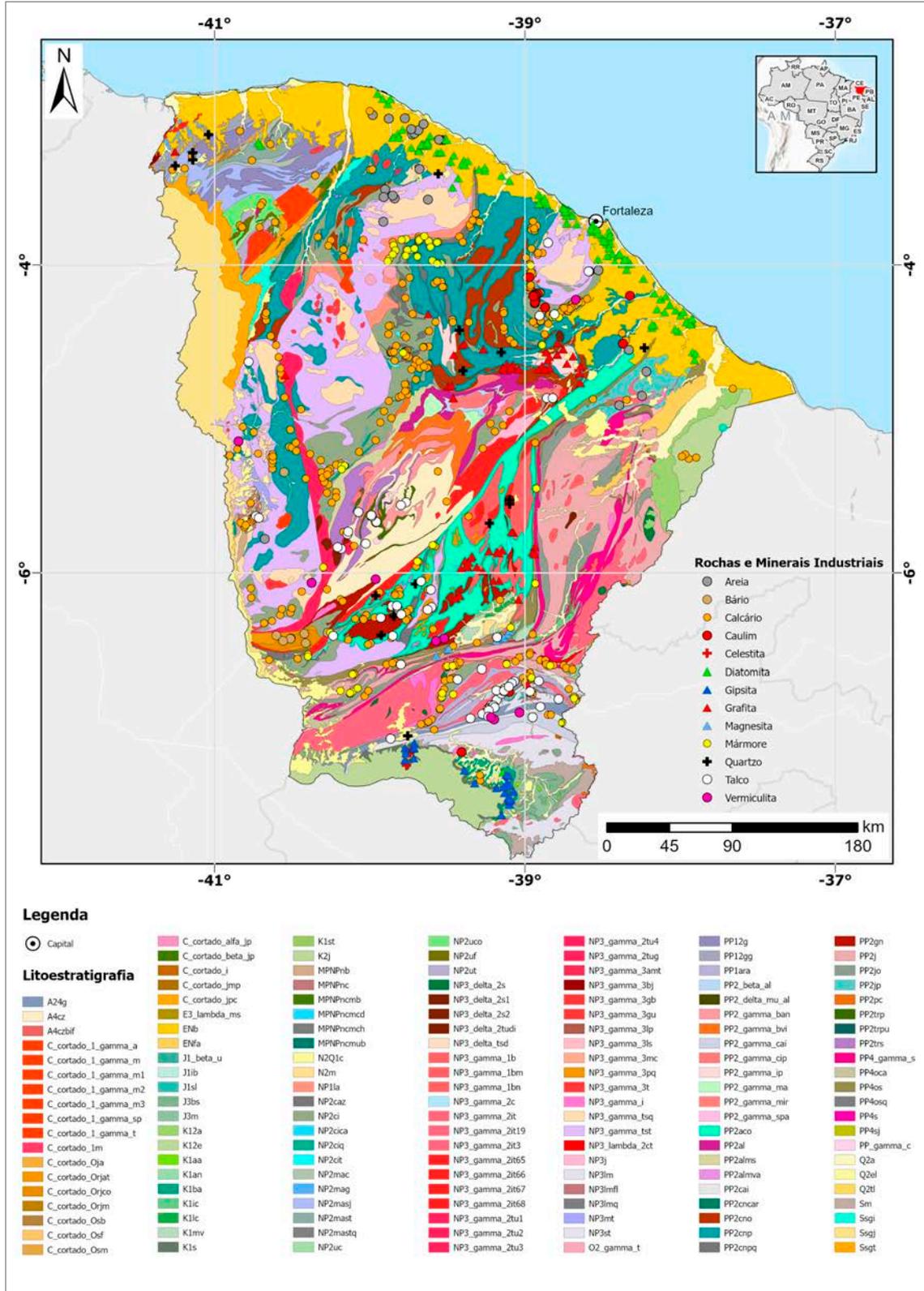


Figura 1.1 - Ocorrências de substâncias classificadas como rochas e minerais industriais no estado do Ceará. Fonte: Pinéo *et al.* (2020); SGB, 2023 (dados processados pela equipe SGB).

Areia industrial

Atribuída, geralmente, à areia que apresenta teor de sílica (SiO_2) elevado, na forma de quartzo, sendo extremamente importante para vários setores industriais. As áreas para areias industriais distribuem-se, principalmente, na faixa litorânea, representada por coberturas sedimentares cenozoicas, constituídas por arenitos argilosos, conglomerados líticos e arenitos litificados do Grupo Barreiras, em depósitos aluvionares inconsolidados que abrangem seixos, areias finas e grossas com níveis de cascalhos e argilas e em depósitos eólicos litorâneos que englobam areias quartzosas de granulação fina a média, bem selecionadas e com grãos arredondados. Na porção sul do estado, região de Brejo Santo, as áreas destinadas para fins de areias industriais correspondem aos depósitos aluvionares e aos arenitos, de granulação variada, da Formação Missão Velha e, em Lavras da Mangabeira, englobam depósitos aluvionares do Rio Salgado.

Os principais municípios com reservas em areia industriais são Horizonte, Itarema e Sobral, cujas reservas medida, indicada e inferida são, em toneladas, respectivamente, de 56.796.301, 3.659.066 e 2.009.269, de acordo com a ANM (2020).

Quartzo

O quartzo aqui apresentado está relacionado à utilização industrial. As principais fontes desse mineral são as rochas pegmatíticas e veios quartzosos que ocorrem nos terrenos cristalinos no Ceará. As áreas potenciais são conhecidas nos municípios de Quixeramobim, Solonópole, Russas e Crateús, além de Paramoti, Caucaia, Pedra Branca, Choró, Itapiúna, Aracoiaba, Canindé, Cascavel, Caridade, Sobral, Aracatiaçu, Forquilha, Granja, Santa Quitéria e Parambu, cujos teores estão acima de 99,55% de SiO_2 (LIMAVERDE *et al.*, 2011). A substância quartzo tem como reservas medida e inferida, em toneladas, respectivamente, de 6.51.436 e 114.527, de acordo com a ANM (2020).

Caulim

Destacam-se as ocorrências de caulim na Serra de Baturité, nos municípios de Guaramiranga e Pacoti. São ocorrências residuais de origem pegmatítica, alguns em forma de bolsões de elevada pureza e outros, sendo caulins secundários, alterados de quartzitos arcossianos, contendo material impuro, rico em grãos de quartzo e cristais de muscovita, mas podendo constituir jazida inesgotável, segundo Braga *et al.* (1977).

Sousa *et al.* (2005) citaram as ocorrências de caulim residuais encontradas nos municípios de Campos Sales (origem de tufo vulcânicos) e Martinópoles, oriundos dos filitos do Grupo Martinópoles. Segundo Sousa *et al.* (2005), o vulcanito de Campos Sales apresentou uma reserva medida de 4.383.308 toneladas, mas vale registrar as várias ocorrências cadastradas no mapeamento da Folha Pio IX (escala 1:100.000), por Veríssimo *et al.* (2014), situadas a noroeste de Campos Sales, em meio à superfície de depósitos colúvio-eluviais.

Diatomita

Ocorre na faixa litorânea do estado, nas regiões de Camocim, Itarema-Trairi, Horizonte e Aracati, extraída de rocha sedimentar biogênica, contidas no Grupo Barreiras. A extração de diatomita chegou a constituir importante fator para economia do Ceará. Hoje, apresenta depósitos praticamente exauridos, com produção irrisória e intermitente, funcionando apenas em função de demanda. Sua extração é feita sob regime de garimpagem, com cava submersa em lagoa de água doce, estando o minério coberto por água a aproximadamente 3 metros de profundidade. A diatomita é extraída manualmente, por meio de mergulho, e levada à superfície com o auxílio de pás. O material removido é moldado e organizado em barras de 20 cm x 35 cm, e submetido ao sol para secagem natural. Em seguida, é queimado em fornos feitos do próprio minério empilhado e, finalmente, transportado, principalmente para São Paulo. Mesmo em atividade, as extrações ocorrem apenas em períodos curtos, quando há demanda (GOMES *et al.*, 2016). No Ceará, a diatomita apresenta reserva medida de 283.940 toneladas, conforme a ANM (2020).

Talco e vermiculita

Essas substâncias ocorrem nos municípios de Acarape, Canindé, Cariús, Caririaçu, Caucaia, Ererê, Groaíras, Guaiúba, Ibaretama, Ipueiras, Madalena, Quixadá, Redenção, Saboeiro e Sobral, porém o maior número de ocorrências de talco e amianto estão situadas nas regiões de Granjeiro-Lavras da Mangabeira (Ipaumirim), Tróia (Pedra Branca) e Novo Oriente, onde ocorrem em rochas metamáficas/metaultramáficas anfibolitizadas, serpentinizadas, cloritizadas e xistificadas, sendo comum estágio avançado de esteatização. Na porção sul e a leste da cidade de Granjeiro, têm-se ocorrências de vermiculita sob a forma de bolsões encaixados em rochas metaultrabásicas.

Magnesita

A magnesita ocorre associada aos metadolomitos descontínuos intercalados nos xisto e quartzitos da Formação Santarém (Grupo Orós). Os principais jazimentos estão situados entre os municípios de Cariús e Orós, principalmente em Jucás, José de Alencar (distrito de Iguatu) e no fundo do Açude Orós (NAVARRO *et al.*, 2017). Desde o ano de 1940, tem-se registro de exploração de jazida de magnesita na região de Orós (MAGALHÃES, 2009). O Ceará possui 6% da produção bruta brasileira e a Bahia fica com as reservas restantes (LOBATO, 2009). O minério magnesítico do Ceará pode ser classificado como magnesitas hidratada, anidra, ferrífera e carbonosa (SOUSA *et al.*, 2021).

A magnesita tem como reservas medida, indicada e inferida, em toneladas, respectivamente, de 113.372.014, 61.367.287 e 134.750.000, segundo a ANM (2020).

Grafita

Os depósitos, ocorrências e indícios de grafita concentram-se, principalmente, na região central do Ceará em rochas xistosas, gnáissicas e migmatíticas dos complexos Canindé do Ceará e Acopiara, e em metagranitoides (tipo S) da Suíte Itapiúna, em forma de bolsões, níveis irregulares, lentes, veios e disseminados (PALHETA, 2017; PINÉO; PALHETA, 2021).

As principais ocorrências conhecidas estão situadas nos municípios de Solonópoles (fazendas Grossos, Algodão e Assunção, Marretas, Sítio Cacimba, Fazenda Jucá, Santo Antônio, Vencedora, Volta do Mari, Cantagalo, Bom Jardim, São Bernardo e Aurora); Piquet Carneiro (Timbaúba, Luna, Manoel Lopes e Fazenda Vazante); Canindé (Sítio Cachoeira), Paramoti (Barra do Batoque), Itapiúna (fazendas Caiçara e Salgado); Irauçuba (Fazenda dos Alves); Aracoiaíba (Pedra Branca e Fazenda Riacho das Lajes) e Baturité (Fazenda Juamirim). Também, há registros de ocorrências em Choró, Ibaretama, Ocara, Itatira, Boa Viagem, Deputado Irapuan Pinheiro, Acopiara e Granja. Na região de Solonópole–Piquet Carneiro são conhecidos cerca de 50 locais onde existem indícios grafitosos.

No estado não existe exploração de grafita, embora, atualmente, há empresas com interesse em aprofundar pesquisas nesse recurso mineral. Os principais depósitos conhecidos estão no Distrito Gráfico de Aracoiaíba–Baturité, que apresentam potencial para abrigar um recurso de aproximadamente 1,8 Mt de grafita e estão localizados nos municípios de Aracoiaíba, Baturité, Capistrano e Itapiúna. Esses depósitos são de grafita do tipo disseminada e em veio (remobilização em fase sólida), hospedada geralmente em paragnais (FRAGOMENI E PEREIRA, 2013).

De acordo com a ANM (2020), as reservas minerais medida, indicada e inferida, em toneladas, são de 79.397, 6.599 e 208, respectivamente.

Barita

As principais ocorrências de barita são conhecidas nos municípios de Madalena, Caridade e Parambu. O maior número concentra-se em forma de veios, preenchendo fraturas/fissuras, em rochas sedimentares da Bacia do Cococi, região sudeste de Parambu. O controle da mineralização de barita ocorreu ao longo de lineamentos na Bacia do Cococi, instalada a partir da atuação de processos hidrotermais, provavelmente no período Eocarbonífero (SANTOS FILHO *et al.*, 2015). Essa região foi explorada no período de 1976-1980, cujas minas de Aldeota, Tabulures e Veados apresentaram reservas medidas de 22.159, indicadas de 22.140 e inferidas de 26.329 toneladas, com teor médio de 62,6% BaO, e as minas de Cococi e Canaã com reservas medidas de 3.800, indicadas de 3.800 e inferidas de 32.838 toneladas, com teor médio de 60,47% de BaO (VIDAL *et al.*, 2005). Atualmente, as minas estão desativadas.

Gipsita e celestita (estrôncio)

A gipsita ocorre, principalmente, nos municípios de Santana do Cariri e Nova Olinda, na Chapada do Araripe. Esse mineral está associado a rochas carbonáticas (fossilíferas) e níveis argilosos da Bacia do Araripe (Grupo Santana). Atualmente, há minas ativas, tornando a região de grande importância no setor mineral sul-cearense, com jazidas expressivas. Associada à gipsita ocorre a celestita (SrSO_4), com ocorrências reduzidas (SGB, 2023; ASSUNÇÃO; MIRANDA, 1983), tendo o estrôncio se destacado em anomalias geoquímicas levantadas nos municípios de Santana do Cariri, Crato e Barbalha (LINS, 2011). A reserva medida de gipsita no estado é de 3.560.274 toneladas, de acordo com a ANM (2020).

Calcário e mármore

Os calcários e mármore são presentes, respectivamente, em bacias sedimentares e no embasamento cristalino. Neste último, tem uma ampla distribuição no estado e, conforme o Mapa de Recursos Minerais do Ceará (PINÉO *et al.*, 2020), os mármore são associados aos litotipos, principalmente, das unidades Grupo Independência e Complexo Canindé do Ceará, e também contidos nos grupos Martinópole, Ubajara, Novo Oriente e Orós, além

dos complexos Jaguaretama e Acopiara, e na Formação Lavras da Mangabeira. Os mármore são de composições calcítica e dolomítica e, geralmente, ocorrem em formas lenticulares.

O calcário é encontrado na Bacia Potiguar, na porção leste, relacionado ao Grupo Apodi, e, também, na Bacia do Araripe, na porção sul, associado ao Grupo Santana, sendo que o modo de ocorrência dessa rocha, normalmente, é em camadas horizontais a sub-horizontais e de espessuras variáveis.

Uma das grandes utilizações no Ceará das rochas de origem carbonática é para aplicação na indústria cimenteira. Destacam-se as explorações de metacalcário da Formação Frecheirinha (Grupo Ubajara), na região de Sobral (distrito de Aprazível), os calcários da Formação Jandaíra (Grupo Apodi) na região de Quixeré e, também, da Formação Barbalha (Grupo Santana) na região do Cariri.

Segundo a ANM (2020), a substância calcário tem como reservas medida, indicada e inferida, em toneladas, respectivamente, de 8.606.827.562, 6.651.159.283 e 1.774.604.021, enquanto a substância calcita computa reservas medida e indicada, respectivamente, de 8.424 e 33.696 toneladas. O estudo para a exploração de urânio e fosfato, na região de Itataia, indicou reserva de metacalcário, associado ao minério, cuja ordem é de 32.000.000 toneladas (LOPES E LOPES, 2018), que podem ser utilizado para fabricação de cimento, cal, tintas e corretivo de solo, além de rochas ornamentais.

MATERIAL DE USO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

As substâncias minerais do estado do Ceará, utilizadas na construção civil, correspondem à areia, argila, brita, saibro e rocha ornamental (Figura 1.2).

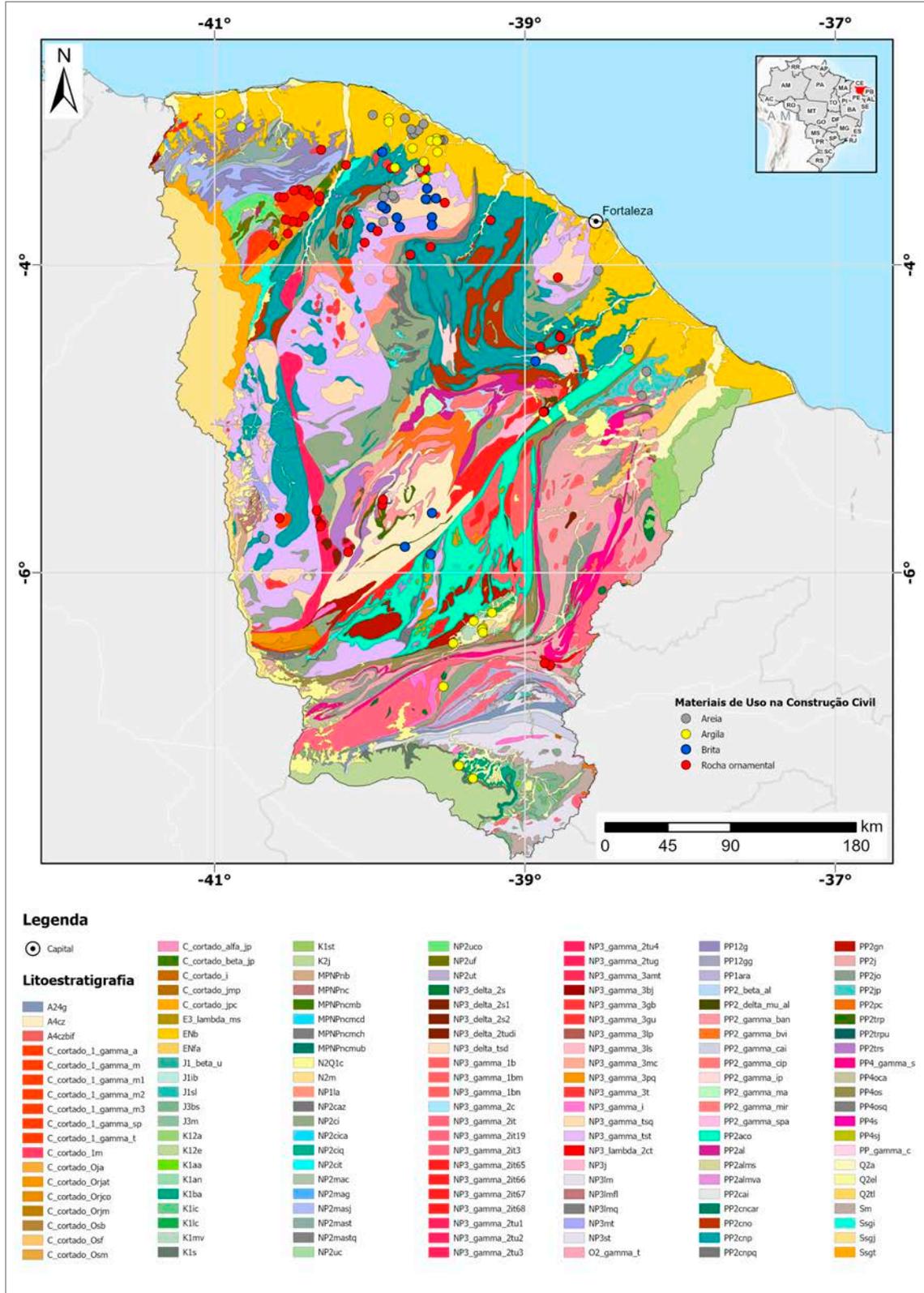


Figura 1.2 - Ocorrências de substâncias classificadas como material de uso na construção civil no estado do Ceará. Fonte: Pinéo *et al.* (2020); SGB, 2023 (dados processados pela equipe SGB).

Areia

A areia, utilizada no segmento da construção civil, é extraída em diferentes porções no Ceará. Consistem em exposições de sedimentos inconsolidados cenozoicos e, sobretudo, em depósitos aluvionares de drenagens de maior porte como nos rios Ceará, Curú, Mundaú, Aracatiaçu, Acaraú, Banabuiú e Jaguaribe, mas a extração de areia é frequente em toda faixa litorânea do estado. Fora do litoral as áreas licenciadas para areia ocorrem em todo estado, notadamente próximo aos centros urbanos devido à necessidade de redução da distância entre a lavra e o mercado consumidor. A grande demanda de areia ocorre na Região Metropolitana de Fortaleza para o consumo de frações grossa, originadas dos rios Choró, Pacoti, Siriema, Canindé e Capitão-Mor, e de frações finas, oriundas dos sedimentos do Grupo Barreiras, em depósitos situados nos municípios de Caucaia, Fortaleza, Eusébio e Aquiraz (CAVALCANTI; PARAHYBA, 2012).

Outros centros urbanos despertam a necessidade de consumo, como no caso da Região Metropolitana de Sobral, na região noroeste do estado, que possui diversas áreas licenciadas ao longo de depósitos do Rio Acaraú e, além destas, existem concessões e licenciamento em área de exposições de sedimentos, predominantemente arenitos, da Bacia do Jaibas, próximo ao distrito de Aprazível. No interior do estado, encontra-se o polo produtor da Região Metropolitana do Cariri, localizada no sul do Ceará, onde as áreas de extração são exposições de sedimentos da Formação Barbalha (arenitos diversos), depósitos colúvio-eluviais e de tálus, além de sedimentos aluvionares da sub-bacia hidrográfica do Rio Batateiras. As reservas medidas da RMF para areia são em torno de 7.029.918 toneladas (CAVALCANTI; PARAHYBA, 2012).

