

## A MINERAÇÃO NA REGIÃO METROPOLITANA DO CARIRI (RMCariri), CEARÁ: GEOHISTÓRIA, MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE

Marcelo Martins de Moura Fé<sup>1</sup> 

Frederico de Holanda Bastos<sup>2</sup> 

Marcos Antônio Leite do Nascimento<sup>3</sup> 

### Destaques:

- A mineração apresenta importância socioeconômica e potencial de impactância ambiental.
- O objetivo é analisar a sustentabilidade ambiental da mineração na Região Metropolitana do Cariri.
- É feita a construção geohistórica da atividade e seus principais impactos ambientais.
- Os resultados ressaltam a correlação histórica da atividade com o desenvolvimento da região.
- Os resultados ressaltam, ainda, a abrangência dos impactos identificados na região.

**Resumo:** A mineração apresenta importância socioeconômica e potencial de impactância sobre a geodiversidade da região sul do Ceará, sendo estabelecida desde o século XVIII e alcançando um quadro diverso e complexo no contexto atual, levantando questões sobre sua sustentabilidade ambiental. Considerando a necessidade de novos estudos sobre a atividade, presente nos 9 municípios da Região Metropolitana do Cariri (RMCariri), o objetivo aqui é analisar a sustentabilidade ambiental da mineração na RMCariri, perfazendo a construção geohistórica da atividade e seus principais impactos ambientais. O roteiro metodológico é de abordagem qualitativa, compartimentado em: embasamento teórico-conceitual e contingente técnico-científico, subdividido em etapas inter-relacionadas de gabinete, campo e laboratório. Os resultados alcançados ressaltam a correlação histórica da atividade com o desenvolvimento da região, a abrangência dos impactos identificados, bem como a necessidade de se pensar a continuidade da atividade a partir da aplicação de medidas sustentáveis efetivas e específicas para cada municipalidade e suas características naturais, garantindo, pelo menos em parte, a conservação da geodiversidade da RMCariri.

**Palavras-chave:** Patrimônio Natural; Geodiversidade; Impactos Ambientais; Região Metropolitana; Desenvolvimento Regional Sustentável.

### MINING IN THE METROPOLITAN REGION OF CARIRI (RMCariri), CEARÁ: GEOHISTORY, ENVIRONMENT AND SUSTAINABILITY

**Abstract:** Mining has socioeconomic importance and potential impact on the geodiversity of southern Ceará. It was established in the 18th century and has since

<sup>1</sup> Professor da Universidade Regional do Cariri (URCA). E-mail: marcelo.mourafe@urca.br

<sup>2</sup> Professor da Universidade Estadual do Ceará (UECE). E-mail: fred.holanda@uece.br

<sup>3</sup> Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). E-mail: marcos.leite@ufrn.br

reached a diverse and complex framework in the current scenario, consequently raising questions about its environmental sustainability. Considering the need for further studies on the activity, present in the nine municipalities of the Metropolitan Region of Cariri (RMCariri), the purpose of this study is to analyze the environmental sustainability of mining in the RMCariri, making up the geohistorical construction of the activity and its main environmental impacts. The methodological guidelines have a qualitative approach, divided into theoretical-conceptual basis and technical-scientific contingente and subdivided into interrelated stages of office, field and laboratory. The results achieved highlight the historical correlation of the activity with the development of the region. They also highlight the scope of the identified impacts, as well as the need to consider the continuity of the activity by applying effective and specific sustainable measures for each municipality and its natural characteristics. Such measures will, therefore, guarantee the minimum conservation of the geodiversity in the RMCariri.

**Keywords:** Natural Patrimony; Geodiversity; Environmental Impacts; Metropolitan Region; Sustainable Regional Development.

### LA MINERÍA EN LA REGIÓN METROPOLITANA DEL CARIRI (RMCariri), CEARÁ: GEOHISTORIA, MEDIO AMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD

**Resumen:** La minería tiene importancia socioeconómica y potencial impacto en la geodiversidad de la región sur de Ceará. Se ha establecido desde el siglo XVIII y alcanzado un cuadro diverso y complejo en el contexto actual. Por ello, ha suscitado cuestiones sobre su sostenibilidad ambiental. Considerando la necesidad de profundizar los estudios sobre la actividad, presente en los nueve municipios de la Región Metropolitana del Cariri (RMCariri), el objetivo aquí es analizar la sostenibilidad ambiental de la minería en la RMCariri, conformando la construcción geohistórica de la actividad y sus principales impactos ambientales. El guion metodológico tiene un enfoque cualitativo, dividido en fundamento teórico-conceptual y contingente técnico-científico, subdividido en etapas interrelacionadas de gabinete, campo y laboratorio. Los resultados alcanzados destacan la correlación histórica de la actividad con el desarrollo de la región, el alcance de los impactos identificados, al igual que la necesidad de pensar en la continuidad de la actividad a partir de la aplicación de medidas sostenibles efectivas y específicas para cada municipio y sus características naturales. De esa manera, se garantiza, al menos en parte, la conservación de la geodiversidad de la RMCariri.

**Palabras clave:** Patrimonio natural; Geodiversidad; Impactos ambientales; Región Metropolitana; Desarrollo regional sostenible.

## INTRODUÇÃO

A partir de 1530, Portugal decidiu colonizar as terras brasileiras através dos atuais estados de Pernambuco e da Bahia (FARIAS, 2012), iniciando o processo de conquista do litoral brasileiro (PINHEIRO, 2007) e o surgimento da indústria açucareira do Brasil, que excetuou o que viria a ser o atual estado do Ceará e fomentou o desenvolvimento da pecuária (FURTADO, 2007).

Com acesso dificultado pela direção das correntes marítimas, com ocorrência das secas e registros da hostilidade dos povos nativos e, sobretudo,

pela ausência de atrativos econômicos (FARIAS, 2012), o atual território do Ceará só teve a primeira tentativa oficial de colonização em 1603, com Pero Coelho de Sousa, o qual não obteve sucesso na sua fixação (ARARIPE, 2002). Apenas em 1654, com a expulsão dos holandeses por Álvaro de Azevedo Barreto, deu-se de forma mais concreta o início da ocupação do Ceará (FARIAS, 2012; SOUZA, 2005); a qual ocorreu sob o papel da pecuária, que se expandiu pelo semiárido cearense a partir dos vales dos principais rios (NEVES, 2007).

O século XVIII trouxe um novo ciclo econômico, a mineração, tendo a extração do ouro como “carro-chefe”, modificando a configuração social e econômica do país a partir de então, com o incremento da imigração europeia, mão de obra escrava e reconfiguração dos padrões de uso e ocupação dos territórios brasileiros por parte de Portugal (FURTADO, 2007). No Ceará a mineração se inicia através de tentativas malsucedidas de encontrar ouro e prata na Ibiapaba, em 1744, e no Cariri cearense, em 1750 (FARIAS, 2012).

O século XVIII trouxe um novo ciclo econômico, a mineração, tendo a extração do ouro como “carro-chefe”, modificando a configuração social e econômica do país a partir de então, com o incremento da imigração europeia, mão de obra escrava e reconfiguração dos padrões de uso e ocupação dos territórios brasileiros por parte de Portugal (FURTADO, 2007). No Ceará a mineração se inicia através de tentativas malsucedidas de encontrar ouro e prata na Ibiapaba, em 1744, e no Cariri cearense, em 1750 (FARIAS, 2012).

A partir de então, a mineração, salvo hiatos e momentos de intensificação, se estabeleceu e se desenvolveu na região sul do estado do Ceará, incluindo dezenas de segmentos territoriais dos municípios da RMCariri. São 19 substâncias extraídas, apresentando importância socioeconômica e potencial de impactância sobre a natureza, o patrimônio natural e todos os elementos da geodiversidade da área de estudo, alcançando um quadro diverso e complexo no contexto regional e levantando questões sobre sua sustentabilidade ambiental.

Nesse contexto e considerando a necessidade de novos estudos sobre a atividade presente nos 9 municípios da Região Metropolitana do Cariri (RMCariri), o objetivo deste trabalho é analisar a sustentabilidade ambiental da mineração na RMCariri, perfazendo a reconstrução geohistórica da atividade e seus principais impactos ambientais.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Roteiro teórico-metodológico**

O roteiro teórico-metodológico desenvolvido para buscar esse objetivo foi de abordagem qualitativa, compartimentado em: (1) embasamento teórico-conceitual, que tratou da análise da literatura científica relacionada às temáticas e à área de estudo, incluindo a abordagem geohistórica (PINHEIRO, 2009), análise de impactos ambientais e sustentabilidade; e (2) contingente técnico-científico, subdividido em etapas de gabinete, campo e laboratório.