Argila

O estado do Ceará destaca-se como um dos principais produtores ceramistas do Nordeste, estando a produção distribuída, principalmente, nos municípios de Russas, Iguatu, São Gonçalo do Amarante, Aquiraz, Caucaia e Pacatuba (BARRETO, 2016). Os maiores depósitos estão relacionados às planícies de inundação dos rios Pacoti, Choró, São Gonçalo e Ceará. Existem áreas registradas na faixa litorânea, na região de Baleia-Marco, inseridas em sedimentos do Grupo Barreiras.

As argilas têm grande importância socioeconômica, por estar relacionada ao setor da construção civil, sendo que as jazidas de argila da Região Metropolitana de Fortaleza apresentam um bom potencial cuja produção é, principalmente, aplicada na fabricação de cerâmica vermelha (tijolos), assim como para produtos de blocos de vedação e estruturais, lajotas para forro, manilhas e ladrilhos, com pequena minoria destinada à produção de vasos, artefatos ornamentais e utensílios (GOMES *et al.*, 2016).

As argilas comuns têm como reservas medida, indicada e inferida, em toneladas, respectivamente, de 277.782.290, 130.272.728 e 641.507, enquanto as argilas plásticas apenas computadas reserva medida de 5.068.086, segundo a ANM (2020).

Brita

A brita tem um setor produtor bem estruturado na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), como consta nos trabalhos de Cavalcanti e Parahyba (2012) e Gomes *et al.* (2016), e seu principal uso, como agregado, é na concretagem. As pedras britadas da RMF são extraídas em pedreiras, principalmente, de rochas granitoides do Complexo Tamboril-Santa Quitéria nos municípios de Pacatuba, Maracanaú, Maranguape, Itaitinga e Caucaia, e de rochas vulcânicas da Suíte Messejana no município de Eusébio. Outras regiões metropolitanas, como a de Sobral e do Cariri, que apresentam um incremento das atividades no setor da construção civil, motivado pela urbanização acelerada e pelo rápido adensamento das cidades, têm potenciais para produção de brita, pois boa parte do território cearense está situado em terreno cristalino.

As reservas medidas da RMF para rochas ígneas utilizadas para a produção de pedra britada são em torno de 141.639.801 toneladas (CAVALCANTI; PARAHYBA, 2012). Para Gomes *et al.* (2016), considerando as áreas de exposições de rochas favoráveis à produção de brita na RMF, os valores de reserva podem ser superiores a 3 bilhões de toneladas.

Saibro

Apresenta bom potencial e fornece consideráveis volumes de material de empréstimo, muito utilizado na terraplanagem de estradas, porém de baixo valor no mercado (GOMES *et al.*, 2016). São encontrados, principalmente, nas faixas costeiras e nos municípios de São Gonçalo do Amarante, Caucaia, Fortaleza, Eusébio, Itaitinga, Maracanaú e Aracati.

Rochas para fins ornamentais

a) *Região noroeste.* Destaca-se na produção estadual, atualmente extraíndo rochas quartzíticas da Formação São Joaquim (Grupo Martinópole), denominadas comercialmente como Taj Mahal, Perla Venata, Nacarado e Naika, além de arenitos, provenientes da Formação Pacujá (Grupo Jaibaras), designados de Exuberante e Elegante Brown, e os basaltos, provenientes da Litofácies Parapuí, comercializados como Negresco e Infinity, etc. Na década de 1990, foram extraídos, com ampla aceitação no mercado, granitos multicoloridos homogêneos, a maior parte proveniente do Granito Meruoca, comercializados sob diversas denominações: Meruoca Clássico, Verde Ceará, Amarelo Massapê, Verde Meruoca, Dourado Sobral, Yellow Tropical, Red Dragon e Vermelho Filomena. Além desses produtos, foram lavrados conglomerados brechoides polimíticos da Bacia do Jaibaras, designados de Cocktail Brown, Paladium, Chocolate Brasil e Caravaggio. A região noroeste do Ceará reúne a maioria das jazidas de rochas ornamentais, tanto em atividade como lavras paralisadas, mas não exauridas, que constituem uma reserva de rochas silicáticas (granitos e similares). Os depósitos estão situados nos municípios de Sobral, Meruoca, Forquilha, Cariré, Uruoca, Coreaú, Massapê, Marco, Santana do Acaraú e Miraíma.

b) *Região central.* Apresenta diversas jazidas de rochas ornamentais. Por ser de um domínio intensamente afetados por processos geológicos, são abundantes gnaisses, migmatitos e granitos, sendo os dois primeiros comercialmente conhecidos como granitos movimentados. Granitos isotrópicos (de textura homogênea), com granulação e cores variadas, são frequentes. Atualmente, são rochas menos valorizadas no mercado. Isto é comprovado pela paralisação da maioria das jazidas, algumas com blocos no pátio aguardando demanda, e um número restrito de lavras de funcionamento contínuo. Entretanto, fatores como variação de interesse por parte dos consumidores, infraestrutura, volume disponível nas jazidas e presença nos maciços de estruturas naturais (fraturas, enclaves, veios e massas pegmatíticas), que influenciam na lavra e refletem no preço final do produto, devem ser considerados, existindo diferenças no perfil do consumidor (mercado interno vs mercado externo). Dos litotipos mais antigos lavrados, citam-se as jazidas do Complexo Troia, das quais foram extraídos os tipos comerciais conhecidos por Branco Ártico, Golden Ártico e Juparaná Delicato; das jazidas do Complexo Canindé do Ceará foram explorados gnaisses comercializados como Preto Itapiúna, Gran Caramelo, Mont Blanc, Green Coliseum, Coliseum Gold e Yellow Cemoara; das jazidas do Complexo Boa Viagem lavrou-se o Branco Tropical, o Giallo Falésia e o Casa Blanca. Outros exemplares relacionados a corpos granitoides citam-se: Rosa Iracema, Rosa Olinda, Branco Savana, Branco Cristal Quartz e Rosa Veneza, além dos provenientes de corpos da Suíte Taparuaba, de ótima aceitação no mercado, extraídos de granitos hololeucocráticos (brancos), designados de Branco Nevaska, Branco São Paulo, Super Branco, Branco Ceará, Rosa Salmon, Branco Cotton, Branco Santa Quitéria, Asa Branca Golden e Branco Tapajós. Os depósitos estão situados nos municípios de Santa Quitéria, Banabuiú, Pedra Branca, Tamboril, Quixadá e Senador Pompeu.

c) *Região norte-nordeste.* Na região estão sendo lavradas rochas vulcânicas de composição traquítica, provenientes de pequenos corpos atribuídos ao Magmatismo Messejana, que apresentam diversas designações comerciais, tais como: Roma Imperiale, Blue Mare, Blue Deep, Woodstone, entre outras. Além desses, o conhecido como Verde Amazonas é extraído do Corpo Macaco, cujos depósitos estão situados nos municípios de Amontada, Irauçuba, Itapajé, Itapipoca, Maranguape, Aracoíaba, Guaramiranga, Caucaia e São Gonçalo do Amarante.

d) *Região sudoeste.* Foi lavrado o arenito conglomerático, designado Bordeaux Terracota, da Formação Riacho Angico Torto (Grupo Rio Jucá) na Bacia do Cococi no município de Parambu.

e) *Região sul.* O principal produto se refere à Pedra Cariri, extraída dos depósitos nos municípios de Santana do Cariri e Nova Olinda, derivada dos calcários lavrados, expostos da Formação Brejo Santo (Grupo Vale do Cariri) e do Grupo Santana.

MINERAIS METÁLICOS

Esta classe agrega substâncias minerais que contêm ouro, elementos do grupo da platina (EGP), ferro, manganês, cobre, titânio, vanádio, níquel, cromo, chumbo e tungstênio (Figura 1.3) que serão apresentadas a seguir.

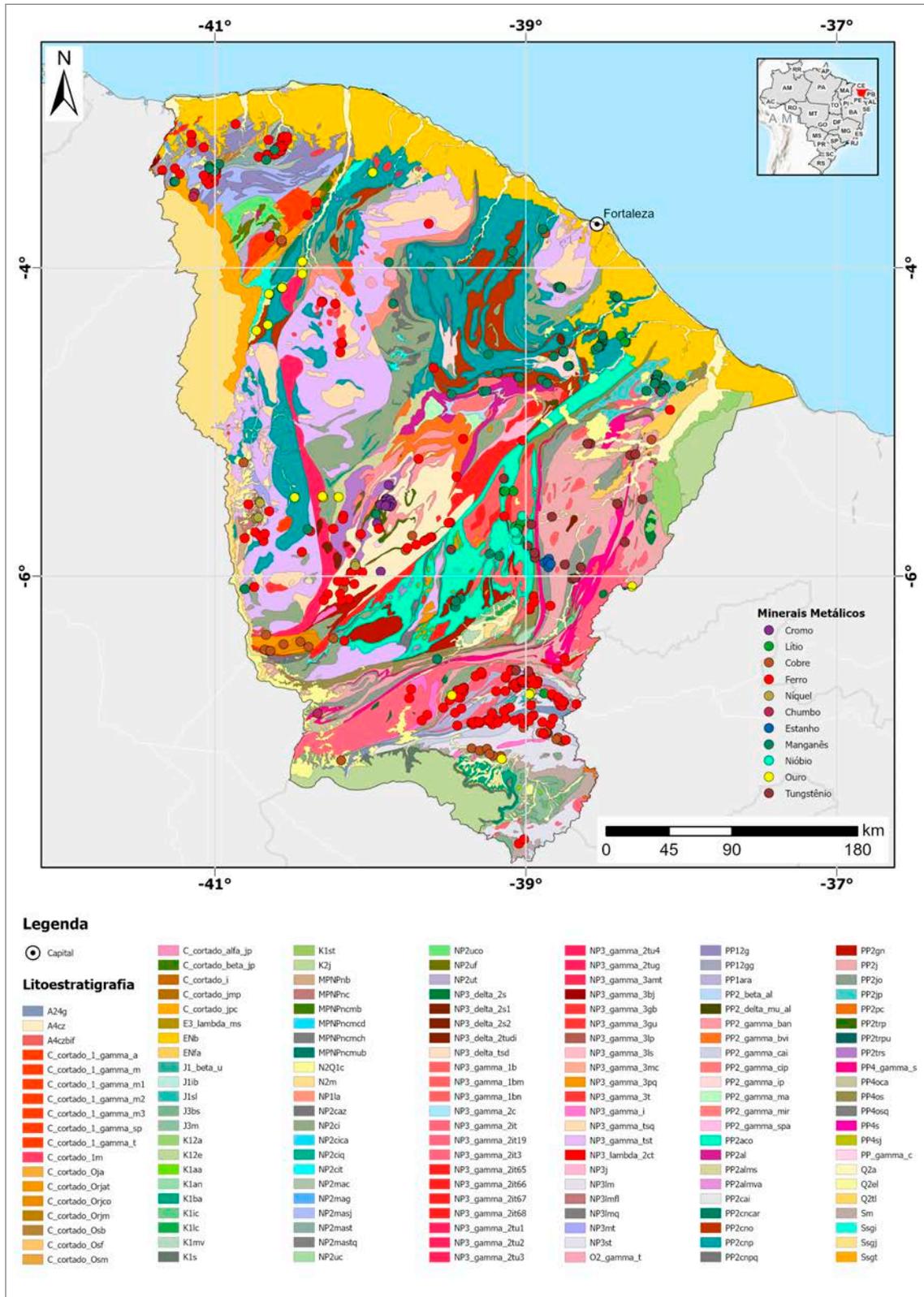


Figura 1.3 - Ocorrências de minerais metálicos no estado do Ceará.
 Fonte: Pinéo *et al.* (2020); SGB, 2023 (dados processados pela equipe SGB).

Ouro

As principais ocorrências são encontradas nas seguintes regiões do Ceará:

a) *Região central.* Atualmente, os estudos de mineralizações de ouro mais promissores ocorrem nas proximidades da Serra das Pipocas (COSTA *et al.*, 2018; MELLO, 2021), entre os municípios de Boa Viagem, Independência, Tauá e Pedra Branca. A mineralização está associada a veios de quartzo, em zonas de cisalhamento de direção NE, hospedadas em sequências metavulcanossedimentares do tipo *greenstone belt* (COSTA *et al.*, 2018) do Complexo Tróia. Os estudos revelaram depósito com cerca de 5,58 toneladas de ouro, em uma reserva total inferida de 4.042.000 toneladas, com teor médio de ouro de 1,38 g/t (MELLO, 2021). Nessa região, o ouro ocorre como importante subproduto (com média de 0,04 g/t Au, LOMAS *et al.*, 2019), contido em rochas cromitíticas (Complexo Tróia), associado à platina e ao paládio.

b) *Região oeste.* São registradas ocorrências de ouro do tipo secundário, associado a sedimentos não consolidados diversos, como terraços e aluviões nos municípios de Ipu, Reriutaba e Cariré (SILVA *et al.*, 1980). Segundo Neto e Passos (1980), estima-se que um total de 539 kg de ouro contido nos terraços e cascalheira da região, porém o trabalho de Silva *et al.*, (1980) ressaltou que o potencial de ouro secundário é de pequeno porte, e que o verdadeiro potencial é a fonte primária, representada pelos conglomerados auríferos do Grupo Serra Grande, cujas amostras de conglomerado estudadas apresentaram teores de ouro entre 0,04 e 0,60 ppm, mas o estudo foi bastante preliminar e sem cálculo de jazida.

c) *Região sul.* As ocorrências de ouro foram descritas em veios de quartzo concentrados em zonas de charneira de dobras abertas, com leve caimento para NE, encaixados em gnaisses do Complexo Arábia, próximo à Lavras da Mangabeira (Sítio Oiteiros) e, também, na área no Sítio Fortuna, no município de Cairús, onde a mineralização de ouro ocorre associada a veios de quartzo sulfetado (pirita), com níveis epidotizados, hospedado em xisto da Formação Caiçu (GOMES *et al.*, 2021).

Paládio e platina (cobalto, cromo e níquel associados)

No Brasil, a mineralização de paládio e platina, elementos mais raros que o ouro, ocorrem em cromititos (Complexo Tróia) no estado do Ceará, e com forte potencial para se tornar a primeira mina desse tipo na América do Sul (LOMAS *et al.*, 2019). A ocorrência de elementos do grupo da platina (EGP), na região central do estado do Ceará, no município de Pedra Branca, é reconhecida desde 1980, mas somente nas últimas décadas se intensificaram os trabalhos de exploração, provavelmente em função da crescente demanda mundial por esses metais (GOMES *et al.*, 1981; SIMÕES, 1993; BARRUETO; HUNT, 2010; LOMAS *et al.*, 2019). Os cromititos portadores da mineralização compreendem cinco depósitos principais: Curiú, Esbarro, Cedro, Trapiá e Santo Amaro, que afloram na superfície, e todos os recursos inferidos são potencialmente lavráveis a céu aberto (LOMAS *et al.*, 2019).

Atualmente, segundo a empresa detentora dos direitos minerários da área, foi determinado um total de recurso medido de 17,9 Mt com 0,77 g/t de paládio (Pd) e 0,45 g/t de platina (Pt) (LOMAS *et al.*, 2019). Houve atualização da reserva inferida em 2022, com valores de 63.568 Kton e 1,08 g/t de PGE+Au (ValOre Metals Corp., 2022).

O paládio e a platina são os principais elementos de interesse nessa mineralização, contudo outros elementos, como cobalto (Co), cromo (Cr), níquel (Ni), além de cobre e ouro, também se apresentam promissores para constituir-se como subprodutos do minério de platina e paládio (LOMAS *et al.*, 2019).

Ferro

As ocorrências de ferro no Ceará destacam-se nas seguintes regiões:

a) *Região noroeste.* Nesta região o ferro está associado a rochas metavulcanossedimentares do Grupo Martinópole, caracterizado em três situações: 1) formações ferríferas bandadas, que compõem camadas pouco espessas e intensamente deformadas, localizadas no município de Viçosa do Ceará na Serra de São José (PINÉO *et al.*, 2019); 2) ferro hidrotermal, na forma de brechas e metacherts ferríferos e miloníticos, associados com manganês e sílica, dispostos ao longo de zonas de cisalhamento de direção NE-SW, com destaque para as zonas de cisalhamento Paulista e Estreito, cujas ocorrências afloram como blocos de dimensão métrica, sem grande representatividade em termos de área de exposição (PINÉO *et al.*, 2019); 3) lateritas ferruginosas pouco espessas, com limonita, goethita, além de magnetita, especularita, hematita e óxidos e hidróxidos de manganês (SIQUEIRA, 2011; PINÉO *et al.*, 2019). O destaque para as lateritas justifica-se por terem sido um dos guias prospectivos para metais-base (cobre, chumbo e zinco) na região de Uruoca (COSTA *et al.*, 1980). Não há, até o momento, atividade exploratória, porém existem empresas atuando em pesquisa de ferro nessa parte da região. Na Fazenda Angustura, no distrito

São José do Torto (Sobral), ocorre depósito de ferro associado à intrusão do Corpo Mucambo nas rochas metasedimentares do Grupo Ubajara, descritas como minério constituído exclusivamente de hematita (COSTA *et al.*, 1973), contendo três tipos: 1) especularítico, com teores entre 56 a 62% de Fe e 2 a 10% de SiO₂; 2) hematítico maciço, proveniente da oxidação da magnetita, com teores entre 66 e 67% de Fe e 2 a 3% de SiO₂; 3) magnetítico, com textura granular maciça, alta densidade e teores de ferro entre 65 e 66% e de SiO₂ entre 2 e 4% (VERÍSSIMO *et al.*, 2007), tendo registro de atividade de lavra junto à ANM, iniciado em 2017.

b) Região centro-oeste. Entre os municípios de Novo Oriente e Quiterianópolis, as ocorrências de ferro estão dispostas como formações ferríferas constituídas por hematita, magnetita e especularita, com finos leitos silicosos, dando à rocha um aspecto de itabirito, associadas aos paragneisses e paramigmatitos do Complexo Canindé do Ceará. Contudo, existem formações ferríferas encaixadas em quartzitos do Grupo Novo Oriente. Moraes e Prado (1974) apontaram um potencial econômico restrito, informando uma reserva de 4,5 milhões de toneladas, porém, no período de 2010 a 2014, na mina de Bandarra, em Quiterianópolis, foi extraído e exportado para a China cerca de 1,2 milhões de toneladas de minério processado, com teor médio de 60% de ferro (UCHOA *et al.*, 2020). Ainda na região, mas no município de Ipaoranga, o ferro tem como característica origem hidrotermal, interpretado como depósito do tipo IOCG (*iron oxide-copper-gold*), associado às rochas metavulcânicas do Grupo Ceará e de estreita relação com a evolução das rochas do Complexo Tamboril-Santa Quitéria (ROCHA E SOARES, 2015). De acordo com esses autores, há minério de ferro, com cobre e apatita associadas (tipo *stratabound*), minério de ferro disseminado e filoneano em metadioritos, além de minério magnetítico maciço do tipo *skarn*.

c) Região central. Nas proximidades de Boa Viagem, são conhecidas formações ferríferas bandadas encaixadas nas rochas do Complexo Cruzeta (VERÍSSIMO *et al.*, 2009). A sudoeste de Mombaça, há ocorrências de ferro dispostas ao longo da Zona de Cisalhamento Sabonete-Inharé, de direção NE-SW. Outras ocorrências de formações ferríferas, contendo hematita, magnetita e quartzo, foram mapeadas a leste (ALCÂNTARA; ALKMIN, 2013) e a nordeste de Tauá, sendo esta última a mais expressiva em dimensões e posicionada no alinhamento do Serrote do Cupim (GOMES; RACHID, 2012).

d) Região sul. Encontra-se a maior quantidade de ocorrências de minério de ferro no estado do Ceará, associada às rochas dos complexos Arábia e Caicó, que geralmente compõem formações ferríferas bandadas, constituídas por magnetitas, anfibólio e quartzo (GOMES *et al.*, 2021).

De acordo com a ANM (2020), as reservas minerais medida e indicada, em toneladas, são, respectivamente, de 119.253.501 e 23.769.580.

Manganês

As ocorrências de manganês no Ceará destacam-se nas seguintes regiões:

a) Região noroeste. O manganês ocorre em rochas da Formação Santa Terezinha (Grupo Martinópole), que correspondem às camadas manganíferas de até 1 metro de espessura, concordantes com os filitos (natureza singenética) e manganês hidrotermal, localizado ao longo de zonas de cisalhamento (direção NE-SW), com registro a norte da cidade de Uruoca, contendo brechas hidrotermais com ferro, manganês e sílica, bem como metachertes miloníticos ferríferos e manganíferos (PINÉO *et al.*, 2019).

b) Região centro-leste. Os principais depósitos conhecidos de manganês situam-se no município de Ocara (Distrito de Curupira), onde ocorre extração de minério, contendo pirolusita e silicatos de manganês em rochas do Complexo Canindé do Ceará. Entre Quixadá e Itapiúna, destaca-se o depósito de manganês no distrito de Juá, contendo o protominério em rochas gondíticas, agrupadas no Complexo Algodões, com enriquecimento supergênico que gerou minérios maciços constituídos por pirolusita, manganita, criptomelana e todorokita (GOMES, 2013). A oeste de Palhano, são registrados blocos de rochas manganíferas maciças dispostos em meio aos depósitos colúvio-eluvionares, contendo protominério, caracterizado por gonditos, intercalado a rochas do Complexo Jaguaretama (CALADO, 2017).

c) Região centro-norte. Nas vizinhanças de Pentecoste, Tejuçuoca e Paramoti, são conhecidas ocorrências de manganês, geralmente contendo grafita associada, encaixadas em rochas do Complexo Canindé do Ceará. Destaca-se o depósito de Poço da Pedra, no município de Tejuçuoca.

De acordo com a ANM (2020), as reservas medidas e indicadas de manganês, são, respectivamente, de 901.309 e 234.339 toneladas.

Cobre (ferro, chumbo e zinco associados)

As regiões que se destacam no Ceará são as seguintes:

a) *Região noroeste.* O principal depósito de cobre do estado, que já foi explorado, é da Mina de Pedra Verde, em Viçosa do Ceará (distrito de General Tibúrcio). Essa mineralização é sulfetada e está presente em filitos carbonosos do Grupo Martinópolis e em veios de quartzo e carbonato, contendo bornita, pirita, covelita, pirita e calcopirita, além de evidências de enriquecimento supergênico (malaquita e azurita) (PINÉO *et al.*, 2019; MATOS, 2012; PRADO *et al.*, 1979; PROMISA, 1974; COLLINS; LOUREIRO, 1971). O depósito apresenta, como subproduto, a prata e tem reservas totais de 44.932.644 toneladas, com teor médio de 0,9% de cobre (418.726 toneladas de cobre contido) (DNPM, 2001). Entre os municípios de Uruoca e Martinópolis, foram identificadas áreas potenciais para associação de cobre, chumbo e zinco (COSTA *et al.*, 1980) em sequência metavulcanossedimentar do Grupo Martinópolis (PINÉO *et al.*, 2019; COSTA *et al.*, 1980). Nas proximidades de Sobral, ocorrem mineralizações de cobre e ferro, no contato entre as rochas vulcano-sedimentares da Bacia do Jaibaras com granitoides da Suíte Intrusiva Meruoca, relacionadas a processos hidrotermais com feições comuns a depósitos do tipo IOCG (PARENTE *et al.*, 2011).

b) *Região sudoeste.* As rochas sedimentares da Bacia do Cococi possuem mineralizações de cobre em sulfetos (calcopirita e calcocita), com presença dominante de malaquita e azurita, associadas a óxidos de ferro, cujo sistema mineralizante está vinculado a processos hidrotermais, semelhante a depósitos do tipo IOCG (MACHADO, 2006).

c) *Região sul.* Nas proximidades de Aurora, o minério de cobre encontrado em rochas metavulcanossedimentares do Grupo Cachoerinha é constituído por calcopirita, calcocita, pirita e bornita, além de minerais supergênicos (malaquita e azurita), associados a brechas hidrotermais ricas em óxidos de ferro (ANDRADE *et al.*, 1981; HUHN *et al.*, 2011), com feições semelhantes a depósitos do tipo IOCG (HUHN *et al.*, 2011). A noroeste de Missão Velhas, com características geológicas semelhantes ao do cobre de Aurora, são registradas ocorrências de sulfetos de ferro e de cobre (PRADO *et al.*, 1980).

De acordo com a ANM (2020), a reserva mineral medida de cobre é de 835.986 toneladas.

Titânio e vanádio (ferro associado)

As mineralizações de titânio e vanádio foram descobertas recentemente na região central do Ceará, entre os municípios de Pedra Branca e Tauá, associadas a magnetitos que fazem parte do conjunto de rochas metamáficas-ultramáficas do Complexo Tróia-Pedra Branca. A magnetita que compõem os corpos de magnetito é rica em uma variedade do mineral denominada de titanomagnetita vanadífera.

Informações recentemente liberadas por empresa privada responsável pela exploração nos alvos Pitombeiras Norte e Goela revelaram que a estimativa de recursos totais é de 5,70 milhões de toneladas, com teor médio de 0,51% de pentóxido de vanádio (V_2O_5), 10,09% de dióxido de titânio (TiO_2), além de 50,42% de óxido de ferro (Fe_2O_3) para um recurso contido de 28.990 toneladas de V_2O_5 (JANGADA MINES, 2020). Os alvos Pitombeiras Norte e Goela fazem parte dos oito alvos identificados com anomalias associadas à mineralização de titanomagnetita de vanádio (JANGADA MINES, 2023).

Há, também, ocorrências de rutilo na região do Independência, onde já houve extração, iniciada na década de 1940, e atualmente inexistente. O rutilo, mineral de titânio, se concentra em coberturas coluvionares-eluvionares, e em aluviões, possivelmente, derivados de erosão de rochas quartzíticas e xistosas da região. A pesquisa de (MELO *et al.* (1984) revelou teores médios rutilíferos variados, alguns atingindo 454 g/m³ e 916 g/m³, com reservas de 166,38 e 262,04 toneladas referentes, respectivamente, aos alvos Brilhante e Inxuí.

Níquel e cromo

As ocorrências de níquel associado ao cromo foram registradas por Araújo e Pinéu (2015) no município de Novo Oriente, contidas em rochas metaultrabásicas da sequência metavulcanossedimentar do Grupo Novo Oriente. Barbosa *et al.* (1977) detectaram teores de níquel e cromo na ordem, respectivamente, de 3.125 - 3.500 ppm e 2.500 - 3.285 ppm.

Chumbo (galena)

Embora o chumbo já tenha sido citado, as ocorrências de galena associada com esfalerita (sulfeto de zinco), encontradas na Bacia do Araripe (setor leste), a partir de sondagem nos municípios de Crato, Barbalha, Missão Velha, Abaiara, Barro e Porteiras, (SCHEID *et al.*, 1978), que normalmente ocorrem em níveis de margas betuminosas

do Grupo Santana, também foram evidenciadas em estudo prospectivo em sedimentos de corrente, acusando anomalias de Pb-Zn-Cu e Sr (Ba) (Lins, 2011; 2018).

Tungstênio (scheelita)

As ocorrências de scheelita são registradas nos arredores de Milhã, encaixadas em veios quartzosos, contidos em tactitos, caracterizados preliminarmente nos trabalhos da CPRM (1971), são rochas calcissilicatadas do Complexo Acopiara (Palheta, 2017). Há necessidade de estudos mais aprimorados para definir a potencialidade do minério, porque no Rio Grande do Norte já houve exploração desse bem mineral em condições geológicas semelhantes às que ocorrem no Ceará.

MINERAIS ENERGÉTICOS

Esta classe agrega substâncias minerais como urânio e folhelho betuminoso (Figura 1.4), que serão apresentadas a seguir.

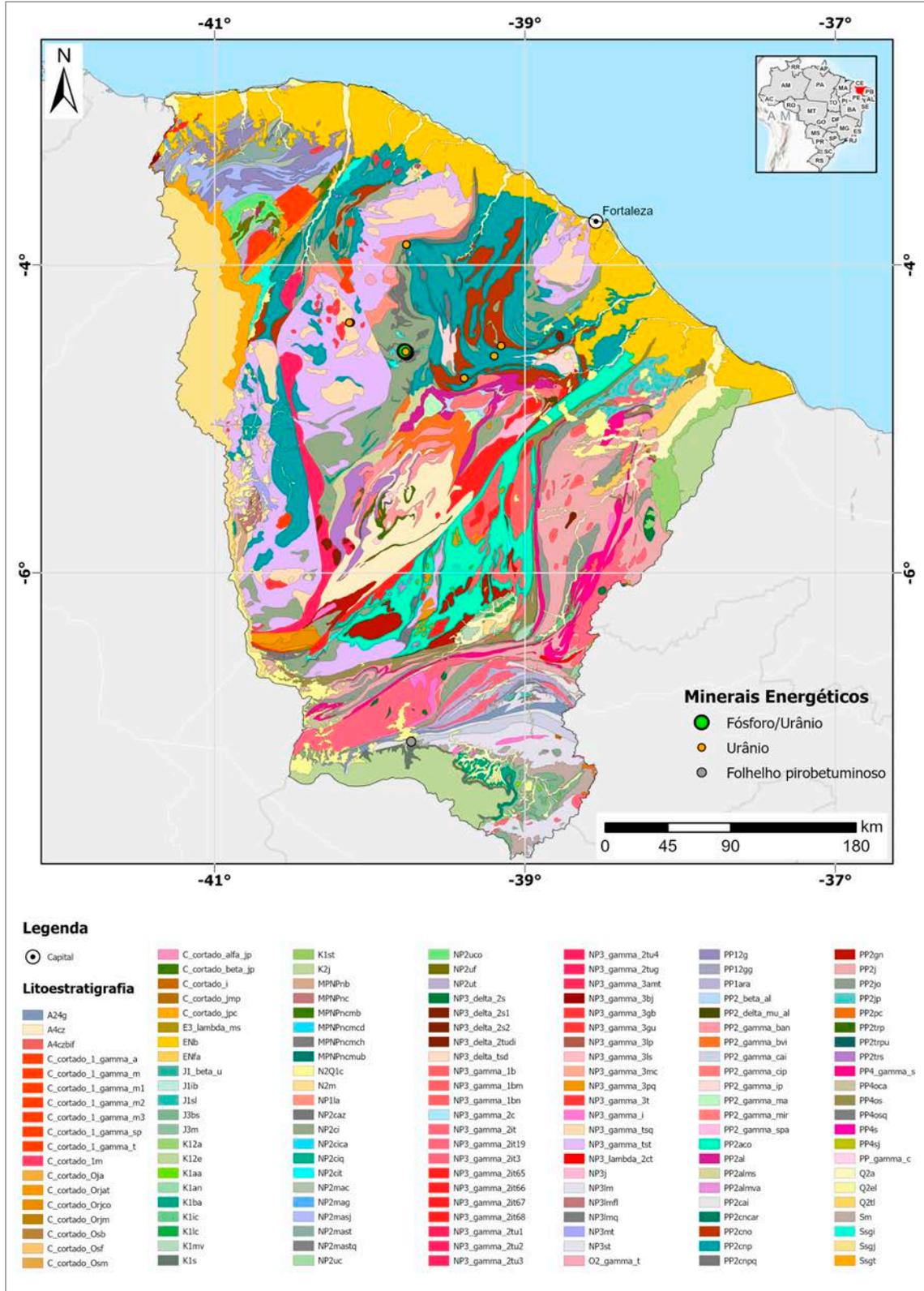


Figura 1.4 - Ocorrências de minerais energéticos no estado do Ceará.
 Fonte: Pinéo *et al.* (2020), SGB, 2023 (dados processados pela equipe SGB).

Urânio

O principal registro de urânio no Ceará está localizado no município de Santa Quitéria, na Jazida de Itataia, que foi descoberta na década de 1970. O minério é de natureza fósforo/uranífera encontrado em colofanito maciço, brechado, em veios, com estrutura *stockwork*, além de disseminado nas encaixantes, como mármore, em rochas calcissilicáticas (lentes/camadas) e epissienitos (veios/diques) (MENDONÇA *et al.*, 1985; CAVALCANTI; BESSA, 2011), compondo o Grupo Ceará.

A reserva medida de urânio é de 78.903 toneladas, de acordo com a ANM (2020). A extração de urânio está condicionada à produção de ácido fosfórico, insumo utilizado na produção de fertilizantes (RIBEIRO *et al.*, 2008). A Mina de Itataia possui estudos para implantação de um empreendimento que tem como previsão anual produzir 2.300 toneladas de urânio (INB, 2022).

Folhelho betuminoso

Desde o século XIX, há informações de rochas consideradas “carvão” ou “xisto betuminoso” encontradas nas vizinhanças de Crato, Barbalha, Nova Olinda e Milagres (ABREU, 1922). Os folhelhos betuminosos, da Bacia do Araripe estão intercalados a camadas de gipsito (Grupo Santana) e são de idade cretácica (MOURA *et al.*, 2020). O trabalho de Assunção (1980) descredenciou os folhelhos como fonte energética economicamente viável. Contudo, Castro *et al.* (2017) realizaram estudo em folhelhos betuminosos próximo à Santana do Cariri, assim como em outras partes da Bacia do Araripe (Araripina - PE), caracterizando-os como sendo de matéria orgânica imatura (querogênio tipo I), mas dotada de grande potencial gerador de hidrocarboneto.

GEMAS - MINERAIS DE PEGMATITOS

As ocorrências de gemas e minerais de pegmatitos que ocorrem no estado do Ceará (Figura 1.5) estão descritas abaixo.

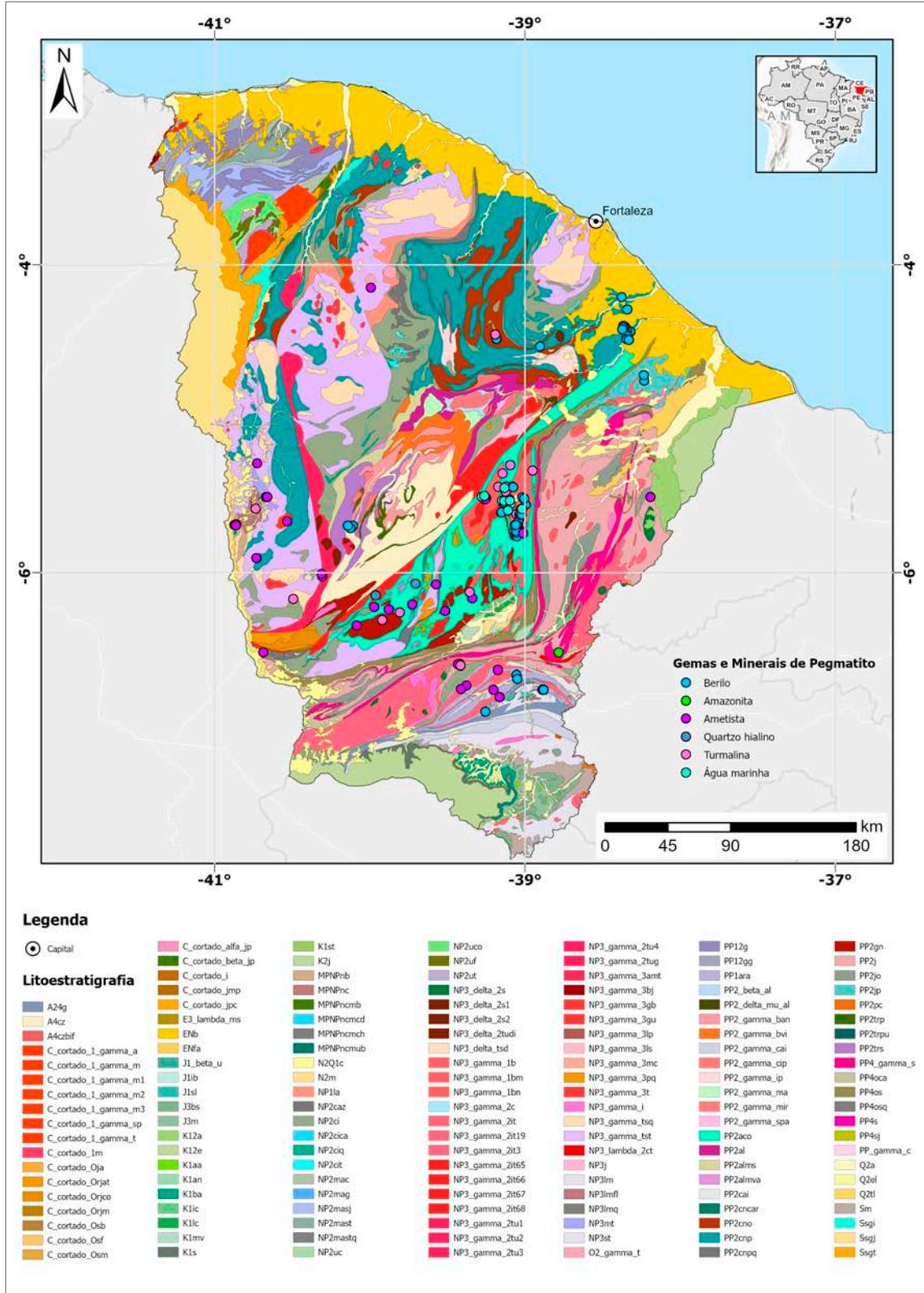


Figura 1.5 - Ocorrências de minerais classificados como gemas no estado do Ceará. Fonte: Pinéo *et al.* (2020), SGB, 2023 (dados processados pela equipe SGB).

Gemas

Os minerais classificados como gemas que se destacam no estado são provenientes, geralmente, de rochas pegmatíticas associadas a corpos granitoides de dimensões batolíticas, tendo como relevância as províncias pegmatíticas de Cristais (municípios de Aracoiaba, Cascavel, Russas e Morada Nova), Itapiúna (municípios de Pacoti, Guaramiranga, Canindé e Itapiúna) e Solonópole (municípios de Quixadá, Quixeramobim e Solonópole e Jaguaribe) (VIDAL; NOGUEIRA NETO, 2005). Na região de Cristais, foram registrados berilo, crisoberilo, água-marinha, turmalinas (verde, rósea, azul e preta) e quartzo hialino, enquanto que na região de Solonópoles há berilo, afrisita, rubelita, turmalinas coradas, granada, água-marinha e fluorita; na de Itapiúna há o registro de água-marinha (berilo), quartzo róseo e turmalina. Outros locais, como no município de Icó, foram encontradas amazonita e água-marinha; em Parambu ocorrências de rubelita (turmalina vermelha), em Quixeramobim, Piquet Carneiro e Tamboril, existência de quartzo verde.

Também, são importantes as ocorrências de ametistas, que além de presente em pegmatitos, frequentemente ocorrem em veios quartzosos. As ametistas são conhecidas, principalmente, nas regiões de Tauá, Novo Oriente, Santa Quitéria, Acopiara, Piquet Carneiro, Milhã, Solonópole, Arneiroz, Catarina, Canindé, Itapiúna e Várzea Alegre (VIDAL; NOGUEIRA NETO, 2005). Outra forma de gema se refere à ocorrência de opala, no município de Croatá, que está associada com as rochas da Bacia do Parnaíba. A maioria desses locais já foram explorados de forma rudimentar (garimpagem).

Minerais de pegmatitos

Conforme apresentado acima, além de minerais gemológicos, alguns pegmatitos do Ceará são mineralizados (SOUZA *et al.*, 1973; MARQUES JR, 1992; VIDAL; NOGUEIRA NETO, 2005; PALHETA, 2017) destacando, a seguir, as composições mineralógicas das regiões de:

- Cristais - microclina, albita, moscovita, clevelandita, lepidolita, ambligonita, columbita e cassiterita. São pegmatitos de composições litiníferos tantalífero e estanífero.
- Itapiúna- muscovita, albita, columbita-tantalita, e cassiterita. São pegmatitos de composições litinífera, tantalífera e estanífera.
- Solonópole – muscovita, cassiterita, ambligonita, lepidolita, espodumênio, columbita-tantalita. São pegmatitos de composições litinífera, nióbio-tantalífera e estanífera.

A área da Província Pegmatítica de Solonópole tem o maior número de pegmatitos mineralizados, assim como maior diversidade de minerais de conteúdo valioso. A maioria dessas regiões já foram exploradas de forma rudimentar (garimpagem).

INSUMO PARA AGRICULTURA (FERTILIZANTE)

Aqui será enfatizada a substância fosfato encontrada associada a urânio na região do município de Santa Quitéria, na Jazida de Itataia (Figura 1.4). O minério tem natureza fósforo/uranífera, encontrado em colofanitos de estruturas maciças, em veios, em brechas, em *stockwork* e disseminados nas encaixantes, principalmente em mármore e, secundariamente, em rochas calcissilicáticas (lentes/camadas) e epissienitos (veios/diques) (MENDONÇA *et al.* 1985; CAVALCANTI E BESSA, 2011), que compõem o Grupo Independência.

A reserva medida de fosfato é de 8.767.000 toneladas, de acordo com a ANM (2020), e o teor do minério é da ordem de 11% de P_2O_5 . A Mina de Itataia tem estudos para implantação de um empreendimento que tem como previsão anual produzir 1.050.000 toneladas de fertilizantes fosfatados e 220.000 toneladas de fosfato bicálcico (INB, 2022).

Recentemente, foi descoberta a existência de 10 expressivos corpos de minério de fosfato, situados a sul-sudoeste de Beberibe (FRAGOMENI, 2022). Encontram-se registros de ocorrências de rochas colofaníticas, epissianíticas e *skarns*, em Catunda e Santa Quitéria (RODRIGUES *et al.*, 2016), com potencial para fosfato. No município de Irauçuba, na localidade de Mandacaru, pesquisas revelaram que o fosfato que ocorre na região tem estimativa inicial de recursos minerais totais de 4,38 milhões de toneladas, com teor de 4,55% de P_2O_5 , e que, desse total, 1,47 milhões de toneladas, com teor 5,3% de P_2O_5 , são de recursos indicados e 2,91 milhões, com teor de 4,18% de P_2O_5 , são recursos inferidos – Projeto Fosfato Mandacaru (HARVEST MINERALS, 2023).