Em gabinete foram realizados levantamentos bibliográfico e documental de materiais publicados em periódicos nacionais e internacionais, livros, capítulos e títulos legais relacionados e vigentes, que tratam das temáticas relacionadas à mineração; bem como um levantamento cartográfico e iconográfico da região sul do Ceará, com ênfase na sua região metropolitana. Posteriormente, em gabinete, foram analisados de forma conjunta e sistemática os dados dos levantamentos, dos trabalhos de campo e dos materiais analisados e elaborados em laboratório.

Na etapa de levantamento bibliográfico foram consultados periódicos nas áreas de Geociências, Geografia, Ciências Ambientais, Economia e áreas afins, por meio dos descritores presentes no título e nas palavras-chave desse artigo (sem delimitação temporal), ao passo que a maioria dos materiais está disponibilizada nas plataformas: Periódicos CAPES, SciELO, *Google Scholar*, além do *Research Gate*. A Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD-IBICT) também foi consultada. Por sua vez, o levantamento cartográfico se constituiu em dados vetoriais (*shapefiles*) e matriciais (*raster*), mapas temáticos e imagens de satélite, disponíveis em web sites de órgãos públicos discriminados no texto, utilizados para realizar os trabalhos de campo e contribuir na elaboração dos produtos não textuais em laboratório. Os mapeamentos foram elaborados com o *software* QGis 2.14.22 / Grass 7.2.2, com apoio dos dados de gabinete e campo.

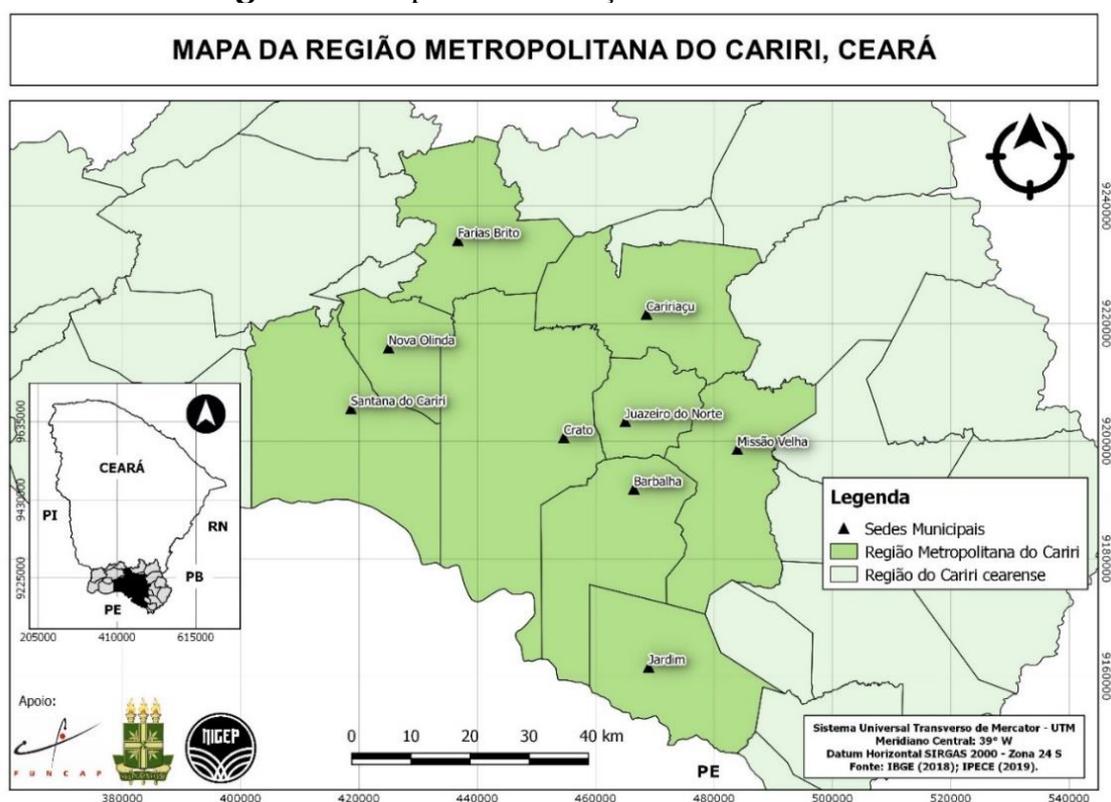
Em campo foram feitos registros das atividades de mineração e suas características geológicas, relevos associados e seus contatos, cotas topográficas,

verificação das coordenadas UTM, registros fotográficos, altimétricos e de declividade, com a utilização de aparelho GPS, altímetro barométrico, bússola, câmera fotográfica, clinômetro, lupa, cartas e mapas temáticos, martelo e trena.

## Área de estudo

A RMCariri localiza-se na região sul do estado do Ceará, sendo instituída oficialmente através da Lei Complementar nº 78, de 26 de junho de 2009 e composta, desde então, pelo agrupamento dos municípios do Barbalha, Caririagu, Crato, Farias Brito, Jardim, Juazeiro do Norte, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri (Figura 1) (CEARÁ, 2009).

**Figura 1** - Mapa de localização da área de estudo



Fonte: IBGE, 2018; IPECE, 2019. Elaboração: Os autores.

A integração de natureza socioeconômica ou de serviços desses municípios, indicada no decreto de criação da RMCariri (art. 2º, parágrafo II) (CEARÁ, 2009), se justifica pelos diferentes indicadores socioeconômicos municipais (Quadro 1).

**Quadro 1** - Indicadores socioeconômicos dos municípios da RMCariri

<b>MUNICÍPIO</b>	<b>População residente estimada (2020)</b>	<b>PIB* (per capita - R\$)</b>	<b>IDH (2010) (ranking estadual)</b>	<b>Número de empregos formais**</b>	<b>Empregos Indústria Extrativa Mineral**</b>	<b>Indústrias extrativas minerais*** (% Ceará)</b>
<b>Barbalha</b>	61.228	14.321	0,683 (7º)	10.506	04	05 (1,09%)
<b>Caririaçu</b>	26.987	7.476	0,578 (168º)	1.796	-	-
<b>Crato</b>	133.031	10.262	0,713 (3º)	18.011	41	03 (0,66%)
<b>Farias Brito</b>	19.389	8.195	0,630 (44º)	1.173	-	-
<b>Jardim</b>	27.181	7.529	0,614 (88º)	1.572	-	02 (0,44%)
<b>Juazeiro do Norte</b>	276.264	17.726	0,694 (5º)	50.600	09	09 (1,97%)
<b>Missão Velha</b>	35.480	13.586	0,622 (66º)	2.678	04	04 (0,88%)
<b>Nova Olinda</b>	15.684	8.312	0,630 (59º)	1.469	61	04 (0,88%)
<b>Santana do Cariri</b>	17.712	6.922	0,612 (94º)	1.188	02	02 (0,44%)

Fonte: IPECE, 2018a; 2018b; 2018c; 2018d; 2018e; 2018f; 2018g; 2018h; 2018i; 2021.

Elaboração: Os autores.

\* Dados de 2018.

\*\* Dados de 2019.

\*\*\* Dados de 2020.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **A geohistória da mineração no sul do Ceará**

Em termos arqueológicos, em uma temporalidade humana mais profunda, a ocupação da região denominada como Cariri cearense, perfazendo todo o Ceará meridional, tem uma ocupação que data entre os séculos IX e X (SILVA, 2015), por um diverso e amplo grupo de populações originárias, denominados de forma sintética e reducionista como “os índios Cariris”.

Optando pela fixação nas áreas mais férteis da região, menos áridas, incluindo a chapada do Araripe, a ocupação se deu, notadamente, ao longo do vale do rio Salgado (parte significativa do vale do Cariri) e seus afluentes: rios Cariús, dos Porcos, riacho das Antas e do Rosário (SILVA, 2015).

A posterior invasão e ocupação portuguesas da região do Cariri cearense se deram, a exemplo de várias outras áreas do semiárido nordestino brasileiro, a partir da difusão da pecuária, utilizando rotas geralmente correspondentes aos cursos d’água, anteriormente utilizadas pelos índios Cariris, autênticos caminhos naturais para expansão da pecuária, atividade complementar da economia canavieira estabelecida no litoral (MOURA-FÉ, 2018; SILVA, 2015).