ROCHAS E MINERAIS INDUSTRIAIS NO MAR E ZONAS COSTEIRAS

Granulados marinhos

A zona costeira do Ceará se estende desde Chaval (litoral oeste) até Icapuí (litoral leste), compreendendo um total de 30 municípios. Assim como boa parte do Brasil, o Ceará apresenta uma razoável contabilização da real potencialidade dos recursos minerais ofertados pelo mar. Entretanto, vários trabalhos foram realizados, enfocando caracterização, principalmente, o conteúdo e a composição mineralógica dos sedimentos depositados na plataforma rasa cearense.

Na plataforma continental do litoral leste, região entre Fortaleza e Icapuí, numa área de quase 8.700 km², foram reveladas ocorrências litoclásticas (até 95% de SiO₂) constituídas por cascalho arenoso, areia cascalhosa e areia, além de areia cascalhosa e areia litobioclásticas contendo algas calcárias, conchas, etc., e ocorrências bioclásticas (associação carbonática, até 37% Ca) constituída por areia e areia cascalhosa biolitoclásticas, além de areia, areia cascalhosa e cascalho arenoso bioclásticos (ASSIS *et al.*, 2007). Na região entre Cascavel e Beberibe, os granulados bioclásticos, enriquecidos em CaCO₃, além de ocorrem em sedimentos superficiais, também, encontram-se em profundidade, adentrando o substrato, de pelo menos 1,3 metro (MOURA, 2014). Já no litoral de Icapuí, estudo nos granulados bioclásticos apontou, para uma área de 1.748 m², uma reserva medida de 3.933.337,30 toneladas, com teores acima de 80% CaCO₃, apropriado para aproveitamento econômico (CIARLINI, 2014). Na área litorânea de Fortaleza, a NW do Porto do Mucuripe, foi mapeado um banco de material siliciclástico estimado em, aproximadamente, 12.300.000 m³, no ano de 1996 (MAIA, 1998), que em estudos posteriores revelaram um grande potencial de exploração (SOARES, 2012).

Na plataforma continental do litoral oeste do Ceará, situada entre a região de Fortaleza e Camocim, foram identificados materiais litoclásticos e bioclásticos (MAIA, 1998; SANTOS, 2018) nos depósitos de granulados carbonáticos, formados por fragmentos de algas coralíneas, conchas de moluscos, briozoários, etc. (MAIA, 1998; CAVALCANTI, 2011).

Depósitos de placeres

Na plataforma continental, no trecho entre Jaguaribe (CE) e Apodi (RN), identificou-se concentrações anômalas de minerais pesados como ilmenita, zirconita e monazita (CAVALCANTI, 2011). Na região de São Gonçalo do Amarante foram encontradas concentrações de ilmenita, turmalina, epidoto e monazita, com teores maiores que 1 kg/tonelada, região considerada favorável à acumulação de depósitos de placeres (AGUIAR NETO *et al.*, 2014; AGUIAR NETO, 2015). Na região de Bitupitá, minerais, como zircão, turmalina, rutilo, epidoto, estauroлита, ilmenita e monazita, se destacaram em estudo de minerais pesados (SANTOS, 2018; BEZERRA *et al.*, 2022).

Fosforito

Tem-se registro de sedimentos inconsolidados com teores ao redor de 18,4% de P₂O₅ no Platô do Ceará, entre 305-270 m e 1.371-390 m, (MENOR *et al.*, 1979 *apud* CAVALCANTI, 2011).

ÁGUA MINERAL

Os pontos de captação de água mineral no estado do Ceará estão situados nas províncias hidrogeológicas Costeira, Parnaíba e Escudo Oriental (Figura 1.6; QUEIROZ, 2004).

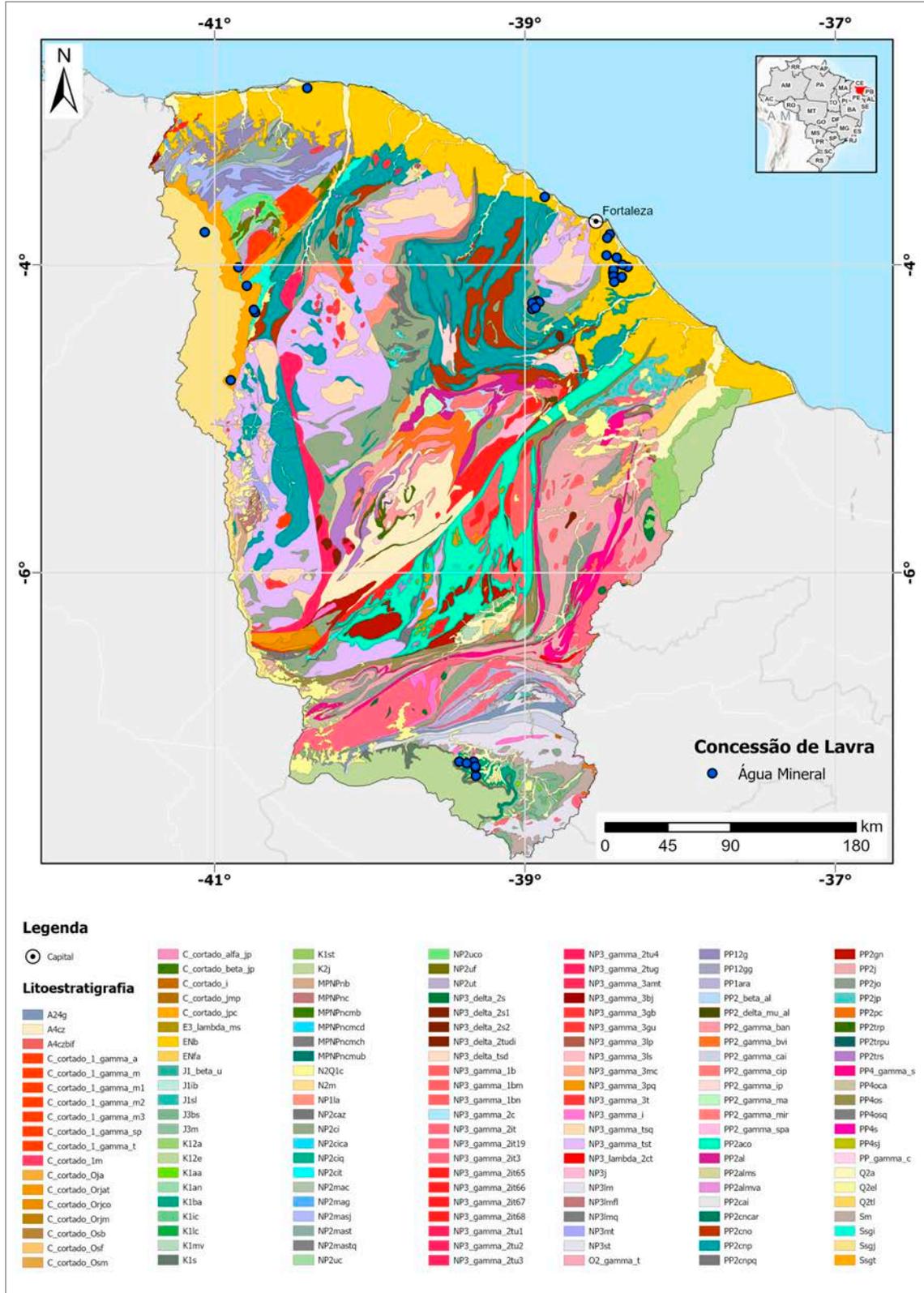


Figura 1.6 - Locais com concessão de lavra de água mineral no estado do Ceará.
Fonte: Pinéo *et al.* (2020), ANM, 2024 (dados processados pela equipe SGB).

As áreas que têm ou tiveram produção situam-se:

- Região Metropolitana de Fortaleza - associada a aquífero livre poroso (sedimentos do Grupo Barreiras)/fraturado (rochas do cristalino);
- Serra da Ibiapaba - associada aos aquíferos livres e confinados porosos (sedimentos da Bacia do Parnaíba);
- Regiões de Sobral e Baturité - associadas ao aquífero confinado fraturado em rochas do cristalino;
- Baixo Curu associado ao aquífero livre poroso (sedimentos do Grupo Barreiras)/fraturado (rochas do cristalino);
- Chapada do Araripe - associada ao aquífero poroso confinado (sedimentos da Bacia do Araripe).

As vazões de poços e fontes variam de 889 a 45.000 litros/h e a produção varia de 8.000 a 405.000 litros/dia (QUEIROZ E PONTES, 2015). As águas minerais são classificadas como predominantemente fluoretadas, mais com combinações de litinada, hipotermal e fracamente radioativas; e, em menor proporção, sulfatadas com combinações fluoretada, litinada, hipotermal, alcalino-bicarbonatada, fracamente radiotivas e vanádicas (QUEIROZ, 2004; QUEIROZ E PONTES, 2015).

As empresas de água mineral natural, regularizadas em 2022, junto à Vigilância Sanitária (Secretaria da Saúde do Ceará), estão nos municípios de Fortaleza, Aquiraz, São Gonçalo do Amarante, Horizonte, Guaramiranga, Pacoti, Tianguá, Ipu, Guaraciaba do Norte, São Benedito, Poranga, Cruz, Juazeiro do Norte, Barbalha e Crato (SESA Ceará, 2022). Baseado nos dados de Queiroz e Pontes (2015), as águas minerais das regiões da Ibiapaba, Cariri, Baturité e Região Metropolitana de Fortaleza têm como característica Ph com valores entre, respectivamente, 4-5; 5,5-6,5; 5-7 e 4,5-7, sendo as da Ibiapaba de tendência mais ácida.

REFERÊNCIAS - ANEXO I

- ABREU, S. F. Schisto bituminoso da Chapada do Araripe - Ceará. **Revista do Instituto do Ceará**, p. 363-377, 1922.
- AGUIAR NETO, A. B. **Ocorrências de Minerais Pesados na Plataforma Continental Interna/Média Oeste do Ceará**. 2015. 113f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.
- AGUIAR NETO, A. B.; FREIRE, A. B. S.; ALMEIDA, N. M. Pláceres Marinhos entre Caucaia e Trairi, Estado do Ceará, Nordeste do Brasil. **Geociências**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 647-660, 2014.
- ALCÂNTARA, D. C. B. G.; ALKMIN, L. A. S. **Estudo geológico da região a leste do Município de Tauá-CE na escala 1:30.000**. 2013. 83f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.
- ANDRADE, V. A.; GOMES, F. E. M.; MORAIS, J. B. A. **Projeto Aurora**: relatório de pesquisa de cobre nos municípios de Aurora e Barro – Estado do Ceará. Texto e resultados de análises. Fortaleza: CPRM. 1981. 191 p., v. 1.
- ANM - AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Anuário Mineral Estadual – Ceará**. Brasília: ANM. 2020. 23p.
- ANM - AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Sistema SIGMINE (Geoinformação Mineral)**. 2024. Disponível em: <https://geo.anm.gov.br/portal/apps/webappviewer/index.html?id=6a8f5ccc4b6a4c2bba79759aa952d908>. Acesso em 15 jan. 2024.
- ARAÚJO, C. E. G.; PINÉO, T. R. G. **Geologia e recursos minerais da folha Novo Oriente SB.24-V-C-VI**: estados do Ceará e Piauí. Fortaleza: CPRM, 2015. Escala 1:100.000.
- ASSIS, H. M. B.; FREIRE, G. S. S. *et al.* **Potencialidades dos granulados marinhos da plataforma continental leste do Ceará**. CPRM: Recife. 2007.
- ASSUNÇÃO, R. S. **Prospecção carvão no flanco leste da Chapada do Araripe**: relatório final. Fortaleza: CPRM, 1980. 11p.
- ASSUNÇÃO, P. R.; MIRANDA, J. L. F. **Projetos Mapas Metalogenéticos e de Prevenção de Recursos Minerais**. Folha SB.24-Y-D, Juazeiro do Norte. Escala 1:250.000, vol. II, Mapas de serviço. CPRM: Recife. 1983.
- BARBOSA, A. J.; BRITO, A. L. F.; PRADO, F. S.; GOMES, F. E. M.; MENDONÇA, J. C. G. S.; CERQUEIRA, J. R. **Projeto Crateús**: relatório final. Geologia. Recife: CPRM, 1977. 273 p. v. 1.
- BARRETO, T. M. L. **Avaliação de impactos da indústria cerâmica do polo de Russas – Ce**. 2016. 76f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.
- BARRUETO, H. R.; HUNT, W. Main features of the Pt-Pd Chromitite-type ore deposit, Tróia Unit, Cruzeta Complex, Northeast Brazil: insights provide by microscopic and chemical approaches. In: INTERNATIONAL PLATINUM SYMPOSIUM, 11., 2010, Sudbury, CA. **Anais** [...] Sudbury, CA: Laurentian University, 2010.
- BEZERRA, R. G.; FREIRE, G. S. S.; ASSIS, H. M. B.; VALLE, M. M.; MELO, R. C. **Potencialidades dos granulados marinhos da plataforma continental oeste do Ceará, setor Bitupitá**. Recife: CPRM, 2022. 82p.(Informe de Recursos Minerais. Série Recursos Minerais Marinhos, 4).
- BRAGA, A. P. G.; PASSOS, C. A. B.; SOUZA, E. M.; FRANÇA, J. B.; MEDEIROS, M. F.; ANDRADE, V. A. **Projeto Fortaleza**: relatório final. Geologia. Recife: CPRM. 1977. 417p. v.1.
- CALADO, B. O. **Geologia e recursos minerais da folha Bonhu – SB.24-X-A-V**: estado do Ceará. Escala 1:100.000. Fortaleza: CPRM, 2017. 58p.
- CASTRO, R. G.; SILVA, T. L. S.; FAMBRINI, G. L.; SOUZA NETO, J. A.; PEREIRA, R. Caracterização geoquímica de folhelhos betuminosos da formação Ipubi, bacia do Araripe, NE Brasil. **Geochimica Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 1, p. 11-27, 2017.
- CAVALCANTI, J. A. D.; BESSA, M. D. M. R. A pesquisa de fosfato na área Ceará Central. In: ABRAM, M. B. *et al.* (org.). **Projeto Fosfato Brasil – Parte I**. Salvador: CPRM, 2011. p. 487-518. (Informe de Recursos Minerais. Série Insumos Minerais para a Agricultura, 13). Programa Geologia do Brasil – PGB.
- CAVALCANTI, V. M. M. **Plataforma continental**: a última fronteira da mineração brasileira. Brasília: DNPM, 2011. 104p.

- CAVALCANTI, V. M. M.; PARAHYBA, R. E. R. **A indústria de agregados para a construção civil na Região Metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza. DNPM, 2012. 110p.
- CIARLINI, C. **Aproveitamento econômico da exploração dos recursos minerais na plataforma continental do município de Icapuí-Ceará**. 2014. 113f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2014.
- COLLINS, J. J.; LOUREIRO, A. R. A metamorphosed desposit of precambrian supergene copper. *Economic Geology*. v. 66, p. 192-199, 1971.
- COSTA, F. G.; NALETO, J. L. C.; CALADO, B. O. **Área de relevante interesse mineral Tróia-Pedra Branca: geologia e mineralização aurífera da sequência metavulcanossedimentar da Serra das Pipocas, Maciço de Tróia, Ceará**. Fortaleza: CPRM. 2018. 106p. (Informe de Recursos Minerais. Série Províncias Minerais do Brasil, 17). Programa Geologia do Brasil.
- COSTA, M. J.; FRANÇA, J. B.; LINS, C. A. C.; BACCHIEGGA, I. F.; HABEKOST, C. R.; CRUZ, W. B. **Projeto Jaibaras**: relatório final. Recife: CPRM, 1973.
- COSTA, M. J.; ARAUJO NETO, H.; SANTOS, J. A.; ENNES, E. R.; PRADO, F. S.; SCHEID, C.; SILVA, S. M. P. **Projeto Uruoca**: relatório preliminar de pesquisa de cobre, chumbo e zinco nos municípios de Uruoca, Martinópole, Marco e Senador Sá – Estado do Ceará. Fortaleza: CPRM, 1980. 120p.
- CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Levantamento geológico preliminar da área dos arredores de Milhã, município de Solonópole, Ceará e considerações sobre sua mineralização scheelitífera**. Recife, 1971. 18p.
- DNPM – DEPARTAMENTO NACIONAL DE PESQUISA MINERAL. **Balanco Mineral Brasileiro**. Brasília, 2001. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/dnpm/paginas/balanco-mineral/arquivos/balanco-mineral-brasileiro-2001>. Acesso em: 10 maio 2022.
- FRAGOMENI, P. R. P. Depósitos de fosfato do nordeste do estado do Ceará: particularidades e implicações geotectônicas e metalogenéticas. *Revista de Geologia*, v. 34, n. 1, p. 7-22, 2022.
- FRAGOMENI, P. R. P.; PEREIRA, R. M. As mineralizações de grafita do Distrito de Aracoiaba-Baturité (CE): implicações geotectônicas e metalogenéticas. *Brazilian Journal of Geology*, v. 43, n. 2. 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.5327/Z2317-48892013000200003>.
- GOMES, C. C. C.; RACHID, S. V. **Mapeamento Geológico em Escala 1:30.000 na Região de Marruás, Município de Tauá – CE**. 2012. 85f. Trabalho de conclusão de Cursos (Bacharelado em Geologia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.
- GOMES, E. N. **Protominérios e minérios de manganês de Juá – CE**. 2013. 107f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.
- GOMES, I. P.; BESSA, M. D. M. R.; CAVALCANTI, J. A. D.; FILHO, D. P. V. **Materiais de construção civil na Região Metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza: CPRM, 2016. 155p. (Informe de Recursos Minerais. Série Rochas e Minerais Industriais, 18).
- GOMES, I. P.; PALHETA, E. S. M.; BRAGA, I. F.; COSTA, F. G.; SOUZA, F. R. F. R.; ROCHA, J. M. A. C.; FREIRE, D. P. C.; HOLANDA, J. L. R. **Projeto Mapeamento Geológico e Integração Geológica – Geofísica - Geoquímica na Região de Granjeiro - Cococi, Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2021. 175p.
- GOMES, J. R. C. *et al.* Geologia. In: PROJETO RadamBrasil. **Folhas SB.24/25, Jaguaribe/Natal**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: IBGE, 1981. p. 32-176. (Levantamento de Recursos Minerais, 23).
- HARVEST MINERALS. **Mandacaru Phosphate Project**. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://harvestminerals.net/>. Acesso em: 10 jan. 2023.
- HUHN, S. R. B.; JUSTO, A. P.; SOUZA FILHO, C. R.; MONTEIRO, L. V. S. Caracterização Geológica do Prospecto de óxido de ferro-cobre-ouro (IOCG) Aurora, Ceará. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 41, v. 3, p. 525-538, 2011. DOI: <https://doi.org/10.25249/0375-7536.2011413525538>.
- INB - INDÚSTRIA NUCLEARES DO BRASIL.. **Santa Quitéria**: Consórcio Santa Quitéria. Fortaleza, 2022. Disponível em: <http://www.inb.gov.br/A-INB/Onde-estamos/Santa-Quiteria>. Acesso em: 17 ago. 2022.
- JANGADA MINES. **Initial Resource Estimate at Pitombeiras North and Goela Targets, Pitombeiras Vanadium Project**. Londres, 2020. Disponível em: https://www.rns-pdf.londonstockexchange.com/rns/4794W_1-2020-8-18.pdf. Acesso em: 9 jan. 2023.
- JANGADA MINES. **Geology and Mineralization. Pitombeiras Project**. Londres, 2023. Disponível em: <https://jangadamines.com/projects/pitombeiras-project/geology-mineralization/>. Acesso em: 9 jan. 2023.

- LIMAVERDE, J. A.; PADILHA, M. W. M.; CIARLINE, C. **Projeto Diagnóstico Geoeconômico sobre o quartzo no Estado do Ceará**: relatório final. Fortaleza: Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará (ADECE); Forman Engenharia, 2011. 89p.
- LINS, C. A. C. Mapeamento geoquímico da Bacia do Araripe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 13., 2011, Gramado-RS. **Anais** [...] Gramado, SBGq, 2011.
- LINS, C. A. C. **Informe geoquímico da bacia do Araripe**: estados de Pernambuco, Piauí e Ceará. Recife: CPRM, 2018. 29p.
- LOBATO, E. **Perfil da magnesita**. Brasília: J. Mendo Consultoria, 2009. 25 p. Relatório Técnico 40, Projeto ESTAL, MME/SGM – Banco Mundial.
- LOMAS, S.; SHAHKAR, A.; HUL, B. **Consulting prepared for ValOre Metals Corp., NI 43-101 Resource Estimate Technical Report – Pedra Branca Project, Ceará State, Brazil**. Technical Report. Vancouver: Valore Metals Corp.; Lions Gate, 2019. 138 p. Disponível em: http://valoremets.com/_resources/reports/Pedra-Branca-Project-Technical-Report-2019.pdf. Acesso em: 26 out. 2022.
- LOPES, D. N.; LOPES, R. N. S. Avaliação do background da mina de Itataia-Ceará em processo pré-exploratório. **Holos**, v. 2, p. 26-38, 2018. DOI: <https://doi.org/10.15628/holos.2018.5808>.
- MACHADO, M. A. **Caracterização descritiva e genética de ocorrências cupro-hematíticas no setor sudoeste do sistema Orós-Jaguaribe, Província Borborema**. 2006. 106f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 2006.
- MAGALHÃES, F. 26 de Março de 1960 – O Arrombamento do Orós (XVII). **O Estado**, Fortaleza, 27 ago. 2009. Disponível em: <https://oestadoce.com.br/opiniaio/26-de-marco-de-1960-o-arrombamento-do-oros-xvii/>. 2009. Acesso em: 5 out. 2022.
- MAIA, L. P. **Processos costeros y balance sedimentário a lo largo de Fortaleza (NE-BRASIL)**: implicaciones para una gestión adecuada de la zona litoral. 1998. 269f. Tese (Doutorado) - Universidade de Barcelona, Barcelona, 1998.
- MARQUES, JR. F. **Geologia do Campo Pegmatítico de Berilândia - CE**. 1992. 165f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1992.
- MATOS, J. H. S. N. **Evolução Metalogenética da Mina de Cobre Pedra Verde (CE)**. 2012. 107f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. 2012.
- MELLO, R. **Mineral Resource Estimation for the Pedra Branca Gold Project, Ceará State, Brazil**. Belo Horizonte: RBM Consultoria Mineral, 2021. Technical Report (NI 43-101), prepared for South Atlantic Gold. Disponível em: <https://southatlanticgold.com/wp-content/uploads/2022/05/PB-Technical-Report-2021.pdf>. Acesso em: 7 out. 2022.
- MELO, F.; ARAÚJO NETO, H.; LEITE, G. C. **Projeto Independência**: relatório preliminar de pesquisa de rútilo nos municípios de Independência e Boa Viagem, Estado do Ceará. CPRM: Fortaleza, 1984. 194p.
- MENDONÇA, J. C. G. S.; CAMPOS, M.; BRAGA, A. P. G.; SOUZA, E. M.; FAVALI, J. C.; LEAL, J. R. L. V. Jazida de Urânio de Itataia-CE. In: SCHOBENHAUS, C. (coord.). **Principais Depósitos Minerais do Brasil**: recursos minerais energéticos. Brasília: DNPM, 1985 v.1, p. 121-131.
- MENOR, E.A.; COSTA, M.P.A.; GUAZELLI, W. Depósitos de fosfato. In: AMARAL, C.A.B. (ed.) **Recursos Minerais da margem Continental Brasileira e das Áreas Oceânicas Adjacentes**: relatório final. Rio de Janeiro: PetrobrásCENPESDINTEP, 1979. v. 10, p. 51-72. (Série Projeto REMAC, 10).
- MORAES, J. F. S.; PRADO, F. S. **Projeto ferro/manganês**: relatório final. CPRM: Recife, 1974. 192 p.
- MOURA, F. J. M. **Aspectos sedimentares e potencialidades da plataforma continental do Ceará, entre Cascavel e Beberibe**. 2014. 129f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.
- MOURA, W. A. L.; ARAÚJO, J. C. M.; LÚCIO, T.; SOUZA NETO, J. A. S. Paleoambiente Depositional e Origem da Matéria Orgânica dos Folhelhos Betuminosos da Formação Ipubi, Porções Leste e Sudeste da Bacia do Araripe, NE do Brasil: Evidência de n-Alcanos e Isoprenoides. **Estudos Geológicos**, v. 30, n. 1, p. 31-44, 2020.
- NAVARRO, G. R. B.; ZANARDO, A.; MONTIBELLER, C. C.; LEME, T. G. **Magnesita**: Livro de Referência de Minerais Comuns e Economicamente Relevantes: Carbonatos. Rio Claro, São Paulo: Museu de Minerais, Minérios e Rochas Prof. Dr. Heinz Ebert. 2017. Disponível em: <https://museuhe.com.br/site/wp-content/uploads/2018/02/Museu-HE-MAGNESITA.pdf>. Acesso em: 6 out. 2022.
- NETO, H. A.; PASSOS, C. A. **Notas sobre o projeto Reritaba**. Fortaleza: CPRM. 1980. 157p.
- PALHETA, E. S. M. **Geologia e recursos minerais da folha Senador Pompeu – SB.24-V-D-VI**: estado do Ceará. Escala 1:100.000. Fortaleza: CPRM, 2017. 150 p

- PARENTE, C. V.; BOTELHO, N. F.; SANTOS, R. V.; GARCIA, M. G. M.; OLIVEIRA, C. G.; VERISSIMO, C. U. V. Contexto geológico, tipológico e geoquímico isotópico das brechas hidrotermalizadas de ferro e cobre tipo - IOCG associadas à bacia eo-paleozoica Jaibaras, da Província Borborema, Brasil. In: FRANTZ, J. C.; MARQUES, J. C.; JOST, H. **Contribuições à Metalogenia do Brasil**. Porto Alegre: URGs, 2011. v. 1, p. 175-198.
- PINÉO, T. R. G.; PALHETA, E. S. M. **Projeto Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado do Ceará**. Escala 1:500.000. Relatório. Fortaleza: CPRM. 2021.
- PINÉO, T. R. G.; LIMA, A. F.; BESSA, M. D. M. R.; MARTINS, M. D.; ABREU, F. R. **Áreas de relevante interesse mineral – ARIM: integração geológica e avaliação do potencial mineral da porção noroeste do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2019. 116p. Informe de Recursos Minerais.
- PINÉO, T. R. G.; PALHETA, E. S. M.; COSTA, F. G.; VASCONCELOS, A. M.; GOMES, I. P.; GOMES, F. E. M.; BESSA, M. D. M. R.; LIMA, A. F.; HOLANDA, J. L. R.; FREIRE, D. P. C. **Projeto Geologia e Recursos Minerais do Estado do Ceará**: Mapa Geológico do Estado do Ceará. Fortaleza: CPRM, 2020. 1 mapa, color., escala 1:500.000.
- PRADO, F. S., MENDONÇA, J. C. G. S., MORAIS, J. B. A., MEDEITOS, M. F., ASSUNÇÃO, P. R., ANDRADE, V. A., MEDEIROS, R. P. **Projeto Martinópolis**: relatório final. Brasília: CPRM, 1979.
- PRADO, F. S.; OLIVEIRA, A. A.; LEITE, E. A.; GOMES, F. E. M.; SILVA, F. P.; COLARES, J. Q. S. **Projeto Lavras da Mangabeira**: relatório da etapa I. Textos e anexos. Recife: CPRM, 1980. v. 1.
- PROMISA - MINERAÇÃO E PROSPECÇÃO MINERAIS S/A. **Cobre de Pedra Verde**: Viçosa do Ceará. Relatório de pesquisa. Rio de Janeiro: DNPM, 1974.
- QUEIROZ, E. T. **Águas Minerais do Brasil**: distribuição, classificação e importância econômica. Brasília: DNPM. 2004.
- QUEIROZ, E. T.; PONTES, C. H. C. **Estudo diagnóstico das águas minerais e potáveis de mesa do Brasil**. Brasília: DNPM, 2015. 474p.
- RIBEIRO, V. A. L.; AFONSO, J. C.; WILDHAGEN, G. R. S.; CUNHA, J. W. S. D. Extração Líquido-Líquido de Urânio (VI) do Colofanito de Itataia (Santa Quitéria, Ceará) por Extratantes Orgânicos em Presença de Ácido Fosfórico. **Química Nova**, vol. 31, n. 8, p. 2159-2164, 2008.
- ROCHA, J. F. R. S.; SOARES, W. W. P. **Mapeamento geológico de uma área localizada a oeste do arco magmático de Santa Quitéria no município de Iraporanga-CE para fins prospectivos de minério de Fe**. 2015. 137f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.
- RODRIGUES, T. R.; SAMPAIO, C. C. F. T.; SASAKI, J. M.; MAGINI, C. Estudo geoquímico de quatro ocorrências de colofanitos/epissienitos no estado do Ceará. **Revista Encontros Universitários da UFC**, Fortaleza, v.1. p. 1288, 2016. XXXV Encontro de Iniciação Científica. Disponível em: <http://periodicos.ufc.br/eu/article/view/17901>. Acesso em: 17 ago. 2022.
- SANTOS FILHO, F. F. B.; MAGINI, C.; CASTELO BRANCO, R. M. G. Interpretação das assinaturas geofísicas relacionadas a estrutura da Bacia de Cococi e mineralizações de barita - SW do CE. **Revista de Geologia, Fortaleza**, v. 28, n. 2, p. 79-100. 2015.
- SANTOS, D. M. **Morfologia e sedimentologia da plataforma continental interna da área Bitupitá – Ceará/Brasil**. 2018. 105f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.
- SCHEID, C.; MUNIS, M. B.; PAULINO, J. **Projeto Santana**: Relatório final da etapa II. Recife: CPRM. 1978. 131 p.
- SESA CEARÁ. **Águas com alvará sanitário**: relação das empresas de água mineral, regularizadas na vigilância sanitária. 2022. Disponível em: <https://www.saude.ce.gov.br/principal-2-2-2/fiquepordentro/aguascomalvarasanitario/>. Acesso: 4 jul. 2022.
- SGB – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Sistema de geociências do Serviço Geológico do Brasil – GeoSGB**. 2023. Disponível em: <https://geosgb.sgb.gov.br/>. Acesso em 20 ago. 2023.
- SILVA, J. C.; HAUSEN, J.; NETO, H. A.; PASSOS, C. A. B.; COLARES, J. Q. S. **Projeto Reriutaba**: relatório de pesquisa de ouro nos municípios de Ipú, Reriutaba e Cariré – Estado do Ceará. Fortaleza: CPRM, 1980. 147 p.
- SIMÕES, S. J. C. **Análise da deformação regional e mineral do Complexo Pedra Branca (CE) e de seus depósitos cromitíferos**. 1993. 175f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.
- SIQUEIRA, A. C. A. **Geoquímica das lateritas do domínio Médio Coreaú – Nordeste do Estado do Ceará**. 2011. 100f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.
- SOARES, R. C. **Evolução e Caracterização do Banco Sedimentar de Fortaleza, Ceará, Brasil**. 2012. 115f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2012.

SOUSA, J. F.; MATTOS, I. C.; LIMA, M. A. B.; MEDEIROS, F. M. Minerais de Argila. In: VIDAL, F. W. H.; SALES, F. A. C. B.; ROBERTO, F. A. C.; SOUZA, J. F.; MATTOS, I. C. **Rochas e minerais industriais do estado do Ceará**. Fortaleza: FUNCAP, 2005, p.83-94.

SOUZA, D. C.; DUARTE, C. R.; MIRANDA, M. P.; OLIVEIRA, M. R. R.; RIBEIRO, S. G.; TEXEIRA, A. S. Caracterização espectrorradiométrica (VNIR-SWIR) do minério magnesítico da porção centro-sul do estado do Ceará. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, v. 11, n. 1, p. 51-62. 2021.

SOUZA, E. M.; SILVA, F. A. P.; PRADO, F. S.; CAMPOS, M. **Projeto Levantamento dos Recursos Minerais do Estado do Ceará: Programa Áreas Pegmatíticas**. CPRM: Recife. 1973. 130p, v. 1. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/6636/1/rel_recursos_ceara_pegmatitov1.pdf. Acesso em: 16 mar. 2023.

UCHOA, E. B.; DUARTE, C. R.; MAGINI, C.; MIRIANDA, M. P. Modelagem Prospectiva Mineral com Base em Lógica Fuzzy: Avaliação do Distrito Ferrífero de Quiterianópolis/CE. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, v. 43, n. 2, p. 224-236, 2020.

VALORE METALS CORP. **ValOre Expands Pedra Branca Inferred Mineral Resource by 106% to 2.2 Million Ounces at 1.08 g/t 2PGE+Au**. Vancouver, 2022. Disponível em: <https://valoremotals.com/news-media/news-releases/2022/valore-expands-pedra-branca-inferred-mineral-resource-by-106-to-22-million-ounces-at-108-gt-2pgeau>. Acesso em: 6 jul. 2022

VERÍSSIMO, C. U. V.; PARENTE, C. V.; CÂMARA, J. R. F.; LESSA, F. G. N.; CAVALCANTE, I. M.; SOUSA, M. L.; COUTO, A. S. Tipologia e gênese dos minérios de ferro da Fazenda Angustura Município de Sobral-CE. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 22., 2007, Natal. **Anais** [...]. Natal: SBG, 2007.

VERÍSSIMO, C. U. V.; MAGINI, C.; PARENTE, C. V.; NOGUEIRA NETO, J. A.; ALMEIDA, A. R.; MELO, O. O.; ARTHAUD, M. H.; HAMELACK, G. M. S.; AZEVEDO, L. R. Petrografia e litogeoquímica das formações ferríferas bandadas da região de Quixeramobim – Boa Viagem, Ceará, Brasil. **Geociências**, v. 28, n. 1, p. 43-52, 2009.

VERÍSSIMO, C. U. V.; PARENTE, C. V.; MELO, O. O.; SILVA FILHO, W. F. **Mapa geológico folha SB.24-Y-A-VI - Pio IX**. Fortaleza: CPRM, 2014. 1 mapa, color. Escala 1:100.000. Programa Geologia do Brasil - PGB. Convênio CPRM/UFC.

VIDAL, F. W. H.; NOGUEIRA NETO, J. A. **Minerais de pegmatitos**. Rio de Janeiro: CETEM, 2005, p. 67-81. Contribuição Técnica elaborada para o Livro Rochas e Minerais Industriais do Ceará.

VIDAL, F. W. H.; SALES, F. A. C. B.; ROBERTO, F. A. C. SOUZA, J. F.; MATTOS, I. C. **Rochas e minerais industriais do Ceará**. Fortaleza: CETEM/UECE/DNPM/FUNCAP/SENAI. 2005. 176p.

ANEXO II

Correlação entre o número de requerimento de pesquisa mineral na ANM e a retomada no mapeamento geológico no Ceará pelo SGB-CPRM

Os dados apresentados e comentados a seguir mostram a estreita correlação entre requerimento de áreas na ANM para pesquisa mineral e dados geológicos disponíveis, uma vez que o investidor do setor mineral necessita do conhecimento geológico de uma região para a tomada da decisão sobre investir ou não em pesquisa mineral.

Com a retomada dos projetos de mapeamento geológico sistemático pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM), foram publicados mapas geológicos nas escalas de 1:500.000, 1:250.000 e, principalmente, 1:100.000, com as respectivas bases de dados geológicos em formato SIG e notas explicativas. Também, foram adquiridos e publicados dados de geoquímica de prospecção, com a coleta e análise química de amostras de sedimento de corrente (11.569 amostras) e de concentrado de bateia (6.907 amostras), bem como realizados projetos de levantamentos de dados aerogeofísicos, pelos métodos magnético e gamaespectrométrico (Figura 2.1).

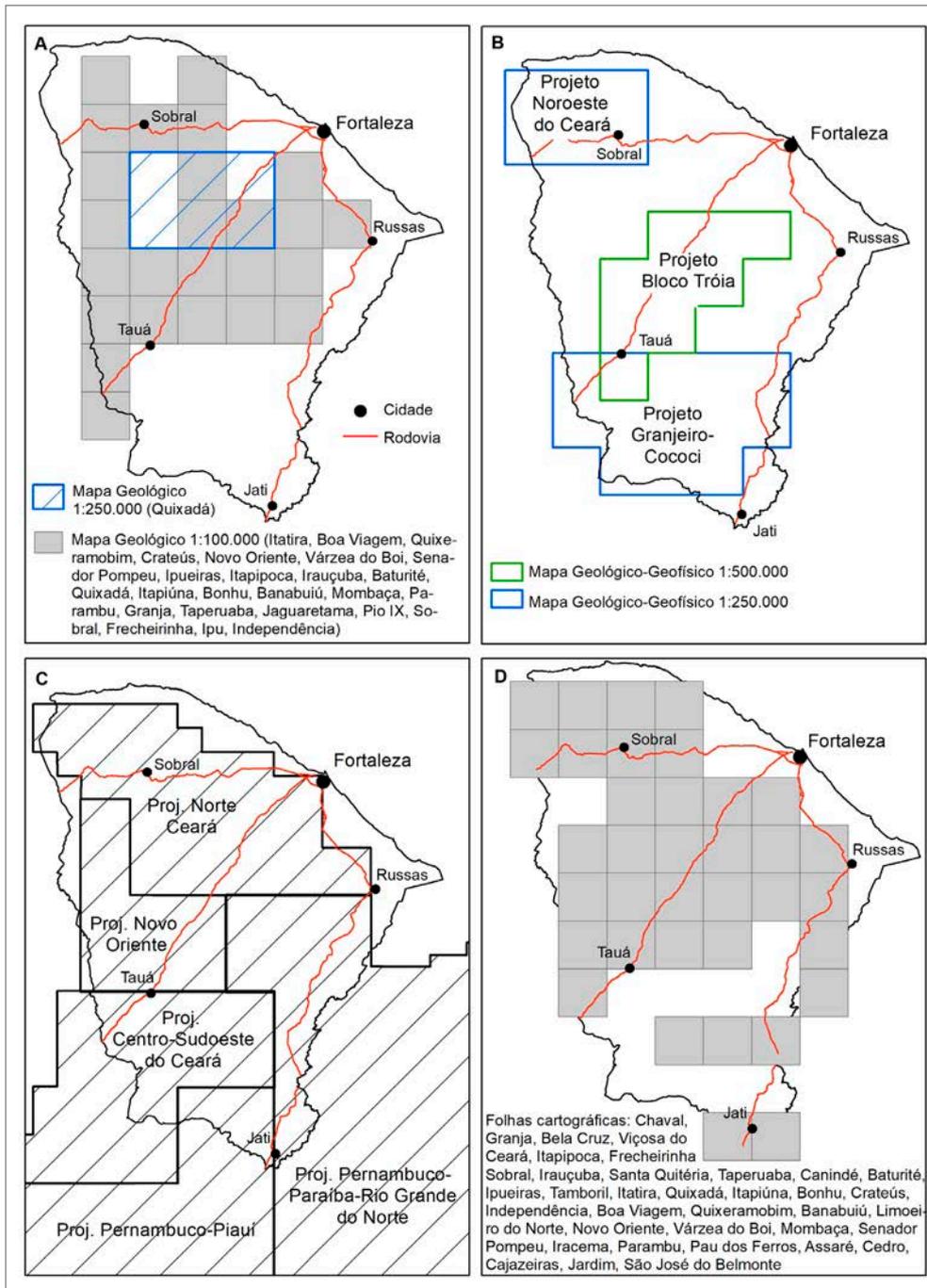


Figura 2.1 - Produtos publicados pelo SGB-CPRM a partir de 2007: A) Mapas geológicos 1:100.000 e 1:250.000; B) Mapas geológicos-geofísicos 1:250.000 e 1:500.000; C) Projetos aerogeofísicos; D) Folhas cartográficas 1:100.000, com amostragem de sedimentos de corrente e concentrado de bateia.

Fonte: Produzido pela equipe SGB

O SGB-CPRM retomou o mapeamento geológico em 2003 e os primeiros produtos foram lançados 2007. Entre os anos de 1940 e 2002, ou seja, antes da retomada do mapeamento geológico, há 286 processos minerários ativos protocolados na ANM, o que corresponde a 4,8% de todos os processos atualmente ativos no estado do Ceará. Porém, a partir da publicação dos dados geológicos, geofísicos e geoquímicos de prospecção pelo SGB-CPRM em 2007, houve um notável e importante aumento no número de áreas requeridas para pesquisa mineral, totalizando 5.494 processos protocolados na ANM até janeiro de 2023 (Figura 2.2).

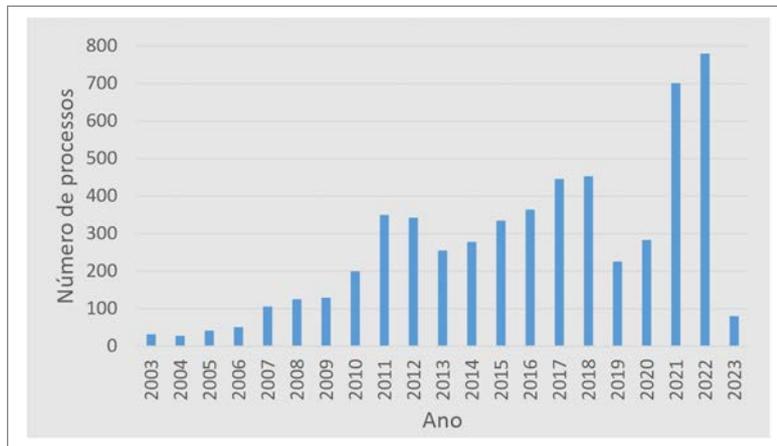


Figura 2.2 - Relação entre o número de processos requeridos na ANM para a pesquisa mineral, após os lançamentos de produtos geológicos, geoquímicos e geofísicos pelo SGB. Fonte: ANM, 2024 (dados processados pela equipe SGB)

Uma análise da Figura 2.2 permite concluir que entre os anos 2003 e 2006, ou seja, após a retomada do mapeamento geológico, porém antes da publicação de produtos geológicos pelo SGB-CPRM, a quantidade de áreas requeridas para a pesquisa mineral era de aproximadamente 40 por ano. A partir do ano 2007, no qual houve a publicação dos primeiros produtos geológicos, geoquímicos e geofísicos, esse número mais que dobrou e manteve-se em aumento constante, superando 350 áreas requeridas por ano, com o registro de reduções nos anos de 2013, 2019 e 2020. Destacam-se os anos 2021 e 2022, com mais de 700 áreas requeridas na ANM para a pesquisa de recursos minerais. Em 2023, o número ainda é baixo, pois só representa os requerimentos solicitados em janeiro.