As condições geoambientais proporcionaram o desenvolvimento da agricultura, que se associou à atividade pecuária, contribuindo para a região se tornar uma área de convergência das rotas de gado regionais. Nesse contexto, as últimas décadas do século XVII corresponderam ao início das investidas de colonização do Cariri, em um processo de colonização que transcorreu sob o domínio da Capitania de Pernambuco até o final do século XVIII (SILVA, 2015).

Em 1688, mais especificamente, foram requeridas sesmarias no Cariri em uma área correspondente ao riacho dos Porcos, no atual município de Milagres. Os registros de demarcações de terras, a partir das primeiras sesmarias doadas aos colonizadores, entre os anos de 1680 a 1690, tiveram como pontos de referência (geohistóricos) a área do atual distrito de Quimami, incluindo a cachoeira de Missão Velha (SILVA, 2015). A primeira ocupação efetiva de uma sesmaria se deu janeiro de 1703, pelo capitão-mor Manuel Rodrigues Ariosa, em “uma data de três léguas, a começar da Cachoeira dos Cariris até entestar com o fim da lagoa dos Cariris” (PINHEIRO, 2010a, p. 12-13), em Missão Velha.

A perspectiva de se encontrar “jazidas metálicas e mineralógicas” nas áreas serranas do Ceará configurava-se como um propósito central dentre os motivos que despertavam e atraíam interesses distintos acerca das montanhas e serras ao longo do século XVIII (SOARES, 2017). Assim, no contexto meridional cearense e em comparação com a agricultura e a pecuária, a mineração foi um novo fator de atração populacional, mas de menor representatividade, tendo como marco, 1756, ano em que o governo de Pernambuco organizou a Companhia do Ouro das Minas de São José dos Cariris, que chegou a trazer 73 africanos escravizados para intensificar a busca de minérios na região (FARIAS, 2012; SILVA, 2015). Aliás, esse contingente marca a entrada sistemática de mão de obra escravizada no estado do Ceará (FUNES, 2007; SILVA, 2015).

Um pouco antes, em julho de 1752, o governo de Pernambuco teve informação e enviou uma expedição para examinar e explorar jazidas locais de ouro no Cariri, encetando a atração populacional e a povoação de Missão Velha, onde se instalaram as autoridades encarregadas de cobrar os impostos sobre a esperada extração de ouro (FARIAS, 2012; PINHEIRO, 2010b).

Assim, entre abril de 1756 e novembro de 1758, funcionou na região a Companhia de Ouro das Minas de São José dos Cariris Novos, em local

atualmente pertencente ao município de Missão Velha, em um local denominado de “Morros Dourados” (PINHEIRO, 2010b, p. 28), uma experiência econômica que não prosperou (SILVA, 2015). Com o fiasco do empreendimento, em 1758, a Companhia do Ouro foi dissolvida e frustrou-se a busca por ouro na região, suspendendo-se o trabalho de exploração (FARIAS, 2012) através de uma ordem régia, ordenando a retirada de toda a guarnição de Missão Velha (PINHEIRO, 2010b).

A efêmera existência de uma companhia voltada para a extração de ouro na região se deu em função da pequena quantidade de quintos de ouro recebidos de fevereiro de 1754 a abril de 1755, além de disputas locais (PINHEIRO, 2010b). Além dessa tentativa por parte do governo de Pernambuco, há registro de outra, conforme Figueiredo Filho (2010, p. 108), “por intermédio de sociedade por quotas”, sem maiores detalhes de como e quando se deu essa segunda tentativa, mas ressalta que a mesma também fracassou por falta de resultados compensadores.

Depois desse curto e significativo período de tentativa de exploração de ouro em Missão Velha, a história da mineração na região (Quadro 2) teve sua retomada no século XX, tendo como exceção mais relevante a busca por chumbo nas proximidades da cidade do Crato no século XIX.

**Quadro 2 - Síntese geohistórica da mineração no Cariri cearense (séc. IX-XIX)**

DATA/PERÍODO	MARCO HISTÓRICO	REFERÊNCIA GEOGRÁFICA	FONTE(S)
Séculos IX e X	Ocupação pelos índios Cariris	Chapada do Araripe e leitos dos cursos d'água: Salgado, Cariús, dos Porcos, das Antas, dos Carás e do Rosário.	Pinheiro (2010b); Silva (2015)
Últimas décadas do século XVII	Início das primeiras investidas de colonização das terras correspondentes ao Cariri cearense		Pinheiro (2010b); Silva (2015)
1688	Requerimento de sesmarias no Cariri	Riacho dos Porcos, no atual município de Milagres	Silva (2015)
1680 a 1690	Doação de sesmarias no Cariri	Atual distrito de Quimami (Missão Velha), incluindo a área da cachoeira de Missão Velha	Silva (2015)
Jan/1703	Ocupação da primeira sesmaria pelo capitão-mor Manuel Rodrigues Ariosa	"(...) Data de três léguas, a começar da Cachoeira dos Cariris até entestar com o fim da lagoa dos Cariris" (Missão Velha).	Pinheiro (2010a, p.12-13)
Jul/1752	Expedição do Governo de Pernambuco para examinar e explorar jazidas locais	Povoamento da atual sede de Missão Velha	Farias (2012)
Abr/1756- Nov/1758	Criação e funcionamento da Companhia do Ouro das Minas de São José dos Cariris	Povoamento da atual sede de Missão Velha (localidade de Morros Dourados)	Farias (2012); Silva (2015)
Observação adicional:	Missão de São José dos Cariris Novos: denominação inicial de Missão Velha		Pinheiro (2010b)
Dez/1859-abr/1860	Comissão científica para estudar a ocorrência de chumbo	Sítio Fundão, Crato	Figueiredo Filho (2010); Pinheiro (2010a; 2010b)

Elaboração: Os autores.

Entre dezembro de 1859 a abril de 1860, membros de uma comissão científica residiram no Crato, chefiada pelo naturalista Francisco Freire Alemão e incluindo o geólogo Guilherme Shultz de Capenema, com a finalidade de estudar no sítio Fundão (na época, situado a meia légua da cidade; agregado à atual malha urbana do Crato), a ocorrência de minério de chumbo às margens do rio Batateira (PINHEIRO, 2010a). A comissão diagnosticou que a formação geológica não servia para combustível e nem mesmo para substituir lenha, não apresentando condições econômicas vantajosas para ser aproveitado (FIGUEIREDO FILHO, 2010; PINHEIRO, 2010a, 2010b).

Essa ocorrência é a camada Batateira, uma desconformidade de ordem regional, formada por folhelhos betuminosos cinza escuros a pretos, com seixos de rochas cristalinas (ASSINE, 2007; ASSINE *et al.*, 2014). Presente na Formação Barbalha (PINÉO *et al.*, 2020a), essa camada registra o momento em

que a região era caracterizada por ambiente fluvial/lacustre e planícies de inundação. Nesses folhelhos ocorrem fósseis de conchas de microcrustáceos (ostracodes), coprólitos, fragmentos carbonizados de vegetais e pequenos peixes; os quais ocorrem localmente e são frágeis, devido a composição e estrutura dos folhelhos (ASSINE, 2007; FÉRRER, 2011). Essa parcela da geodiversidade regional acabou sendo poupada da mineração.

Para além desses marcos antigos da mineração na história da região – o ouro em Missão Velha e o chumbo no Crato; alguns segmentos da extração mineral na região mantiveram (salvo detalhes a serem trazidos em estudos mais específicos) uma continuidade em diversos segmentos do Cariri (Figura 2), sendo conduzidos em atividades de pequeno porte, tais como:

- Extração de calcário e gipsita em Senhora Santana do Brejo Grande, atual Santana do Cariri, colocando sob risco o patrimônio paleontológico da região, já reconhecido quando Brejo Grande foi visitada pelo viajante inglês Gardner, em 1838, que relatou a abundância de fósseis nos depósitos de calcário locais (FIGUEIREDO FILHO, 2010, p. 76);

- Registro histórico da extração de gipsita nos municípios de Crato e Barbalha, exportada diretamente para São Paulo (FIGUEIREDO FILHO, 2010);

- Extração de calcário em Nova Olinda;

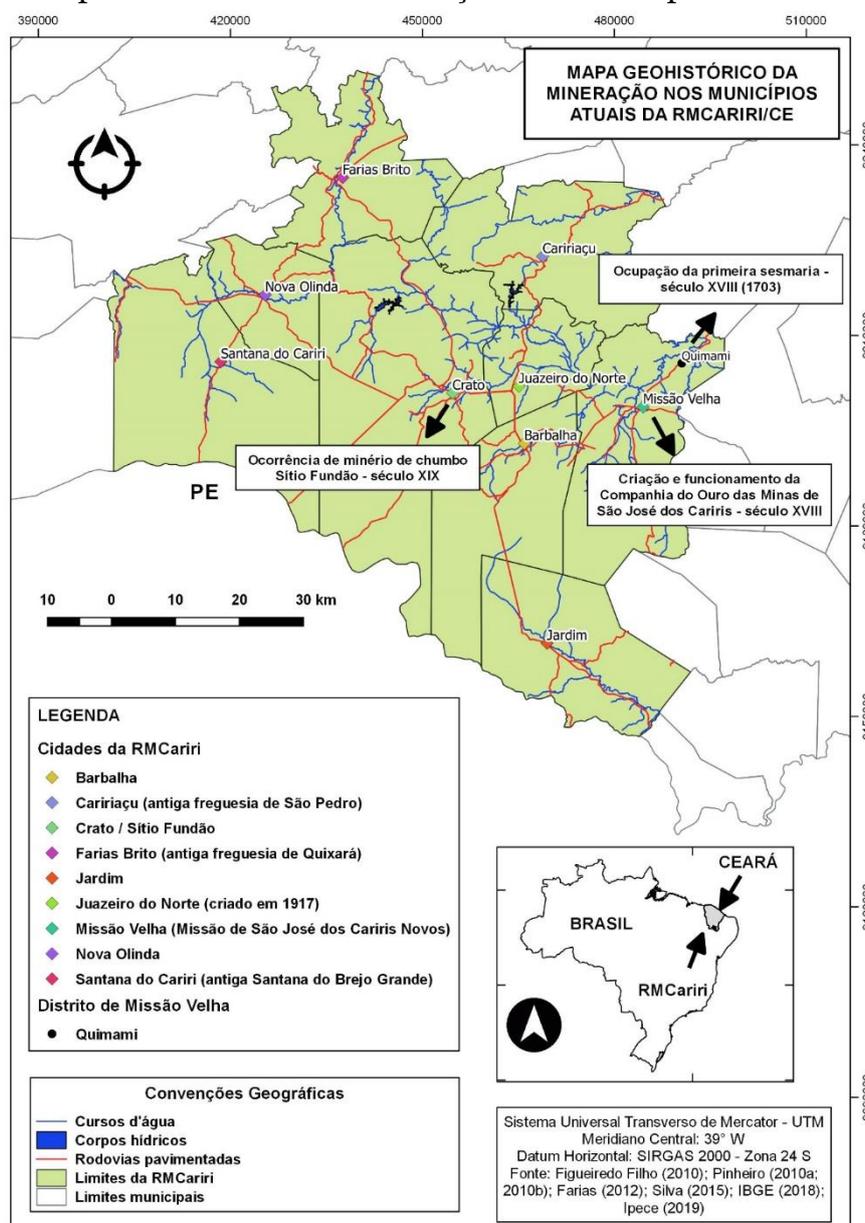
- Extração de cal em Farias Brito (antiga Quixará), a partir de suas jazidas de mármore (contendo carbonato de cálcio) (FIGUEIREDO FILHO, 2010);

- Extração de areia e argila junto aos leitos dos principais cursos d'água da região, notadamente, em Crato e Barbalha, no sopé da chapada do Araripe;

- Extração de minérios de cobre, ouro e ferro em Caririaçu – na antiga freguesia de São Pedro (PINHEIRO, 2010b);

- Extração do granito em Juazeiro do Norte, município criado em 1917 (PINHEIRO, 2010a).

Figura 2 - Mapa Geohistórico da mineração nos municípios atuais da RMCariri



Fonte: Figueiredo Filho, 2010; Pinheiro, 2010a; 2010b; Farias, 2012; Silva, 2015; IBGE, 2018; IPECE, 2019. Elaboração: Os autores.

Em suma, tanto a difusão da pecuária quanto as atividades agrícolas e a mineração se constituem em atividades que historicamente integram o processo de ocupação territorial do Cariri (SILVA, 2015). Essa tríade de fundamental participação na formação e desenvolvimento sócio-econômico-cultural regional demanda ainda mais estudos para entender, inclusive, seus impactos ambientais históricos e atuais.

## **Mineração e meio ambiente na RMCariri**

A atividade da mineração, em função da sua histórica e espacialmente ampla ocorrência na RMCariri, traz impactos que podem ser compartimentados em contextos analíticos “verticalizados” e “horizontalizados”.

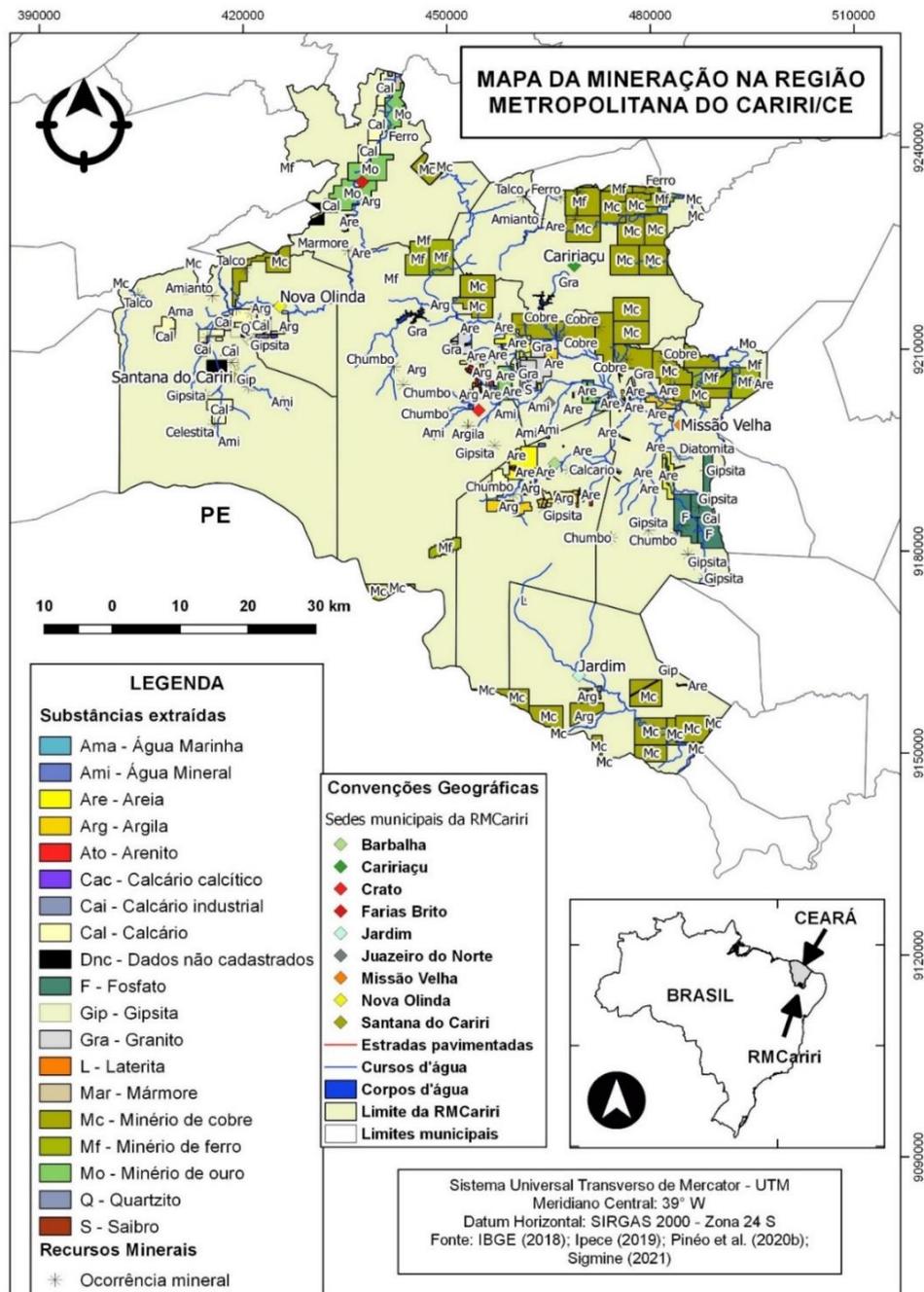
Do ponto de vista da verticalidade, ou seja, da profundidade dos seus impactos sobre os fatores naturais, a mineração atinge, no tocante aos elementos específicos da geodiversidade e, em primeira instância, os minerais. Por conseguinte, a mineração pode alcançar e afetar as rochas, suas estruturas, variações faciológicas (como a camada Batateira), formações e grupos litológicos; alterando os solos, os relevos e as águas superficiais e subterrâneas também; podendo englobar, por fim, partes ou totalidades de paisagens (dependendo do recorte e da escala), em suma, impactando dos elementos mais básicos aos mais amplos da geodiversidade.