As substâncias minerais classificadas como rochas e minerais industriais foram as mais requeridas para a pesquisa mineral a partir do ano de 2007, com destaque para rochas de uso em revestimento, com 1.018 processos protocolados na ANM, seguido de areia, argila, calcário e brita, e com uma quantidade importante de áreas requeridas para a pesquisa de grafita, totalizando 62 processos (Figura 2.3A e B).

As substâncias classificadas como minerais metálicos não ferrosos são responsáveis por 937 processos de requerimento de pesquisa protocolados na ANM, sendo que 737 processos correspondem ao interesse na pesquisa de cobre, seguido de lítio com 116 e estanho com 45 áreas requeridas (Figura 2.3A e C). Em seguida, há os minerais metálicos ferrosos, com 328 áreas requeridas para a pesquisa de ferro, 195 para manganês e 17 para a pesquisa de níquel (Figura 2.3A e D). Em relação aos minerais metálicos nobres, foram requeridas 188 áreas para a pesquisa de ouro e 63 áreas para platina (Figura 2.3E).

Foram requeridas 123 áreas para a pesquisa de gemas, com destaque para o interesse em quartzo, ametista, turmalina e água-marinha (Figura 2.3A e F); 130 áreas para a pesquisa de fertilizantes (fosfato); 71 áreas para a pesquisa de água mineral e 3 para a pesquisa de minerais energéticos (urânio) (Figura 2.3A).

A distribuição no estado do Ceará das principais áreas requeridas na ANM, após o ano 2007, estão apresentadas das Figuras 2.4 e 2.5. Assim, as áreas requeridas para a pesquisa de areia e de argila concentram-se na região litorânea e nos depósitos aluvionares que margeiam alguns rios. Há também áreas de requerimento de argila concentrada no extremo oeste do estado, onde se localiza parte da bacia sedimentar do Potiguar. As substâncias destinadas ao revestimento têm áreas requeridas por todo o estado, mostrando o potencial do setor. No entanto, cabe destaque a porção noroeste, onde a substância de grande interesse é o quartzito, para fins de rocha ornamental (Figura 2.4).

Em relação ao requerimento de calcário, podemos observar três regiões de maior concentração de áreas requeridas: 1) no extremo oeste do Ceará, onde há a Formação Jandaíra da Bacia do Potiguar, formada principalmente por calcários; 2) na porção central do estado, onde há as rochas metassedimentares do Grupo Ceará, com

importantes faixas de mármore; 3) na porção noroeste do Ceará, onde há os mármore da Formação Frecheirinha do Grupo Ubajara (Figura 2.4). As áreas requeridas para a pesquisa de grafita estão alinhadas entre as cidades de Ocara e Itatira e ao sul da cidade Deputado Piquet Carneiro. Nessas regiões, a grafita está associada com as rochas metavulcanossedimentares do Complexo Canindé do Ceará e com os migmatitos da Suíte Itapiúna (Figura 2.4).

Em relação aos metais nobres, as áreas requeridas para a pesquisa de ouro concentram-se ao sul de Choró, sul de Jaguaribara, norte de Cedro e, principalmente, entre Tauá e Pedra Branca, sendo que neste último setor localizam-se as áreas requeridas para platina (Figura 2.5).

Há várias áreas requeridas para pesquisa de cobre, concentradas no noroeste do Ceará, entre Goraíras e Cartunda e na porção centro-sul do estado, próximo aos municípios de Aiuaba, Aurora e Missão Velha, dentre outros dessa região. As substâncias minerais estanho e lítio são pesquisadas na região entre Solonópole e Banabuiú (Figura 2.5).

As áreas requeridas para a pesquisa de manganês localizam-se na região centro-norte do Ceará, estando essa substância mineral associada às rochas metavulcanossedimentares do Complexo Canindé do Ceará (Figura 2.5). Há áreas requeridas para a pesquisa de ferro distribuídas em quase todas as regiões do Ceará (Figura 2.5).

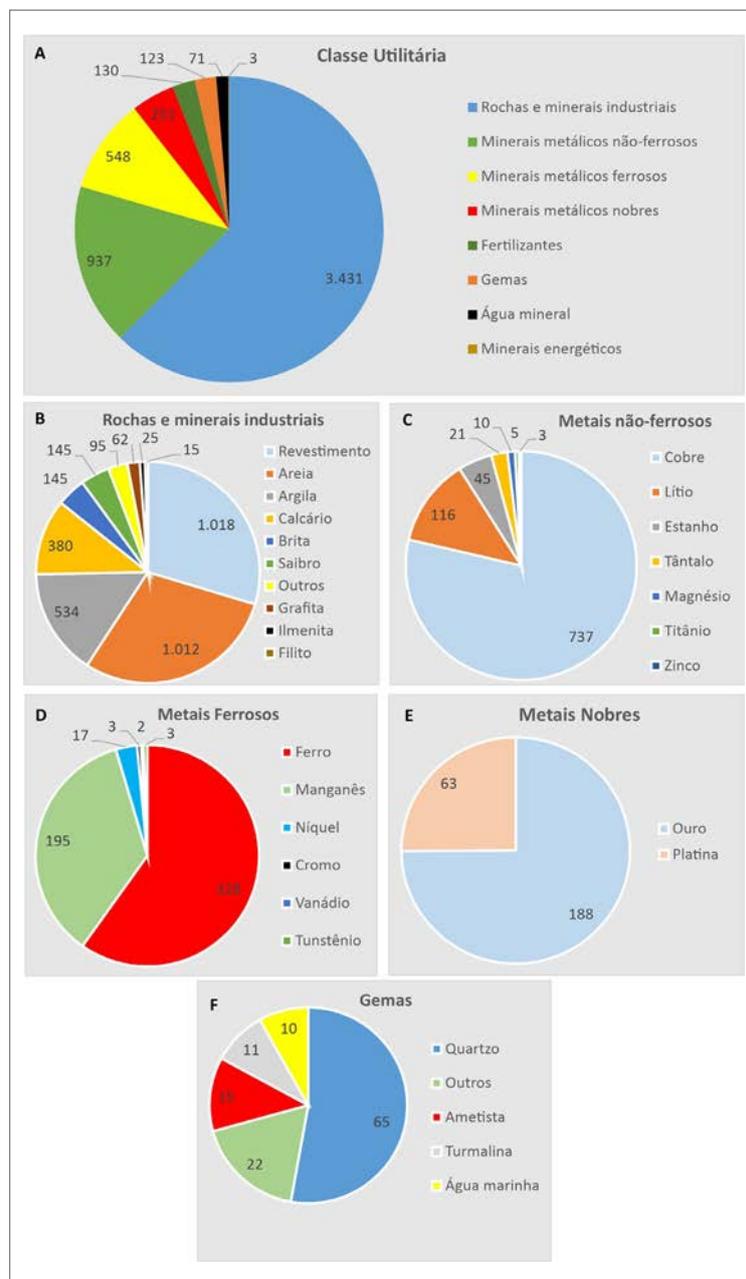


Figura 2.3 - Substâncias minerais requeridas na ANM para pesquisa, a partir do ano 2007. Fonte: ANM, 2024 (dados processados pela equipe SGB)

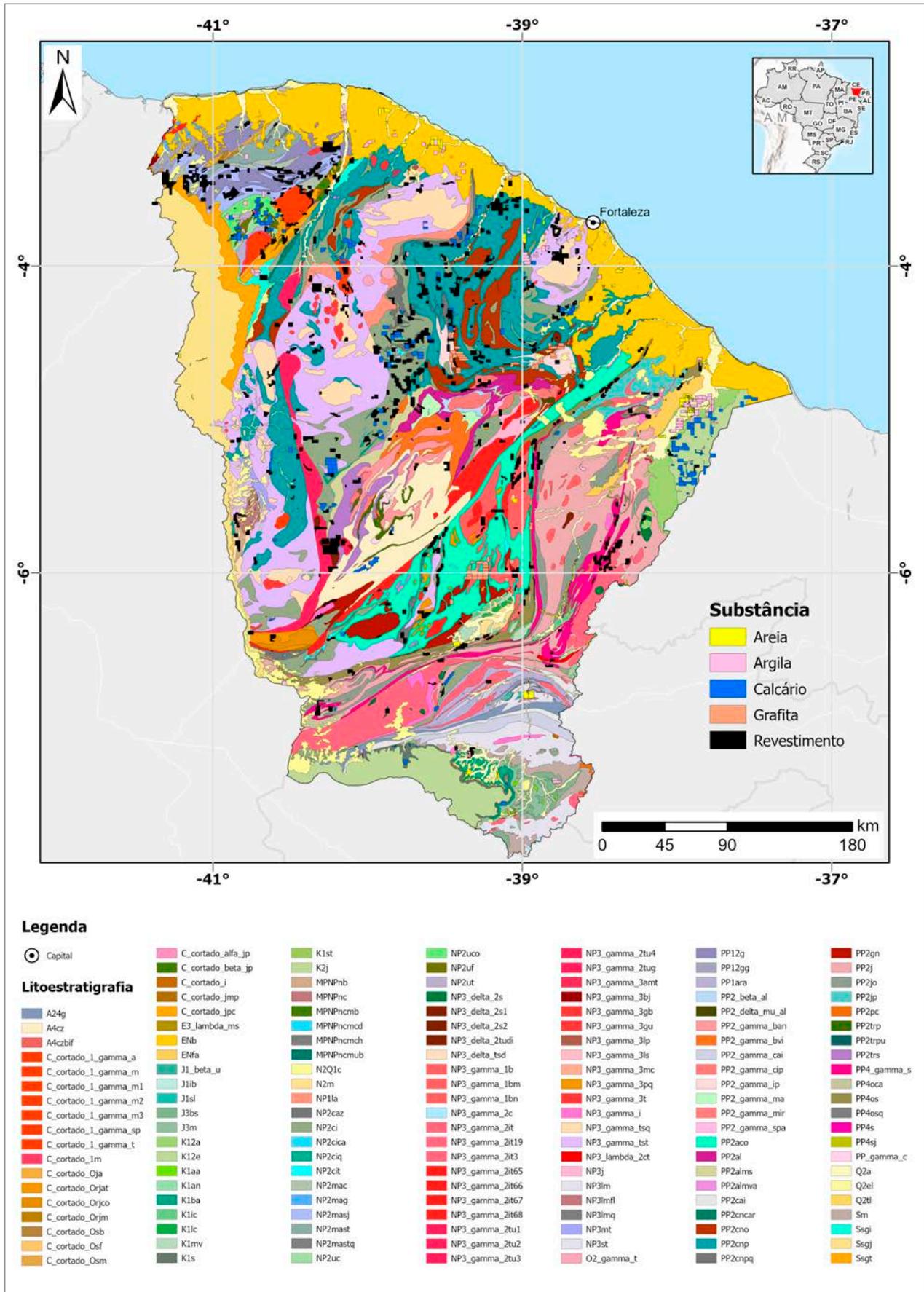


Figura 2.4 - Mapa com a distribuição de áreas requeridas na ANM após o ano 2007, para a pesquisa de algumas substâncias classificadas como rochas e minerais industriais. Fonte: Pinéo *et al.* (2020), ANM (2024a - dados processados pela equipe SGB)

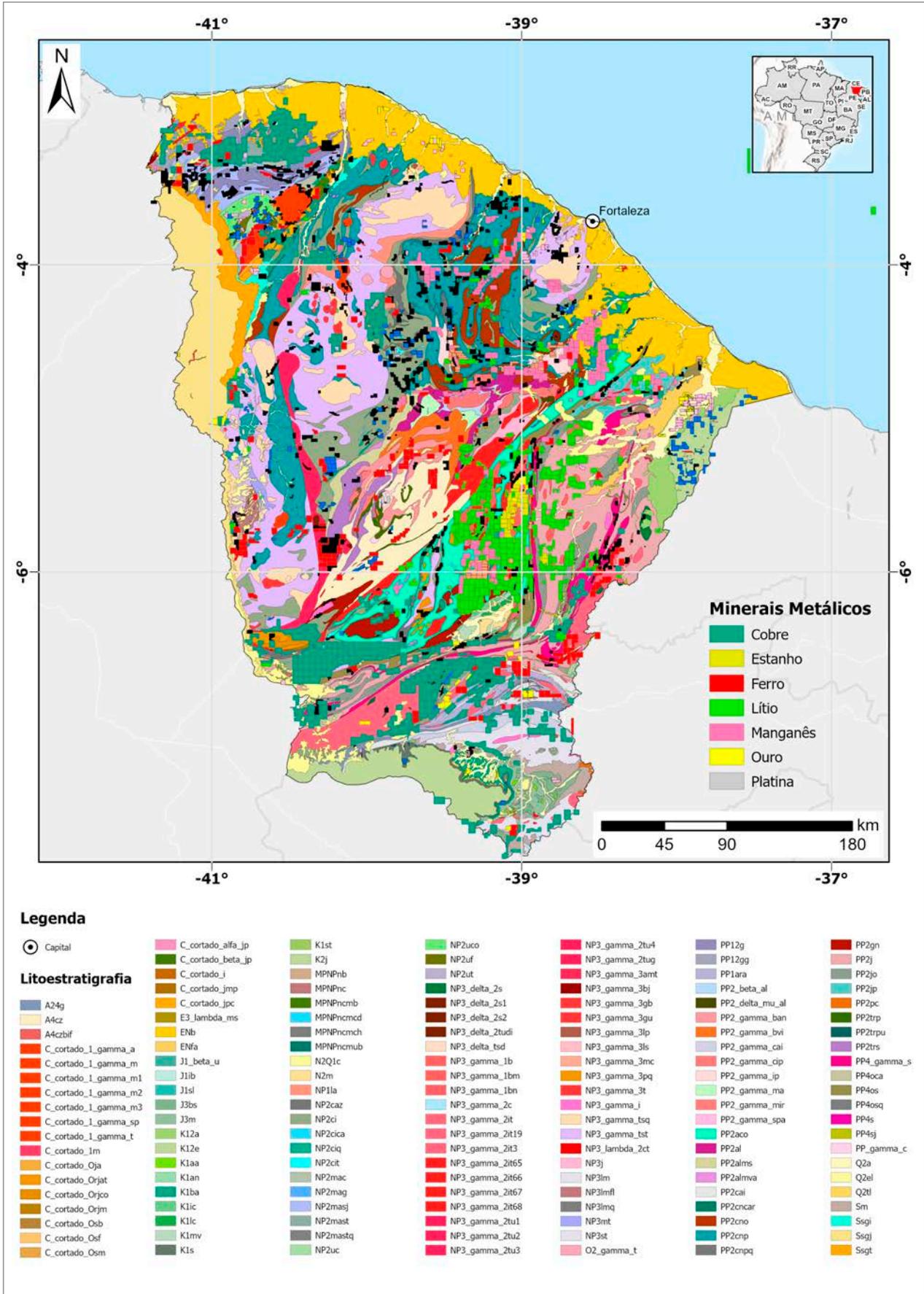


Figura 2.5 - Mapa com a distribuição de áreas requeridas na ANM após o ano 2007, para a pesquisa de algumas substâncias classificadas como metais. Fonte: Pinéo *et al.* (2020), ANM (2024 - dados processados pela equipe SGB).

REFERÊNCIAS - ANEXO II

ANM - AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Sistema SIGMINE (Geoinformação Mineral)**. 2024. Disponível em: <https://geo.anm.gov.br/portal/apps/webappviewer/index.html?id=6a8f5ccc4b6a4c2bba79759aa952d908>. Acesso em 15 jan. 2024.

PINÉO, T. R. G.; PALHETA, E. S. M.; COSTA, F. G.; VASCONCELOS, A. M.; GOMES, I. P.; GOMES, F. E. M.; BESSA, M. D. M. R.; LIMA, A. F.; HOLANDA, J. L. R.; FREIRE, D. P. C. **Projeto Geologia e Recursos Minerais do Estado do Ceará**: Mapa Geológico do Estado do Ceará. Fortaleza: CPRM, 2020. 1 mapa, color., escala 1:500.000.

ANEXO III

Registros de ocorrências e depósitos minerais no Ceará

REGISTROS CLASSIFICADOS COMO OCORRÊNCIA MINERAL	
Substância	Município
Amianto	Baixio, Caririaçu, Ipaumirim, Lavras da Mangabeira e Mombaça
Areia	Amontada, Irauçuba, Itapipoca, Itarema e Miraíma
Argila	Amontada e Itarema
Asbesto	Aurora, Baixio, Ipaumirim, Lavras da Mangabeira e Umari
Bário	Parambu
Berílio	Lavras da Mangabeira, Quixeramobim e Tauá
Brita	Itapipoca, Itapiúna, Miraíma e Mombaça
Calcário	Acarape, Aiuaba, Altaneira, Aracoiaba, Arneiroz, Baturité, Canindé, Capistrano, Caridade, Catarina, Cedro, Crateús, Farias Brito, Independência, Irauçuba, Itapiúna, Itatira, Madalena, Maranguape, Monsenhor Tabosa, Morada Nova, Novo Oriente, Pacoti, Parambu, Tamboril, Paramoti, Quixadá, Quixelô, Quixeramobim, Redenção, Saboeiro, Santa Quitéria, Umari e Cariús
Caulim	Baturité, Guaramiranga e Pacoti
Chumbo	Várzea Alegre
Cianita	Pedra Branca
Cobre	Araripe, Lavras da Mangabeira, Parambu e Orós
Cromo	Pedra Branca
Diatomita	Amontada e Itapipoca
Feldspato	Lavras da Mangabeira, Quixeramobim, Cedro, Caririaçu e Banabuiú
Ferro	Aurora, Boa Viagem, Caririaçu, Caririaçu, Cariús, Catunda, Cedro, Farias Brito, Granjeiro, Granjeiro, Independência, Ipaumirim, Itapajé, Itatira, Lavras da Mangabeira, Martinópolis, Massapê, Mombaça, Novo Oriente, Orós, Quiterianópolis, Russas, Santa Quitéria, Sobral, Tauá, Uruoca, Várzea Alegre, Senador Sá, Uruoca e Lavras da Mangabeira
Fosfato	Beberibe e Morada Nova
Gemas	Acopiara, Amontada, Catarina, Canindé, Cariús, Santana do Cariri, Novo Oriente, Quixeramobim, Icó e Tauá
Grafita	Acopiara, Aracoiaba, Baturité, Canindé, Choró, Deputado Irapuan Pinheiro, Ibaretama, Itapiúna, Itatira e Madalena
Manganês	Acopiara, Canindé, Capistrano, Choró, Independência, Madalena, Martinópolis, Ocara, Palmácia, Palhano, Quiterianópolis, Quixadá, Russas e Uruoca
Mármore	Aiuaba, Aracoiaba, Aurora, Banabuiú, Farias Brito, Independência, Ipaumirim, Irauçuba, Jaguaribe, Lavras da Mangabeira, Maranguape, Mombaça, Orós, Tejuococa e Várzea Alegre
Muscovita	Ocara e Russas
Níquel	Novo Oriente
Ouro	Independência e Lavras da Mangabeira
Rocha ornamental	Amontada, Itapipoca, Independência, Irauçuba, Tauá, Uruburetama, Tamboril
Talco	Aracoiaba, Caririaçu, Catarina, Granjeiro, Guaiúba, Ibaretama, Iguatu, Lavras da Mangabeira, Mombaça, Pedra Branca, Santana do Cariri, Tauá e Várzea Alegre
Titânio	Crateús, Independência e Tamboril
Tungstênio	Jaguaribe
Turfa	Itapipoca
Urânio	Irauçuba, Madalena e Santa Quitéria
Vermiculita	Acarape

REGISTROS CLASSIFICADOS COMO DEPÓSITO MINERAL	
Substância	Município
Amianto	Quixadá, Caucaia, Tauá e Baturité
Areia	Quiterianópolis, Amontada, Aquiraz, Itapipoca, Morada Nova, Russas e Campos Sales
Argila	Amontada, Barbalha, Camocim, Granja e Itapipoca
Asbesto	Campos Sales
Bário	Parambu e Caridade
Berílio	Beberibe, Cascavel, Itapiúna, Lavras da Mangabeira, Milhã, Quixeramobim, Russas, Solonópole e Tauá
Brita	Irauçuba, Itapajé, Itapipoca, Itarema, Mombaça, Quixadá e Senador Pompeu
Calcário	Acarape, Acopiara, Amontada, Barbalha, Baturité, Boa Viagem, Canindé, Capistrano, Caridade, Cascavel, Catarina, Caucaia, Coreau, Crateús, Forquilha, Frecheirinha, Granja, Independência, Ipu, Itaira, Jaguaruana, Limoeiro do Norte, Maranguape, Morada Nova, Nova Russas, Novo Oriente, Pacoti, Pentecoste, Parambu, Quixeré, Redenção, Saboeiro, Santa Quitéria, Santana do Acaraú, Sobral, Tamboril, Tauá, Umirim e Viçosa do Ceará
Caulim	Pacoti, Caridade, Guaramiranga, Ocara, Cascavel e Milhã
Chumbo	Reriutaba e Viçosa do Ceará
Cobre	Viçosa do Ceará, Parambu, Martinópole e Juazeiro do Norte
Cromo	Pedra Branca
Diatomita	Martinópole, Beberibe, Itapipoca, Caucaia, Amontada, Trairi e Granja
Estanho	Jaguaribe
Ferro	Tauá, Quiterianópolis e Mombaça
Flúor	Solonópole
Fósforo, urânio	Santa Quitéria
Gipsita	Abaiara, Brejo Santo, Missão Velha, Nova Olinda, Porteiras e Santana do Cariri
Grafita	Deputado Irapuan Pinheiro
Granito	Banabuiú, Forquilha, Ibareta, Irauçuba, Itapajé, Itapipoca, Limoeiro do Norte, Massapê, Meruoca, Milhã, Pedra Branca, Quixadá, Santa Quitéria, Santana do Acaraú, São Luís do Curu e Tamboril
Lítio	Cascavel, Ocara, Quixeramobim e Solonópole
Magnesita	Orós, Jucás e Iguatu
Manganês	Jucás, Granja, Pacajus e Choró
Mármore	Acarape, Aiuaba, Aracoiaba, Aurora, Capistrano, Cariús, Independência, Irauçuba, Santa Quitéria, Tauá e Umari
Minerais de pematito/Gemas	Acopiara, Arneiroz, Milhã, Canindé, Banabuiú, Quixeramobim, Solonópole, Solonópole, Quiterianópolis, Novo Oriente, Catarina, Crateús, Itapiuna, Morada Nova, Russas e Novo Oriente
Nióbio	Solonópole
Ouro	Reriutaba, Lavras da Mangabeira e Ipú
Rocha ornamental	Caucaia, Miraíma, Amontada, Itapipoca, Guaramiranga, Aracoiaba, Baturité, Cariré, Independência, Irauçuba, Itapiúna, Maranguape, Marco, Massapê, Pedra Branca, Quixadá, Sobral, Tejuçuoca e Umari
Scheelita	Milhã
Talco	Baturité e Ipueiras
Titânio	Nova Russas e Independência
Tungstênio	Alto Santo e Solonópole
Turfa	Itapipoca

Fonte: Banco de dados GeoSGB do Serviço Geológico do Brasil.

LISTAGEM DOS INFORMES DE RECURSOS MINERAIS

SÉRIE METAIS DO GRUPO DA PLATINA E ASSOCIADOS

- Nº 01 - Mapa de Caracterização das Áreas de Trabalho (Escala 1:7.000.000), 1996.
Nº 02 - Mapa Geológico Preliminar da Serra do Colorado – Rondônia e Síntese Geológico-Metalogenética, 1997.
Nº 03 - Mapa Geológico Preliminar da Serra Céu Azul – Rondônia, Prospecção Geoquímica e Síntese Geológico-Metalogenética, 1997.
Nº 04 - Síntese Geológica e Prospecção por Concentrados de Bateia nos Complexos Canabrava e Barro Alto – Goiás, 1997.
Nº 05 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica/Aluvionar da Área Migrantinópolis – Rondônia, 2000.
Nº 06 - Geologia e Prospecção Geoquímica/Aluvionar da Área Corumbiara/Chupinguaia – Rondônia, 2000.
Nº 07 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica/Aluvionar da Área Serra Azul – Rondônia, 2000.
Nº 08 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Rio Branco/Alta Floresta – Rondônia, 2000.
Nº 09 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Santa Luzia – Rondônia, 2000.
Nº 10 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Nova Brasilândia – Rondônia, 2000.
Nº 11 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica da Área Rio Madeirinha – Mato Grosso, 2000.
Nº 12 - Síntese Geológica e Prospectiva das Áreas Pedra Preta e Cotíngo – Roraima, 2000.
Nº 13 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Santa Bárbara – Goiás, 2000.
Nº 14 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Barra da Gameleira – Tocantins, 2000.
Nº 15 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Córrego Seco – Goiás, 2000.
Nº 16 - Síntese Geológica e Resultados Prospectivos da Área São Miguel do Guaporé – Rondônia, 2000.
Nº 17 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Cana Brava – Goiás, 2000.
Nº 18 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Cacoal – Rondônia, 2000.
Nº 19 - Geologia e Resultados Prospectivos das Áreas Morro do Leme e Morro Sem Boné – Mato Grosso, 2000.
Nº 20 - Geologia e Resultados Prospectivos das Áreas Serra dos Pacaás Novos e Rio Cautário – Rondônia, 2000.
Nº 21 - Aspectos Geológicos, Geoquímicos e Potencialidade em Depósitos de Ni-Cu-EGP do Magmatismo da Bacia do Paraná – 2000.
Nº 22 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Tabuleta – Mato Grosso, 2000.
Nº 23 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Rio Alegre – Mato Grosso, 2000.
Nº 24 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Figueira Branca/Indiavaí – Mato Grosso, 2000.
Nº 25 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica/Aluvionar das Áreas Jaburu, Caracaraí, Alto Tacutu e Amajari – Roraima, 2000.
Nº 26 - Prospecção Geológica e Geoquímica no Corpo Máfico-Ultramáfico da Serra da Onça – Pará, 2001.
Nº 27 - Prospecção Geológica e Geoquímica nos Corpos Máfico-Ultramáficos da Suíte Intrusiva Cateté – Pará, 2001.
Nº 28 - Aspectos geológicos, Geoquímicos e Metalogenéticos do Magmatismo Básico/Ultrabásico do Estado de Rondônia e Área Adjacente, 2001.
Nº 29 - Geological, Geochemical and Potentiality Aspects of Ni-Cu-PGE Deposits of the Paraná Basin Magmatism, 2001.
Nº 30 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica da Área Barro Alto – Goiás, 2010.

SÉRIE MAPAS TEMÁTICOS DE OURO - ESCALA 1:250.000

- Nº 01 - Área GO-09 Aurilândia/Anicuns – Goiás, 1995.
Nº 02 - Área RS-01 Lavras do Sul/Çaçapava do Sul – Rio Grande do Sul, 1995.
Nº 03 - Área RO-01 Presidente Médici – Rondônia, 1996.
Nº 04 - Área SP-01 Vale do Ribeira – São Paulo, 1996.
Nº 05 - Área PA-15 Inajá – Pará, 1996.
Nº 06 - Área GO-05 Luziânia – Goiás, 1997.
Nº 07 - Área PA-01 Paru – Pará, 1997.
Nº 08 - Área AP-05 Serra do Navio/Cupixi – Amapá, 1997.
Nº 09 - Área BA-15 Cariparé – Bahia, 1997.
Nº 10 - Área GO-01 Crixás/Pilar – Goiás, 1997.
Nº 11 - Área GO-02 Porangatu/Mara Rosa – Goiás, 1997.
Nº 12 - Área GO-03 Niquelândia – Goiás, 1997.
Nº 13 - Área MT-01 Peixoto de Azevedo/Vila Guarita – Mato Grosso, 1997.
Nº 14 - Área MT-06 Ilha 24 de Maio – Mato Grosso, 1997.

Nº 15 - Área MT-08 São João da Barra – Mato Grosso/Pará, 1997.
Nº 16 - Área RO-02 Jenipapo/Serra Sem Calça – Rondônia, 1997.
Nº 17 - Área RO-06 Guaporé/Madeira – Rondônia, 1997.
Nº 18 - Área RO-07 Rio Madeira – Rondônia, 1997.
Nº 19 - Área RR-01 Uraricaá – Roraima, 1997.
Nº 20 - Área AP-03 Alto Jari – Amapá/Pará, 1997.
Nº 21 - Área CE-02 Várzea Alegre/Lavras da Mangabeira/Encanto – Ceará, 1997.
Nº 22 - Área GO-08 Arenópolis/Amorinópolis – Goiás, 1997.
Nº 23 - Área PA-07 Serra Pelada – Pará, 1997.
Nº 24 - Área SC-01 Botuverá/Brusque/Gaspar – Santa Catarina, 1997.
Nº 25 - Área AP-01 Cassiporé – Amapá, 1997.
Nº 26 - Área BA-04 Jacobina Sul – Bahia, 1997.
Nº 27 - Área PA-03 Cuiapucu/Carará – Pará/Amapá, 1997.
Nº 28 - Área PA-10 Serra dos Carajás – Pará, 1997.
Nº 29 - Área AP-04 Tumucumaque – Pará, 1997.
Nº 30 - Área PA-11 Xinguara – Pará, 1997.
Nº 31 - Área PB-01 Cachoeira de Minas/Itajubatiba/Itapetim – Paraíba/Pernambuco, 1997.
Nº 32 - Área AP-02 Tartarugalzinho – Amapá, 1997.
Nº 33 - Área AP-06 Vila Nova/Iratapuru – Amapá, 1997.
Nº 34 - Área PA-02 Ipitinga – Pará/Amapá, 1997.
Nº 35 - Área PA-17 Caracol – Pará, 1997.
Nº 36 - Área PA-18 Vila Riozinho – Pará, 1997.
Nº 37 - Área PA-19 Rio Novo – Pará, 1997.
Nº 38 - Área PA-08 São Félix – Pará, 1997.
Nº 39 - Área PA-21 Marupá – Pará, 1998.
Nº 40 - Área PA-04 Três Palmeiras/Volta Grande – Pará, 1998.
Nº 41 - Área TO-01 Almas/Natividade – Tocantins, 1998.
Nº 42 - Área RN-01 São Fernando/Ponta da Serra/São Francisco – Rio Grande do Norte/Paraíba, 1998.
Nº 43 - Área GO-06 Cavalcante – Goiás/Tocantins, 1998.
Nº 44 - Área MT-02 Alta Floresta – Mato Grosso/Pará, 1998.
Nº 45 - Área MT-03 Serra de São Vicente – Mato Grosso, 1998.
Nº 46 - Área AM-04 Rio Traíra – Amazonas, 1998.
Nº 47 - Área GO-10 Pirenópolis/Jaraguá – Goiás, 1998.
Nº 48 - Área CE-01 Reriutaba/Ipu – Ceará, 1998.
Nº 49 - Área PA-06 Manelão – Pará, 1998.
Nº 50 - Área PA-20 Jacareacanga – Pará/Amazonas, 1998.
Nº 51 - Área MG-07 Paracatu – Minas Gerais, 1998.
Nº 52 - Área RO-05 Colorado – Rondônia/Mato Grosso, 1998.
Nº 53 - Área TO-02 Brejinho de Nazaré – Tocantins, 1998.
Nº 54 - Área RO-04 Porto Esperança – Rondônia, 1998.
Nº 55 - Área RO-03 Parecis – Rondônia, 1998.
Nº 56 - Área RR-03 Uraricoera – Roraima, 1998.
Nº 57 - Área GO-04 Goiás – Goiás, 1998.
Nº 58 - Área MA-01 Belt do Gurupi – Maranhão/Pará, 1998.
Nº 59 - Área MA-02 Aurizona/Carutapera – Maranhão/Pará, 1998.
Nº 60 - Área PE-01 Serrita – Pernambuco, 1998.
Nº 61 - Área PR-01 Curitiba/Morretes – Paraná, 1998.
Nº 62 - Área MG-01 Pitangui – Minas Gerais, 1998.
Nº 63 - Área PA-12 Rio Fresco – Pará, 1998.
Nº 64 - Área PA-13 Madalena – Pará, 1998.
Nº 65 - Área AM-01 Parauari – Amazonas/Pará, 1999.
Nº 66 - Área BA-01 Itapicuru Norte – Bahia, 1999.
Nº 67 - Área RR-04 Quino Maú – Roraima, 1999.
Nº 68 - Área RR-05 Apiaú – Roraima, 1999.
Nº 69 - Área AM 05 Gavião/Dez Dias – Amazonas, 1999.
Nº 70 - Área MT-07 Araés/Nova Xavantina – Mato Grosso, 2000.
Nº 71 - Área AM-02 Cauaburi – Amazonas, 2000.
Nº 72 - Área RR-02 Mucajá – Roraima, 2000.
Nº 73 - Área RR-06 Rio Amajario Ama – Roraima, 2000.

- Nº 74 - Área BA-03 Jacobina Norte – Bahia, 2000.
- Nº 75 - Área MG-04 Serro – Minas Gerais, 2000.
- Nº 76 - Área BA-02 Itapicuru Sul – Bahia, 2000.
- Nº 77 - Área MG-03 Conselheiro Lafaiete – Minas Gerais, 2000.
- Nº 78 - Área MG-05 Itabira – Minas Gerais, 2000.
- Nº 79 - Área MG-09 Riacho dos Machados – Minas Gerais, 2000.
- Nº 80 - Área BA-14 Correntina – Bahia, 2000.
- Nº 81 - Área BA-12 Boquira Sul – Bahia, 2000
- Nº 82 - Área BA-13 Gentio do Ouro – Bahia, 2000.
- Nº 83 - Área BA-08 Rio de Contas/Ibitiara Sul – Bahia, 2000.
- Nº 84 - Área MT-05 Cuiabá/Poconé – Mato Grosso, 2000.
- Nº 85 - Área MT-04 Jauru/Barra dos Bugres – Mato Grosso, 2000.

SÉRIE OURO - INFORMES GERAIS

- Nº 01 - Mapa de Reservas e Produção de Ouro no Brasil (Escala 1:7.000.000), 1996.
- Nº 02 - Programa Nacional de Prospecção de Ouro – Natureza e Métodos, 1998.
- Nº 03 - Mapa de Reservas e Produção de Ouro no Brasil (Escala 1:7.000.000), 1998.
- Nº 04 - Gold Prospecting National Program – Subject and Methodology, 1998.
- Nº 05 - Mineralizações Auríferas da Região de Cachoeira de Minas – Municípios de Manaíra e Princesa Isabel – Paraíba, 1998.
- Nº 06 - Mapa de Reservas e Produção de Ouro no Brasil (Escala 1:7.000.000), 2000.
- Nº 07 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 – Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Minas do Camaquã – Rio Grande do Sul, 2000.
- Nº 08 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 – Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Ibaré – Rio Grande do Sul, 2000.
- Nº 09 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 – Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Caçapava do Sul – Rio Grande do Sul, 2000.
- Nº 10 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 – Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Passo do Salsinho – Rio Grande do Sul, 2000.
- Nº 11 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 – Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Marmeleiro – Rio Grande do Sul, 2000.
- Nº 12 - Map of Gold Production and Reserves of Brazil (1:7.000.000 Scale), 2000.
- Nº 13 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 – Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Cambaizinho – Rio Grande do Sul, 2001.
- Nº 14 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 – Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Passo do Ivo – Rio Grande do Sul, 2001.
- Nº 15 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 – Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Batovi – Rio Grande do Sul, 2001.
- Nº 16 - Projeto Metalogenia da Província Aurífera Juruena-Teles Pires, Mato Grosso – Goiânia, 2008.
- Nº 17 - Metalogenia do Distrito Aurífero do Rio Juma, Nova Aripuanã, Manaus, 2010.
- Nº 18 - Províncias e Distritos Auríferos do Brasil, Goiânia, 2022.
- Nº 19 - Economia Mineral do Ouro, São Paulo, 2023.

SÉRIE INSUMOS MINERAIS PARA AGRICULTURA

- Nº 01 - Mapa Síntese do Setor de Fertilizantes Minerais (NPK) no Brasil (Escala 1:7.000.000), 1997.
- Nº 02 - Fosfato da Serra da Bodoquena – Mato Grosso do Sul, 2000.
- Nº 03 - Estudo do Mercado de Calcário para Fins Agrícolas no Estado de Pernambuco, 2000.
- Nº 04 - Mapa de Insumos Minerais para Agricultura e Áreas Potenciais nos Estados de Pernambuco, Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte, 2001.
- Nº 05 - Estudo dos Níveis de Necessidade de Calcário nos Estados de Pernambuco, Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte, 2001.
- Nº 06 - Síntese das Necessidades de Calcário para os Solos dos Estados da Bahia e Sergipe, 2001.
- Nº 07 - Mapa de Insumos Minerais para Agricultura e Áreas Potenciais de Rondônia, 2001.
- Nº 08 - Mapas de Insumos Minerais para Agricultura nos Estados de Amazonas e Roraima, 2001.
- Nº 09 - Mapa-Síntese de Jazimentos Minerais Carbonatados dos Estados da Bahia e Sergipe, 2001.

- Nº 10 - Insumos Minerais para Agricultura e Áreas Potenciais nos Estados do Pará e Amapá, 2001.
- Nº 11 - Síntese dos Jazimentos, Áreas Potenciais e Mercado de Insumos Minerais para Agricultura no Estado da Bahia, 2001.
- Nº 12 - Avaliação de Rochas Calcárias e Fosfatadas para Insumos Agrícolas do Estado de Mato Grosso, 2008.
- Nº 13 - Projeto Fosfato Brasil – Parte I, Salvador, 2011.
- Nº 14 - Projeto Fosfato Brasil – Estado de Mato Grosso – Áreas Araras/Serra do Caeté e Planalto da Serra, 2011.
- Nº 15 - Projeto Mineralizações Associadas à Plataforma Bambuí no Sudeste do Estado do Tocantins (TO) – Goiânia, 2016.
- Nº 16 - Rochas Carbonáticas do Estado de Rondônia, Porto Velho, 2015.
- Nº 17 - Projeto Fosfato Brasil – Parte II, Salvador, 2016.
- Nº 18 - Geoquímica Orientativa para Pesquisa de Fosfato no Brasil, Salvador, 2016.
- Nº 19 - Projeto Agrominerais da Região de Irecê -Jaguarari, Salvador, 2016.
- Nº 20 - Avaliação do Potencial do Fosfato no Brasil – Fase III: Bacia dos Parecis, Porto Velho, 2017.
- Nº 21 - Avaliação do Potencial do Fosfato no Brasil – Fase III: Bacia Sergipe-Alagoas, Sub-bacia Sergipe, Recife, 2017.
- Nº 22 - Avaliação do Potencial do Fosfato no Brasil – Fase III: Centro-leste de Santa Catarina, Salvador, 2018.
- Nº 23 - Avaliação do Potencial do Potássio no Brasil: Bacia do Amazonas, setor centro-oeste, Estados do Amazonas e Pará, Manaus, 2020.
- Nº 24 - Investigação de Anomalias Geofísicas no Escudo Sul-Rio-Grandense com Enfoque em Insumos Agrícolas, Porto Alegre, 2020.
- Nº 25 - Avaliação do Potencial do Fosfato no Brasil: Borda Norte da Bacia do Amazonas, região de Monte Alegre e Monte Dourado, Estado do Pará, Belém, 2020.
- Nº 26 - Avaliação do Potencial Agromineral do Brasil: Grupo Serra Geral da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.
- Nº 27 - Avaliação do Potencial do Fosfato no Brasil: Bacia Potiguar – Um estudo a partir de testemunhos de sondagem, Estado do Rio Grande do Norte, Salvador, 2021.
- Nº 28 - Avaliação do Potencial Agromineral do Brasil: Eixo Manaus-Boa Vista, Manaus, 2022.
- Nº 29 - Avaliação do Potencial Mineral de Potássio no Brasil – Área Bacia Sergipe Alagoas, Natal, 2023.
- Nº 30 - Avaliação do Potencial Agromineral do Brasil - Área: Estado do Tocantins, Goiânia, 2024.

SÉRIE PEDRAS PRECIOSAS

- Nº 01 - Mapa Gemológico da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, 1997.
- Nº 02 - Mapa Gemológico da Região Lajeado/Soledade/Salto do Jacuí – Rio Grande do Sul, 1998.
- Nº 03 - Mapa Gemológico da Região de Ametista do Sul – Rio Grande do Sul, 1998.
- Nº 04 - Recursos Gemológicos dos Estados do Piauí e Maranhão, 1998.
- Nº 05 - Mapa Gemológico do Estado do Rio Grande do Sul, 2000.
- Nº 06 - Mapa Gemológico do Estado de Santa Catarina, 2000.
- Nº 07 - Aspectos da Geologia dos Pólos Diamantíferos de Rondônia e Mato Grosso – O Fórum de Juína – Projeto Diamante, Goiânia, 2010.
- Nº 08 - Projeto Avaliação dos Depósitos de Opalas de Pedro II – Estado do Piauí, Teresina, 2015.
- Nº 09 - Aluviões Diamantíferos da Foz dos Rios Jequitinhonha e Pardo – Fase I – Estado da Bahia, Salvador, 2016.
- Nº 10 - Áreas Kimberlíticas e Diamantíferas do Estado de Minas Gerais, Brasília, 2017.
- Nº 11 - Áreas Kimberlíticas e Diamantíferas do Estado de Rondônia, Brasília, 2017.
- Nº 12 - Áreas Kimberlíticas e Diamantíferas do Estado do Mato Grosso, Brasília, 2017.
- Nº 13 - Áreas Kimberlíticas e Diamantíferas do Estado da Bahia, Brasília, 2017.

SÉRIE OPORTUNIDADES MINERAIS – EXAME ATUALIZADO DE PROJETO

- Nº 01 - Níquel de Santa Fé – Estado de Goiás, 2000.
- Nº 02 - Níquel do Morro do Engenho – Estado de Goiás, 2000.
- Nº 03 - Cobre de Bom Jardim – Estado de Goiás, 2000.
- Nº 04 - Ouro no Vale do Ribeira – Estado de São Paulo, 1996.
- Nº 05 - Chumbo de Nova Redenção – Estado da Bahia, 2001.
- Nº 06 - Turfa de Caçapava – Estado de São Paulo, 1996.
- Nº 08 - Ouro de Natividade – Estado do Tocantins, 2000.
- Nº 09 - Gipsita do Rio Cupari – Estado do Pará, 2001.