Por outro lado, pode-se verificar a horizontalidade dos impactos ambientais considerando sua abrangência espacial, que pode ser delimitada a partir de critérios fisiográficos (como bacias hidrográficas), naturais (uma estrutura geológica, uma unidade de relevo ou um conjunto de relevos em uma dada paisagem), documentais (poligonal de uma propriedade, área de requerimento de licença etc.) ou político-institucionais (tais como os limites distritais ou municipais), dentre diversas outras possibilidades. Por exemplo, pode-se ter uma noção do seu impacto degradador ao considerar as áreas de ocorrências da mineração (potenciais ou efetivas – Figura 3; incluindo as áreas dos processos minerários e de ocorrências minerais), verificando as incidências sobre lugares, localidades, distritos, cidades, municípios e segmentos regionais.

No território cearense existe uma considerável variedade de ocorrência de recursos minerais, distribuídos em diferentes formações geológicas (SILVA; CAVALCANTE, 2004). Particularmente, a RMCariri apresenta 19 substâncias mineradas (SIGMINE, 2021), as quais se dão e se sobrepõem às 20 unidades litoestratigráficas mapeadas na área (PINÉO *et al.*, 2020a). Se somarmos a esse quadro as áreas de ocorrência mineral, são identificadas um total de 47 ocorrências de 15 minerais: amianto, argila, calcário, caulim, celestita, chumbo,

cobre, ouro, diatomita, ferro, folhelho betuminoso, gipsita, mármore, talco e vermiculita (PINÉO *et al.*, 2020b).

**Figura 3** - Mapa da mineração nos municípios da RMCariri



Fonte: IBGE, 2018; IPECE, 2019; Pinéo *et al.*, 2020b; Sigmine, 2021. Elaboração: Os autores.

Assim, a RMCariri apresenta em seu contexto territorial um complexo quadro de impactos ambientais relacionados às atividades da mineração, estabelecidos historicamente e disseminados espacialmente.

No contexto das ações antrópicas/humanas, as atividades econômicas alteram o ambiente e as duas atividades mais básicas são a mineração e a agricultura, de onde se extraem os recursos naturais que alimentam toda a economia (FONSECA, 1995). Em linhas gerais, os impactos negativos relativos à extração mineral têm um confinamento limitado, sendo pontuais e locais, pouco extensos; contudo, tais impactos são densos e exercidos diariamente durante o funcionamento da mineração, alterando intensamente a área minerada e as áreas vizinhas, onde são feitos os depósitos estéreis e de rejeito; impactos que se dão desde a lavra até o transporte e beneficiamento do minério, gerando um passivo ambiental que permanece, por vezes, após o fechamento da mina ou o encerramento das atividades (FONSECA, 1995; ARAÚJO; OLIVIERI; FERNANDES, 2014).

A partir de suas características de funcionamento, a mineração altera de forma substancial o meio físico, por vezes, iniciado indiretamente com a supressão da cobertura vegetal, fomentando processos erosivos dos solos nos contextos geomorfológicos inter fluviais, alterações na estrutura dos solos (o que pode incluir sua contaminação pelos rejeitos); além da contaminação dos corpos hídricos quando realizada nos contextos fluviais, sendo localmente significativas (FONSECA, 1995; ARAÚJO; OLIVIERI; FERNANDES, 2014; SOUZA *et al.*, 2014); e da retirada de areia (GUERRA; MARÇAL, 2006) e argila, impactos significativos, principalmente quando se considera o contexto de semiaridez da região Nordeste e da RMCariri.

Nos municípios de Nova Olinda, Santana do Cariri, Crato e Barbalha o arranjo produtivo local (APL) da mineração é apontado como responsável por diversos impactos ambientais negativos, incluindo o acúmulo de toneladas de rejeitos nas margens de cursos d'água e nas frentes de lavra (SOUZA *et al.*, 2014), as quais chegam, inclusive, nas margens de rodovias estaduais, como a CE-292, que liga as sedes municipais de Nova Olinda e Santana do Cariri. No Crato, Sousa (2018, p. 51) identificou os resíduos de mineração sendo constituídos de solo removido, metais pesados, restos e “lascas de pedra”.

Em paralelo, significativos riscos de degradação do patrimônio paleontológico da região (OLIVIERI; ARAÚJO, 2014) se dão através da extração do calcário laminado, pertencente ao Grupo Santana (PINÉO *et al.*, 2020a),

com a perda de fósseis durante a extração das rochas, as quais, se caracterizam por apresentar perdas elevadas durante seu beneficiamento (SOUZA *et al.*, 2014).

O Quadro 3, a partir de Moura-Fé *et al.* (2020; 2022) e dos dados da pesquisa, apresenta uma síntese dos impactos ambientais da mineração na RMCariri, compartimentados em seus municípios (eixo horizontal) e nos elementos da geodiversidade (eixo vertical de análise).

**Quadro 3** - Quadro síntese dos impactos da mineração na RMCariri

Elementos da Geodiversidade*	IMPACTOS AMBIENTAIS**		
	Municípios		
	Barbalha	Jardim	Missão Velha
<b>Minerais e rochas</b>	Atividades de mineração de ferro, impactando a Fm. Santana dos Garrotes.	Atividades de mineração de cobre, impactando a Fm. Santana dos Garrotes.	
<b>Fósseis e Icnofósseis</b>	Atividades de mineração do calcário, com risco intrínseco de degradação do patrimônio paleontológico.	Sem registro de patrimônio paleontológico nesses municípios. Em Jardim, por exemplo, não se tem extração do calcário.	
<b>Águas subterrâneas e superficiais</b>	Possibilidade de contaminação dos lençóis freáticos, o que pode prejudicar, inclusive, a extração e água mineral.	Atividades de mineração de areia e argila (sobretudo) nos leitos dos cursos d'água.	Supressão vegetal de espécies que facilitam a reposição dos aquíferos.
<b>Paisagens, unidades de relevo e geofomas</b>	Degradação de parcelas da encosta da chapada com a extração dos arenitos das formações Exu e Barbalha.	Alteração de paisagens, notadamente, na zona rural do município, a partir da extração do gipsita.	Alteração de paisagens, notadamente, na zona rural do município, a partir da extração do minério de ferro.
<b>Depósitos / Regolitos e solos</b>	Retirada das camadas mais desenvolvidas dos perfis pedológicos para alcançar as substâncias alvo da mineração, subjacentes, como o calcário ou o minério de ferro.	Retirada de depósitos de areia e argila das planícies fluviais.	Possibilidade de contaminação com a extração de fosfato para uso como fertilizante.
Elementos da Geodiversidade*	Crato	Nova Olinda	Santana do Cariri
<b>Minerais e rochas</b>	Extração de argila alterando os depósitos aluvionares junto a importantes cursos d'água, tais como os rios Batateiras e Cariús.	Extração do calcário com impactos sobre o Grupo Santana.	
<b>Fósseis e Icnofósseis</b>	Atividades de mineração do calcário, com risco intrínseco de degradação do patrimônio paleontológico.	Atividades de mineração em áreas de depósitos fossilíferos, sem observância e triagem de achados. A partir da exposição de amostras de fósseis, há ainda possibilidade de ocorrência de tráfico; quebra de peças por pisoteio ou martelagem.	
<b>Águas subterrâneas e superficiais</b>	Possibilidade de contaminação dos lençóis freáticos, o que pode prejudicar, inclusive, a extração de água mineral.	Deposição de rejeitos do calcário junto a diversos cursos d'água	

<b>Paisagens, unidades de relevo e geofomas</b>	Degradação da serra do Juá, distrito de Ponta da Serra, a partir da extração do granito.	Alteração de planícies fluviais.	Alteração de trechos da encosta chapada
<b>Depósitos / Regolitos e solos</b>	Retirada da camada R dos perfis pedológicos para uso na construção civil;	Retirada das camadas mais desenvolvidas dos perfis pedológicos se alcançar os afloramentos de calcários, principalmente.	
<b>Elementos da Geodiversidade*</b>	<b>Juazeiro do Norte</b>	<b>Caririaçu</b>	<b>Farias Brito</b>
<b>Minerais e rochas</b>	Extração do granito alterando os granitoides indiscriminados de idade brasileira		Extração de mármore impactando a Fm. Independência.
<b>Fósseis e Icnofósseis</b>	Sem registro de patrimônio paleontológico nesses municípios.		
<b>Águas subterrâneas e superficiais</b>	Possibilidade de contaminação dos lençóis freáticos pelas atividades de mineração realizadas nos contextos fluviais dos municípios.		
<b>Paisagens, unidades de relevo e geofomas</b>	Alteração da colina do Horto, a partir da extração do granito.	Alteração de paisagens, notadamente, na zona rural do município, a partir da extração do minério de cobre.	Alteração de paisagens, notadamente, na zona rural do município, a partir da extração do calcário e do quartzito.
<b>Depósitos / Regolitos e solos</b>	Retirada de depósitos de areia e argila das planícies fluviais.	Retirada de depósitos de areia das estreitas planícies fluviais ocorrentes no município.	Possibilidade de contaminação com a extração de ferro.

Fonte: Pinéo *et al.*, 2020a; Sigmine, 2021. Elaboração: Os autores.

\* Adaptado de Moura-Fé *et al.*, 2022.

\*\* Desenvolvido a partir de Moura-Fé *et al.*, 2020.

Vale ressaltar que o quadro síntese apresentado não objetiva contemplar a miríade de impactos muito provavelmente verificável em escala de detalhe nos municípios da RMCariri. Todavia, os dados apresentados já indicam a amplitude e gravidade dos impactos ambientais relacionados às atividades da mineração e demandam, por conseguinte, a realização de estudos mais específicos e verticalizados na região, os quais, acredita-se, poderão contribuir bastante com as discussões e ações acerca da sustentabilidade regional da mineração.

### **A Mineração é (in)sustentável?**

O substantivo sustentabilidade tem expressado, comumente, um conjunto de vagas ambições de continuidade, durabilidade ou perenidade, indicando a necessidade de uma definição mais precisa, mas seu sentido essencial é de responsabilidade por oportunidades e limites que condicionarão as vidas das próximas gerações (VEIGA, 2015). Como poderia ser feita a

verificação da sustentabilidade de algo ao longo do tempo? De um determinado uso, de uma forma de ocupação, como a mineração, por exemplo? Na literatura científica se sobrepõe o papel dos indicadores, indicadores de sustentabilidade.

Para além do PIB (produto interno bruto), atrelado à criticada vinculação do desenvolvimento sustentável com o crescimento econômico, ou do IDH (Índice de Desenvolvimento Humano), a média aritmética de índices sobre longevidade, escolaridade e renda (VEIGA, 2015); têm-se desenvolvido indicadores que almejam contemplar a sustentabilidade frente à complexidade social, econômica, ambiental, institucional e cultural que vivenciamos.

Sachs (2009) apresenta 08 critérios de sustentabilidade: social, cultural, ecológico, ambiental, territorial, econômico, político (nacional) e político (internacional). Veiga (2015) indica quatro categorias de indicadores de sustentabilidade: agregação e precificação, sintéticos ou monetários. Todavia, a Agenda de desenvolvimento pós-2015, ou Agenda 2030 trouxe os ODS (Objetivos de Desenvolvimento sustentável), com 17 objetivos e 169 especificações que foram entendidas como se todas fossem “metas” (VEIGA, 2015, p. 146), versando sobre: pobreza, fome, saúde, educação, equidade de gênero, água e saneamento, energia, crescimento e emprego, infraestrutura, desigualdades, cidades, padrões de produção e consumo, clima, oceanos, uso da terra e biodiversidade, paz e justiça e parcerias globais (ODS BRASIL, 2021).

O debate sobre a transversalidade dos escopos desses 17 objetivos com alguns (ou vários) aspectos inerentes à mineração seria longo e não é o objetivo deste manuscrito, mas é algo que precisa ser feito e que, por hora, norteia a discussão acerca da sustentabilidade da mineração, notadamente regional. Araújo, Olivieri e Fernandes (2014) indicam dez dimensões da sustentabilidade para a mineração: social, cultural, institucional, ecológica, econômica, política, territorial, tecnológica, global e sistêmica.

Pensar a mineração nesse enfoque significa que não basta às empresas mineradoras pensarem os aspectos econômicos e tecnológicos dos seus empreendimentos, considerando que os efeitos das atividades de mineração são interdependentes, onde uma dimensão está relacionada a todas as demais, demandando um olhar sistêmico das políticas públicas e corporativas em relação à atividade e seus impactos (ARAÚJO; OLIVIERI; FERNANDES, 2014).

Socialmente, a mineração, seja qual for sua substância alvo, precisa considerar sua inserção sobre a(s) comunidade(s), e qual a relação das comunidades com a atividade, seja de forma direta, como a empregabilidade das pessoas na atividade, ou indireta, através dos impactos da atividade sobre as pessoas, inclusive, culturalmente. Assim, cada municipalidade parece ser o âmbito ideal para considerar tais aspectos, considerando suas especificidades.

Do ponto de vista institucional, a área de estudo é uma região metropolitana, pensada e implementada para gerenciar de forma concatenada os interesses e necessidades dos municípios membros. Nesse sentido, setores relacionados à mineração precisam estar presentes nos foros e espaços decisórios metropolitanos, ganhando projeção para os debates sobre as políticas públicas regionais e seus efeitos sobre os territórios da RMCariri, incluindo seus conflitos de interesse e pontos de convergência sobre o planejamento regional.

A expressão “recursos minerais” qualifica materiais rochosos que efetiva ou potencialmente possam ser utilizados, com características indicativas de seu aproveitamento econômico (BETTENCOURT; MORESCH, 2003). Mas para que haja essa exploração, notadamente a céu aberto, tem-se a ocorrência de diversos impactos e, de forma atrelada, a ponderação entre impactos positivos e negativos no cerne da decisão sobre a sustentabilidade de um empreendimento minerário. Nesse embate, os aspectos econômicos e tecnológicos se apresentam como significativas argumentações favoráveis à implementação ou continuidade das atividades da mineração. A geração de empregos e o pagamento de impostos para o erário público; e o arcabouço tecnológico da atividade na mitigação dos impactos, conformando o quadro de impactos positivos, por um lado, em contraponto aos impactos negativos, notadamente ambientais, do outro lado.

Mas tais assertivas podem e precisam ser relativizadas e repensadas. No contexto da RMCariri (vide quadro 1), há uma diversidade intra-regional no que se refere aos indicadores socioeconômicos (PIB e IDH) e aqueles relacionados à mineração. Por sua vez, dentro dessa diversidade há alguns padrões, como o baixo número de empregos da indústria extrativa mineral em relação ao número de empregos formais, indicando, a priori, a informalidade desse setor.

Ainda nesse segmento, conforme dados do IPECE (2018a; 2018b; 2018c; 2018d; 2018e; 2018f; 2018g; 2018h; 2018i; 2021), entre 2016 e 2019, ou seja,

antes do contexto da pandemia do coronavírus (COVID-19), doença infecciosa causada pelo vírus SARS-CoV-2, e seus impactos globais sobre a economia e as sociedades, os números relacionados aos empregos formais na indústria extrativa mineral dos municípios da RMCariri oscilaram.

Em Barbalha, houve uma queda de 14 para 04 pessoas empregadas em 2019; no Crato tem-se o registro de uma queda de 65 para 41 pessoas empregadas; Missão Velha registrou a perda de um posto de trabalho formal (de 05 para 04); sendo que em Santana do Cariri se deu a maior queda dos números, com 55 pessoas empregadas no setor em 2016 e apenas 02 em 2019. Caririaçu, Farias Brito e Jardim se mantiveram sem registros de pessoas empregadas formalmente no setor no período (2016-2019), embora tenham diversos processos minerários e atividades de mineração em seus territórios.