- Nº 10 - Zinco, Chumbo e Cobre de Palmeirópolis – Estado de Tocantins, 2000.
Nº 11 - Fosfato de Miriri – Estados de Pernambuco e Paraíba, 2001.
Nº 12 - Turfa da Região de Itapuã – Estado do Rio Grande do Sul, 1998.
Nº 13 - Turfa de Águas Claras – Estado do Rio Grande do Sul, 1998.
Nº 14 - Turfa nos Estados de Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte, 2001.
Nº 15 - Nióbio de Uaupés – Estado do Amazonas, 1997.
Nº 16 - Diamante do Rio Maú – Estado da Roraima, 1997.
Nº 18 - Turfa de Santo Amaro das Brotas – Estado de Sergipe, 1997.
Nº 19 - Diamante de Santo Inácio – Estado da Bahia, 2001.
Nº 21 - Carvão nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, 1997.
Nº 22 - Coal in the States of Rio Grande do Sul and Santa Catarina, 1999.
Nº 23 - Kaolin Exploration in the Capim River Region – State of Pará – Executive Summary, 2000.
Nº 24 - Turfa de São José dos Campos – Estado de São Paulo, 2002.
Nº 25 - Lead in Nova Redenção – Bahia State, Brazil, 2001.
Nº 26 - Projeto de Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Polimetálicos de Palmeirópolis, Estado do Tocantins, Brasília, 2020.
Nº 27 - Projeto de Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Carvão Sul Catarinense, Estado de Santa Catarina, Brasília, 2021.
Nº 28 - Projeto de Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Fosfato de Miriri, Estado de Pernambuco e Paraíba, Brasília, 2022.
Nº 29 - Projeto de Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Carvão de Iruí-Butiá, Estado do Rio Grande do Sul, Brasília, 2021.
Nº 30 - Projeto de Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Caulim do Rio Capim, Estado do Pará, Brasília, 2021.
Nº 31 - Projeto de Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Gipsita do Rio Cupari, Estado do Pará, Brasília, 2022.
Nº 32 - Projeto de Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Turfa de Linhares, Estado do Espírito Santo, Brasília, 2023.
Nº 33 - Projeto de Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Turfa de Santo Amaro das Brotas, Estado de Sergipe, Brasília, 2023.
Nº 34 - Projeto de Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Calcário Aveiro, Estado do Pará, Brasília, 2022.
Nº 35 - Projeto Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Diamante de Santo Inácio, Estado da Bahia, Brasília, 2023.

SÉRIE DIVERSOS

- Nº 01 - Informe de Recursos Minerais - Diretrizes e Especificações - Rio de Janeiro, 1997.
Nº 02 - Argilas Nobres e Zeolitas na Bacia do Parnaíba – Belém, 1997.
Nº 03 - Rochas Ornamentais de Pernambuco – Folha Belém do São Francisco – Escala 1:250.000 – Recife, 2000.
Nº 04 - Substâncias Minerais para Construção Civil na Região Metropolitana de Salvador e Adjacências – Salvador, 2001.
Nº 05 - Terras Indígenas do Noroeste do Amazonas: Geologia, Geoquímica e Cadastramento Mineral na região do Tunuí-Caparro, Estado do Amazonas, Manaus, 2020
Nº 06 - Recursos Minerais do Estado de Minas Gerais – 2011, Belo Horizonte, 2022.

SÉRIE RECURSOS MINERAIS MARINHOS

- Nº 01 - Potencialidade dos Granulados Marinhos da Plataforma Continental Leste do Ceará – Recife, 2007.
Nº 02 - Potencialidade dos Granulados Marinhos da Plataforma Continental Oriental do Rio Grande do Norte – Setor Touros, Recife, 2021.
Nº 03 - Potencialidade dos Granulados Marinhos da Plataforma Continental de Pernambuco – Recife, 2021.
Nº 04 - Potencialidade dos Granulados Marinhos da Plataforma Continental Oeste do Ceará, Setor Bitupitá, 2022.
Nº 05 - Prospecção e Exploração de Depósitos de Fosforitas Marinhas na Plataforma Continental Jurídica Brasileira, etapa 2010-2020, Rio de Janeiro, 2021.

SÉRIE ROCHAS E MINERAIS INDUSTRIAIS

- Nº 01 - Projeto Materiais de Construção na Área Manacapuru-Iranduba-Manaus-Careiro (Domínio Baixo Solimões) – Manaus, 2007.
- Nº 02 - Materiais de Construção Civil na região Metropolitana de Salvador – Salvador, 2008.
- Nº 03 - Projeto Materiais de Construção no Domínio Médio Amazonas – Manaus, 2008.
- Nº 04 - Projeto Rochas Ornamentais de Roraima – Manaus, 2009.
- Nº 05 - Projeto Argilas da Bacia Pimenta Bueno – Porto Velho, 2010.
- Nº 06 - Projeto Quartzo Industrial Dueré-Cristalândia – Goiânia, 2010.
- Nº 07 - Materiais de Construção Civil na região Metropolitana de Aracaju – Salvador, 2011.
- Nº 08 - Rochas Ornamentais no Noroeste do Estado do Espírito Santo – Rio de Janeiro, 2012.
- Nº 09 - Projeto Insumos Minerais para a Construção Civil na Região Metropolitana do Recife – Recife, 2012.
- Nº 10 - Materiais de Construção Civil da Folha Porto Velho – Porto Velho, 2013.
- Nº 11 - Polo Cerâmico de Santa Gertrudes – São Paulo, 2014.
- Nº 12 - Projeto Materiais de Construção Civil na Região Metropolitana de Natal – Natal, 2015.
- Nº 13 - Materiais de Construção Civil para Vitória da Conquista, Itabuna-Ilhéus e Feira de Santana – Salvador, 2015.
- Nº 14 - Projeto Materiais de Construção da Região de Marabá e Eldorado dos Carajás – Belém, 2015.
- Nº 15 - Panorama do Setor de Rochas Ornamentais do Estado de Rondônia – Porto Velho, 2015.
- Nº 16 - Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de Goiânia – Goiânia, 2015.
- Nº 17 - Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de Porto Alegre – Porto Alegre, 2016.
- Nº 18 - Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de Fortaleza – Fortaleza, 2016.
- Nº 19 - Projeto Materiais de Construção Civil da Região da Grande Florianópolis – Porto Alegre, 2016.
- Nº 20 - Projeto materiais de construção da região de Macapá - Estado do Amapá – Belém, 2016.
- Nº 21 - Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de Curitiba – Estado do Paraná, 2016.
- Nº 22 - Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de São Luís e Entorno – Estado do Maranhão, 2007.
- Nº 23 - Panorama do Segmento de Rochas Ornamentais do Estado da Bahia, Salvador, 2019
- Nº 24 - Materiais de Construção da Região Metropolitana de São Paulo – Estado de São Paulo, São Paulo, 2019.
- Nº 25 - Gipsita no sudoeste da Bacia sedimentar do Araripe – Estado de Pernambuco, Recife, 2019.
- Nº 26 - Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de Belo Horizonte – Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.
- Nº 27 - Rochas Ornamentais do Estado do Rio Grande do Norte: Mapa de Potencialidades, Natal, 2020.
- Nº 28 - Materiais de Construção da Região Metropolitana de Palmas – Estado do Tocantins, Goiânia, 2020.
- Nº 29 - Estudos dos granitoides da região Nordeste do Pará para produção de brita, Belém, 2020.
- Nº 30 - Materiais de Construção da Região de Capitão Poço-Ourém – Estado do Pará, Belém, 2020.
- Nº 31 - Calcários da Bahia: Faixas Rio Pardo e Ouroândia-Campo Formoso, Salvador, 2021.
- Nº 32 - Rochas Ornamentais do Espírito Santo: Mapa de Potencialidade, Belo Horizonte, 2021.
- Nº 33 - Argilas dos vales dos rios Doce e Jequitinhonha (MG), Belo Horizonte, 2021.
- Nº 34 - Materiais de Construção Civil da Região Rio Grande-Pelotas e entorno (RS), Porto Alegre, 2021.
- Nº 35 - Materiais de Construção Civil da Região Metropolitana de João Pessoa (PB), Recife, 2021.
- Nº 36 - Materiais de Construção Civil da Região Metropolitana de Maceió (AL), Recife, 2022.
- Nº 37 - Rochas Ornamentais da Bahia: Mapa de Potencialidades da Região da Serra de Jacobina, Salvador, 2022.
- Nº 38 - Titânio Laterítico na Bacia do Paraná (PR), São Paulo, 2022.
- Nº 39 - Materiais de Construção da Região de Criciúma, Tubarão e Entorno (SC), Porto Alegre, 2023.
- Nº 40 - Rochas Ornamentais do Ceará: Informe de Potencialidades, Fortaleza, 2023.

SÉRIE METAIS - INFORMES GERAIS

- Nº 01 - Projeto BANEIO – Bacia do Camaquã – Metalogenia das Bacias Neoproterozóico-Eopaleozóicas do Sul do Brasil, Porto Alegre, 2008
- Nº 02 - Mapeamento Geoquímico do Quadrilátero Ferrífero e seu Entorno - MG – Rio de Janeiro, 2014.

Nº 03 - Projeto BANEÓ – Bacias do Itajaí, de Campo Alegre e Corupá – Metalogenia das Bacias Neoproterozoico-Eopaleozoicas do Sul do Brasil, Porto Alegre, 2015

SÉRIE PROVÍNCIAS MINERAIS DO BRASIL

Nº 01 - Áreas de Relevante Interesse Mineral - ARIM, Brasília, 2015.

Nº 02 - Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Área Tróia-Pedra Branca, Estado do Ceará, Fortaleza, 2015.

Nº 03 - Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Área Sudeste do Tapajós, Estado do Pará, Brasília, 2015.

Nº 04 - Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Província Aurífera Juruena-Teles Pires-Aripuanã – Geologia e Recursos Minerais da Folha Ilha Porto Escondido – SC.21-V-C-III, Brasília, 2015.

Nº 05 - Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Distrito Zincífero de Vazante – MG, Brasília, 2015.

Nº 06 - Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Rochas Alcalinas da Porção Meridional do Cinturão Ribeira. Estados de São Paulo e Paraná, Brasília, 2015.

Nº 07 - Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Área Sudeste de Rondônia, Brasília, 2016.

Nº 08 - Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Área Seridó-Leste, extremo nordeste da Província Borborema (RN-PB), Brasília, 2016.

Nº 09 - Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Porção sul da Bacia do Paraná, RS, 2017.

Nº 10 - Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Área Eldorado do Juma, Estado do Amazonas, AM, 2019.

Nº 11 - Áreas de Relevante Interesse Mineral: Cinturão Gurupi, Estados do Pará e Maranhão, Brasília, 2017.

Nº 12 - Áreas de Relevante Interesse Mineral: Reserva Nacional do Cobre e Associados, Estados do Pará e Amapá, Belém, 2017.

Nº 13 - Áreas de Relevante Interesse Mineral – Vale do Ribeira: Mineralizações Polimetálicas (Pb, Ag, Zn, Cu e Au – “Tipo Pannels”) em zonas de cisalhamento Rúptil, Cinturão Ribeira Meridional, SP-PR, São Paulo, 2017.

Nº 14 - Áreas de Relevante Interesse Mineral - ARIM: Distrito Mineral de Paracatu-Unai (Zn-Pb-Cu), MG, 2018.

Nº 15 - Áreas de Relevante Interesse Mineral Integração Geológica-Geofísica e Recursos Minerais do Cráton Luis Alves, RS, 2018.

Nº 16 - Áreas de Relevante Interesse Mineral - Província Mineral de Carajás, PA: Estratigrafia e análise do Minério de Mn de Carajás - áreas Azul, Sereno, Buritirama e Antônio Vicente, PA, 2018.

Nº 17 - Áreas de Relevante Interesse Mineral Troia-Pedra Branca - Geologia e mineralização aurífera da sequência metavulcanossedimentar da Serra das Pipocas, Maciço de Troia, Ceará, Estado do Ceará, CE, 2018.

Nº 18 - Áreas de Relevante Interesse Mineral – Reavaliação da Província Estanífera de Rondônia, RO, 2019.

Nº 19 - Áreas de Relevante Interesse Mineral – Evolução Crustal e Metalogenia da Faixa Nova Brasilândia, RO, 2019.

Nº 20 - Áreas de Relevante Interesse Mineral - Batólito Pelotas–Terreno Tijucas, Estado do Rio Grande do Sul, RS, 2019.

Nº 21 - Áreas de Relevante Interesse Mineral – Vale do Ribeira: mineralizações polimetálicas (Pb-Zn-Ag-Cu-Ba) associadas a Formação Perau, Cinturão Ribeira Meridional, Estado do Paraná, São Paulo, 2019.

Nº 22 - Áreas de Relevante Interesse Mineral – Evolução crustal e metalogenia da Província Mineral Juruena - TelesPires, MT, Goiânia, 2019.

Nº 23 - Áreas de Relevante Interesse Mineral – Projeto evolução crustal e metalogenia da Faixa Brasília setor centro-norte, GO-TO, Goiânia, 2019.

Nº 24 - Avaliação do Potencial Mineral do NW do Ceará, CE, Fortaleza, 2019.

Nº 25 - Avaliação do Potencial Mineral das faixas Marginais da borda NW do Craton do São Francisco (Área Riacho do Pontal), PI, Teresina, 2019.

Nº 26 - Avaliação do Potencial Mineral das faixas Marginais da borda NW do Craton do São Francisco (Área Rio Preto), PI, Teresina, 2019.

Nº 27 - Áreas de Relevante Interesse Mineral - Avaliação do Potencial Mineral do Vale do Ribeira (Área Castro), SP, São Paulo, 2019.

Nº 28 - Áreas de Relevante Interesse Mineral - Evolução crustal e Metalogenia da região de Aripuanã, MT, Goiânia, 2020.

Nº 29 - Modelo Prospectivo para Ametista e Ágata na Fronteira Sudoeste do Rio Grande do Sul, RS, Porto Alegre, 2020.

Nº 30 - Áreas de Relevante Interesse Mineral - Reavaliação das sequências metavulcanossedimentares a Sudoeste do Quadrilátero Ferrífero – Área de Nazareno, Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.

Nº 31 - Áreas de Relevante Interesse Mineral – Integração Geológica e Avaliação do Potencial Metalogenético da Serra de Jacobina e dos Greenstone Belt Mundo Novo, Estado da Bahia, Salvador, 2021.

- Nº 32 - Áreas de Relevante Interesse Mineral – Integração Geológica e Avaliação do Potencial Metalogenético das Sequências Metavulcanossedimentares tipo Greenstone Belts e/ou similares da região de Remanso-Sobradinho, Estado da Bahia, Salvador, 2021.
- Nº 33 - Áreas de Relevante Interesse Mineral –Província Mineral de Carajás, Controles Críticos das Mineralizações de Cobre e Ouro do Lineamento Cinzento, Estado do Pará, Belém, 2021.
- Nº 34 - Áreas de Relevante Interesse Mineral – Evolução Crustal e Metalogenia do Sudeste do Amazonas, Estado do Amazonas, Manaus, 2021.
- Nº 35 - Áreas de Relevante Interesse Mineral – Evolução Crustal e Metalogenia da Província Mineral do Seridó, Estado de Pernambuco, Recife, 2023.
- Nº 36 - Áreas de Relevante Interesse Mineral – Avaliação do Potencial Mineral da região de São Raimundo Nonato, Estado de Pernambuco, Recife, 2022.
- Nº 37 - Quadrilátero Ferrífero, Setor Central: Mapa de Favorabilidade para Ouro Orogênico, Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.
- Nº 38 - Noroeste do Quadrilátero Ferrífero: Mapa de Prospectividade para Ouro Orogênico do Greenstone Belt Pitangui, Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.

SÉRIE MINERAIS ESTRATÉGICOS

- Nº 01 - Diretrizes para Avaliação do Potencial do Potássio, Fosfato, Terras Raras e Lítio no Brasil, Brasília, 2015.
- Nº 02 - Avaliação do Potencial de Terras Raras no Brasil, Brasília, 2015.
- Nº 03 - Projeto Avaliação do Potencial do Lítio no Brasil – Área do Médio Rio Jequitinhonha, Nordeste de Minas Gerais, Brasília, 2016.
- Nº 04 - Projeto Avaliação do Potencial de Terras Raras No Brasil - Área Morro dos Seis Lagos, Noroeste do Amazonas, Brasília, 2019.
- Nº 05 - Projeto Avaliação do Potencial da Grafita no Brasil – Fase I, São Paulo, 2020.
- Nº 06 - Projeto Lítio da Província Pegmatítica da Borborema, Estados do Rio Grande do Norte e Paraíba, Recife, 2022.
- Nº 07 - Geologia e Avaliação do Potencial para Fosfato e Elementos Terras Raras da região de Campos Novos, Roraima, Manaus, 2023.
- Nº 08 - Avaliação da Favorabilidade para Depósitos de Urânio no Brasil, Brasília, 2023.

SÉRIE GEOQUÍMICA PROSPECTIVA

- Nº 01 - Informe Geoquímico Bacia do Araripe, Estados de Pernambuco, Piauí e Ceará, Recife, 2018.
- Nº 02 - Informe Geoquímico das Folhas Quixadá-Itapiúna, Estado do Ceará, Fortaleza, 2020.
- Nº 03 - Informe Geoquímico São José do Campestre, Província Borborema, Estado do Rio Grande do Norte, Recife, 2021.
- Nº 04 - Informe Geoquímico Granjeiro-Cococi, Estado do Ceará, Fortaleza, 2023.

SÉRIE MAPEAMENTO GEOQUÍMICO

- Nº 01 - Levantamento geoquímico do Escudo do Rio Grande do Sul, Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.
- Nº 02 - Mapeamento geoquímico da Folha Piatã, Estado da Bahia, Salvador, 2023.

SÉRIE ATLAS GEOQUÍMICOS

Atlas Geoquímico de Carajás – Setor Leste, Sedimentos Ativos de Corrente, Estado do Pará, Belém, 2023.

SÉRIE ATLAS DE ROCHAS ORNAMENTAIS

- Atlas de Rochas Ornamentais de Roraima, Manaus, 2009.
- Atlas de Rochas Ornamentais da Amazônia Brasileira, São Paulo, 2011.
- Atlas de Rochas Ornamentais do Espírito Santo, Brasília, 2013.
- Atlas of dimension stones of the Espírito Santo State, Brasília, 2015.
- Atlas de rochas ornamentais dos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas, Recife, 2017.
- Atlas de Rochas Ornamentais da Bahia, Salvador, 2022.
- Atlas of Dimension Stones of the Bahia State, Salvador, 2022.

O SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - SGB E OS OBJETIVOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - ODS

Em setembro de 2015 líderes mundiais reuniram-se na sede da ONU, em Nova York, e formularam um conjunto de objetivos e metas universais com intuito de garantir o desenvolvimento sustentável nas dimensões econômica, social e ambiental. Esta ação resultou na *Agenda 2030*, a qual contém um conjunto de *17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS*.

A Agenda 2030 é um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade. Busca fortalecer a paz universal, e considera que a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões é o maior desafio global, e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável.

Os 17 ODS incluem uma ambiciosa lista 169 metas para todos os países e todas as partes interessadas, atuando em parceria colaborativa, a serem cumpridas até 2030.



O Serviço Geológico do Brasil – SGB atua em diversas áreas intrínsecas às Geociências, que podem ser agrupadas em quatro grandes linhas de atuação:

- Geologia
- Recursos Minerais;
- Hidrologia; e
- Gestão Territorial.

Todas as áreas de atuação do SGB, sejam nas áreas das Geociências ou nos serviços compartilhados, ou ainda em seus programas internos, devem ter conexão com os ODS, evidenciando o comprometimento de nossa instituição com a sustentabilidade, com a humanidade e com o futuro do planeta.

A tabela a seguir relaciona as áreas de atuação do SGB com os ODS.

Áreas de atuação do Serviço Geológico do Brasil – SGB e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS

ÁREA DE ATUAÇÃO GEOCIÊNCIAS

LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS



LEVANTAMENTOS AEROGEOFÍSICOS



AVALIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DO BRASIL



LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS MARINHOS



LEVANTAMENTOS GEOQUÍMICOS



LEVANTAMENTOS BÁSICOS DE RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS



SISTEMAS DE ALERTA HIDROLÓGICO



AGROGEOLOGIA



LEVANTAMENTOS BÁSICOS DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS



RISCO GEOLÓGICO



GEODIVERSIDADE



PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E GEOPARQUES



ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO



GEOLOGIA MÉDICA



RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO



ÁREA DE ATUAÇÃO SERVIÇOS COMPARTILHADOS

GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO



TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO



LABORATÓRIO DE ANÁLISE MINERAIS



MUSEU DE CIÊNCIAS DA TERRA



PALEONTOLOGIA



PARCERIAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS



REDE DE BIBLIOTECAS



REDE DE LITOTECAS



GOVERNANÇA



ÁREA DE ATUAÇÃO PROGRAMAS INTERNOS

SUSTENTABILIDADE



PRÓ-EQUIDADE



COMITÊ DE ÉTICA



ISBN 978-65-5664-554-4



SERVIÇO
GEOLÓGICO
DO BRASIL

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

SGB.GOV.BR