As exceções à regra se deram em Nova Olinda, com o aumento de 54 para 61 empregos no setor; e em Juazeiro do Norte, com a ampliação de 06 para 09 pessoas com vínculo de emprego formal na indústria extrativa mineral. Embora positivo, os números se apresentam como quase ínfimos considerando o porte da cidade de Juazeiro e seu número de empregos formais: 50.600, em 2019.

Claro que outros números poderiam ser incluídos na análise, mas, com esses dados já se pode indagar a força dos argumentos econômicos no contexto regional. Considerando a importância da geração de renda nos ODS, por exemplo, mesmo na dimensão econômica, a sustentabilidade da mineração apresenta fragilidades.

Assim, Souza *et al.* (2014) indicam a necessidade da incorporação de princípios de responsabilidade social por parte das mineradoras. A transferência dos benefícios econômicos, com capacitação profissional e emprego (formal) para a população local; além do desenvolvimento de tecnologias socioambientais que visem a mitigação dos impactos ambientais negativos e o bem-estar da população residente no entorno, se apresentam como necessidades presentes e urgentes.

No tocante à dimensão ecológica, ou de forma mais ampla, considerando a geodiversidade (dimensão ambiental), a RMCariri, por meio do desenvolvimento (geo)histórico e atual da mineração, apresenta impactos sobre diversos elementos naturais.

A extração do calcário, verificado em diversos segmentos territoriais dos municípios de Barbalha, Crato, Farias Brito, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri (SIGMINE, 2021), coloca sob risco o notável patrimônio paleontológico regional e sua fundamental importância para os estudos das formas de vida que habitaram o planeta (EMMANUEL; RAFÉLIS; PASCO, 2014), da história da migração dos continentes e das extinções em massa (CASSAB, 2010), além da interpretação ambiental das rochas sedimentares, dos registros da direção de paleocorrentes e das informações sobre a paleoclimatologia (TUCKER, 2014).

A qualidade e a manutenção dos recursos hídricos, ainda mais fundamentais em uma região semiárida, também se apresenta sob risco com o desenvolvimento da mineração das areias e argilas, parte dos principais materiais para a construção civil, junto com o calcário, matéria prima principal para a fabricação de cimento comum (SUGUIO, 2003), cujas extrações se iniciaram (formalmente) em 1966 na região e que atualmente ocorrem em todos os municípios da RMCariri. Sem falar que a extração de depósitos de óxidos de ferro, cobre e ouro (OFCO), cujas mineralizações normalmente são localizadas dentro de faixas secundárias, contatos litológicos e corpos de rochas brechadas (TEIXEIRA, 2012), afeta diversas litologias antigas da região, morfologicamente dispostas de várias formas, compondo a história natural das paisagens.

Por fim, no tocante à dimensão sistêmica, cada dimensão da sustentabilidade da mineração apresentada e discutida, apresenta uma intrínseca relação de interdependência, ao passo que todas precisam ser consideradas. A abordagem holística sistêmica, vale frisar, é necessária para compreender como as entidades ambientais físicas, por exemplo, expressando-se em organizações espaciais, se estruturam e funcionam como diferentes unidades complexas em si mesmas (CHRISTOFOLETTI, 1999). Aspectos gerais, teóricos, mas que podem ser aplicados e que devem ser considerados na organização espacial de cada município da RMCariri, por exemplo, no seu planejamento ambiental.

Sabe-se que os planejamentos ambientais utilizam dados de diversas naturezas, cuja utilização depende da importância da temática para a região de estudo (SANTOS, 2004). Nesse sentido, é essencial obter dados representativos

da realidade, bem formulados e interpretáveis, seja por meio de levantamentos secundários, seja por observações diretas. Nesse contexto, os indicadores são parâmetros fundamentais para tomadores de decisão e para a sociedade, pois permitem tanto criar cenários sobre o estado do meio quanto para aferir ou acompanhar os resultados de uma decisão tomada (SANTOS, 2004), como um zoneamento ambiental. Tanto indicadores mais precisos quanto zoneamentos geoambientais, ecológico-econômicos, mais precisos e elaborados a partir de dados obtidos em escala local, são passos fundamentais para se pensar a sustentabilidade da mineração na região sul do Ceará ou em qualquer outra região em que a mineração ocorra. Essa construção precisa considerar desde as fases iniciais de concessões, autorizações e licenças, passando pelo seu funcionamento e projetando, por fim, o encerramento das atividades e a recuperação ambiental das áreas degradadas.

O fato é que, em três décadas e meia, a área ocupada por mineração no Brasil cresceu mais de 564% (G1, 2021), e os desafios para se pensar e colocar em prática algo próximo de sua sustentabilidade são globais. Assim, no tocante à décima e última dimensão da sustentabilidade da mineração – a global (ARAÚJO; OLIVIERI; FERNANDES, 2014), vale frisar o que se pretende consolidar como patrimônio, conservando para as próximas gerações, considerando que patrimônio é produto de uma escolha e essa depende do que é considerado como significativo para a sociedade (CASTRIOTA, 2004).

É necessário “pensar globalmente e agir localmente”, frase do sociólogo alemão Ulrich Beck, que se dispôs a refletir sobre o fenômeno da globalização (VEIGA, 2015), considerar os processos globais e as realidades locais, as escalas, os recortes temporais. A mineração está presente na região desde 1750 (FARIAS, 2012) e vem se sustentando, mas a que custo?

Quais as soluções para os impactos específicos de cada tipo de mineração? Os zoneamentos municipais funcionam, estão atualizados? Seria o caso de se definir áreas de exploração? Limitar as áreas de mineração? O que fazer com as áreas abandonadas pela produção minerária? Como se abordar essas questões no ensino? Notadamente na rede básica de ensino? Qual o papel da pesquisa nesse contexto? Quais as reais contrapartidas das empresas? Essas e várias outras questões são imprescindíveis quando se pensa em

desenvolvimento regional sustentável, considerando que este é a busca em atender às necessidades atuais sem comprometer a possibilidade de que as futuras gerações também possam fazê-lo (VEIGA, 2015).

Nesse contexto, a mineração apresenta um papel significativo para a RMCariri e seus 9 municípios. Seja por meio da estrutura analítica desenvolvida aqui, seja por meio de outro viés analítico, o debate regional sobre a sustentabilidade da mineração precisa avançar, verticalmente, considerando o seu patrimônio natural; e horizontalmente, chegando nos municípios, distritos, localidades comunidades, famílias e pessoas que vivem e constroem o Cariri cearense.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A priori, ao se pensar em atividades de mineração que se dão sobre matérias primas não renováveis (considerando o tempo social, histórico, humano), *per si*, parece facilitar a sua categorização como sendo insustentável. Contudo, considerando a importância dos minerais e rochas para toda a organização social, é necessário considerar a sustentabilidade da mineração enquanto a atividade perdurar.

A adoção de indicadores de sustentabilidade, pensados e voltados para as especificidades da mineração parece ser um elemento central nesse debate e uma demanda premente que deve considerar, também, as particularidades locais e regionais onde ocorram a mineração. No contexto da RMCariri, entender as particularidades regionais em relação a outras porções do Estado, as especificidades dos municípios que a compõem, o que cada distrito apresenta de potencial, bem como de fatores limitantes para o desenvolvimento da atividade, conhecer a essência das localidades, reconstituindo a história (natural e social) dos lugares, dentre outros aspectos, fornecerão elementos imprescindíveis para se pensar a melhor forma de conduzir as formas de uso e ocupação.

A sustentabilidade ambiental da mineração, considerando a construção geohistórica da atividade e seus principais impactos ambientais, são elementos imprescindíveis para a construção do desenvolvimento regional sustentável.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos o apoio do Programa de Pós-graduação em Geografia (ProPGeo) da Universidade Estadual do Ceará (UECE), onde foi realizado o estágio pós-doutoral do autor principal e a pesquisa sobre os impactos da mineração da RMCariri. Agradecemos ao CNPq pela concessão da Bolsa de Produtividade em Pesquisa 2 a um dos co-autores.

## **REFERÊNCIAS**

- ARARIPE, T. A. **História da Província do Ceará**. Desde os tempos primitivos até 1850. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2002.
- ARAUJO, E. R.; OLIVIERI, R. D.; FERNANDES, F. R. C. Atividade mineradora gera riqueza e impactos negativos nas comunidades e no meio ambiente. *In*: FERNANDES, F. R. C.; ALAMINO, R. C. J.; ARAUJO, E. R. **Recursos minerais e comunidade: impactos humanos, socioambientais e econômicos**. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2014, p. 1-17.
- ASSINE, M. A. Bacia do Araripe. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, v. 15, n. 2, p. 371-389, maio/nov. 2007.
- ASSINE, M. A. et al. Sequências deposicionais do Andar Alagoas da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, v. 22, n. 1, p. 3-28, jan./jun. 2014.
- BETTENCOURT, J. S.; MORESCH, J. B. Recursos minerais. *In*: TEIXEIRA, W. et al. (Org.). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2003.
- CASSAB, R. C. T. Objetivos e Princípios. *In*: CARVALHO, I. S. **Paleontologia: conceitos e métodos**. Vol. I. 3 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2010.
- CASTRIOTA, L. B. Patrimônio: conceito e perspectiva. *In*: BESSA, A. S. M. (Coord.). **Preservação do patrimônio cultural: nossas casas e cidades, uma herança para o futuro**. p. 10-12. Belo Horizonte: CREA-MG, 2004.
- CEARÁ. Casa Civil. **Lei Complementar nº 78, de 26 de junho de 2009**. Fortaleza: DOE publicado em 03 de julho de 2009. Série 3, Ano I, n. 121. Caderno 1/2.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Blucher, 1999.
- EMMANUEL, L.; RAFÉLIS, M.; PASCO, A. **82 Resumos Geológicos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014).
- FARIAS, A. **História do Ceará**. 6 ed. Fortaleza: Armazém da Cultura, 2012.

FÉRRER, J.A.C. **O Geopark Araripe e a paleontologia do Cariri.** Especialização em Paleontologia e Geologia Histórica, Universidade Federal do Ceará, Monografia, 2011.

FIGUEIREDO FILHO, J. **História do Cariri.** Vol. III (capítulo 10-14). Série Memória (Coedição Secult/Edições Urca). Fortaleza: Edições UFC, 2010. 166 p.

FONSECA, F. F. A. Mineração e ambiente. In: TAUKE-TORNISIELO, S. M.; GOBBI, N.; FOWLER, H. G. (Org.). **Análise Ambiental: uma visão multidisciplinar.** 2 ed. São Paulo: Ed. Unesp, 1995.

FUNES, E. A. Negros no Ceará. In: SOUZA, S. (Org.). **Uma nova história do Ceará.** 4 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.

FURTADO, C. **Formação econômica do Brasil.** 34 ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

G1 (Web Site). **Área ocupada por mineração no Brasil cresceu mais de 564% em três décadas e meia, aponta levantamento.** Por: Laís Modelli, G1. 30/08/2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2021/08/30/area-ocupada-por-mineracao-no-brasil-cresceu-mais-de-564percent-em-tres-decadas-e-meia-aponta-levantamento.ghtml> Acesso em: 24 nov. 2021.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia ambiental.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha Municipal.** Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil Municipal 2017 – Barbalha.** Fortaleza: IPECE, 2018a.

IPECE. **Perfil Municipal 2017 – Cariri.** Fortaleza: IPECE, 2018b.

IPECE. **Perfil Municipal 2017 – Crato.** Fortaleza: IPECE, 2018c.

IPECE. **Perfil Municipal 2017 – Farias Brito.** Fortaleza: IPECE, 2018d.

IPECE. **Perfil Municipal 2017 – Jardim.** Fortaleza: IPECE, 2018e.

IPECE. **Perfil Municipal 2017 – Juazeiro do Norte.** Fortaleza: IPECE, 2018f.

IPECE. **Perfil Municipal 2017 – Missão Velha.** Fortaleza: IPECE, 2018g.

IPECE. **Perfil Municipal 2017 – Nova Olinda.** Fortaleza: IPECE, 2018h.

IPECE. **Perfil Municipal 2017 – Santana do Cariri.** Fortaleza: IPECE, 2018i.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Ceará em mapas**. Fortaleza: IPECE, 2019.

IPECE. **Perfil Municipal**. 2021. IPECEDATA. Sistema de Informações Geossocioeconômicas do Ceará.

MOURA-FÉ, M. M. As Serras úmidas na ocupação do território cearense. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, v. 20, n. 2, p. 19-29, Jul. 2018.

MOURA-FÉ, M. M. *et al.* Geocultura: proposta teórico-metodológica para o conhecimento, valorização e aplicação da geoconservação. **Caminhos de Geografia** [2022?]. No prelo.

MOURA-FÉ, M. M. *et al.* Geodiversidade, Patrimônio e Sustentabilidade na Região Metropolitana do Cariri (RMC), Ceará. *In*: CLAUDINO-SALES, V. (org.). **Geodiversidade do Semiárido**. Sobral, CE: Sertão Cult, 2020, p. 155-177.

NEVES, F. C. A seca na história do Ceará. *In*: SOUZA, S. (Org.). **Uma nova história do Ceará**. 4 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.

ODS Brasil. **Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/>  
Acesso em: 11 nov. 2021.

OLIVIERI, R. D.; ARAUJO, E. R. Mineração de calcário na Chapada do Araripe (CE) afeta sítio paleontológico. *In*: FERNANDES, F. R. C.; ALAMINO, R. C. J.; ARAUJO, E. R. **Recursos minerais e comunidade: impactos humanos, socioambientais e econômicos**. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2014, p. 164-166.

PINÉO, T. R. G. *et al.* **Mapa geológico do estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2020a.

PINÉO, T. R. G. *et al.* **Mapa de Recursos Minerais do estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2020b.

PINHEIRO, F. J. Mundos em confronto: povos nativos e europeus na disputa pelo território. *In*: SOUZA, S. (Org.). **Uma nova história do Ceará**. 4 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.

PINHEIRO, I. **O Cariri**. Seu descobrimento, povoamento, costumes. Série Memória. Fortaleza: Edições UFC, 2010a. 294 p.

PINHEIRO, I. **Efemérides do Cariri**. Série Memória (Coedição Secult/Edições Urca). Fortaleza: Edições UFC, 2010b. 570 p.

PINHEIRO, M. V. A. **Evolução Geoambiental e Geohistórica das Dunas Costeiras de Fortaleza, Ceará**. Dissertação. Universidade Federal do Ceará: Fortaleza, 2009.

- SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Coleção Ideias Sustentáveis. Rio de Janeiro: Garamond, 2009. 96 p.
- SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental**. Teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.
- SIGMINE. Sistema de Informações Geográficas da Mineração. **Processos minerários ativos - CE - Shapefile**. Poligonais dos processos minerários ativos (incluindo áreas em disponibilidade) mantidos pela Agência Nacional de Mineração. Extensão geográfica: Ceará.
- SILVA, J. B.; CAVALCANTE, T. C. **Atlas escolar, Ceará: espaço geo-histórico e cultural**. João Pessoa: Grafset, 2004.
- SILVA, J. F. A Formação histórico-econômico-territorial do Cariri no contexto ocupacional do semiárido. *In*: SEEMANN, J. *et al.* (Org.). **Geografias do Cariri Cearense**. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2015.
- SOARES, I. M. O Ceará e suas serras. *In*: SOARES, I. M.; SILVA, I. B. M. (Org.). **Cultura, política e identidades: Ceará em perspectiva - volume II**, Fortaleza, CE: IPHAN, 2017.
- SOUSA, E. R. D. **A gestão de resíduos sólidos no contexto de metropolização e ru-urbanização no município de Crato-Ceará**. Dissertação. Universidade Federal do Cariri: Crato, 2018.
- SOUZA, K. V. *et al.* Mineração na Região Nordeste do Brasil: quadro atual e perspectivas. *In*: FERNANDES, F. R. C.; ALAMINO, R. C. J.; ARAUJO, E. R. **Recursos minerais e comunidade: impactos humanos, socioambientais e econômicos**. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2014, p. 117-123.
- SOUZA, M. S. Ceará: bases de fixação do povoamento e o crescimento das cidades. *In*: SILVA, J. B. *et al.* (Org.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: edições Demócrito Rocha, 2005.
- SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. São Paulo: Edgard Blucher, 2003.
- TEIXEIRA, J. B. G. Recursos Minerais. *In*: HASUI, Y. *et al.* (Org.). **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca, 2012, p. 814-832.
- TUCKER, M. E. **Rochas sedimentares: guia geológico de campo**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- VEIGA, J. E. **Para entender o Desenvolvimento Sustentável**. São Paulo: Editora 34, 2015. 232 p.

Recebido em 18 de Janeiro de 2022

Aceito em 19 de Julho de 2022