

A Mineração na Região Metropolitana do Cariri (RMCariri), Ceará: caracterização, espacialização e correlação geomorfológica

Mining in the Metropolitan Region of Cariri (RMCariri), Ceará: characterization, spatialization and geomorphological correlation

Marcelo Martins de MOURA-FÉ¹, Frederico de Holanda BASTOS² & Marcos Antônio Leite do NASCIMENTO³

¹ Universidade Regional do Cariri, Departamento de Geociências, Bolsista Produtividade – Funcap/BPI, Crato-CE, Brasil. E-mail: marcelo.mourafe@urca.br

² Universidade Estadual do Ceará, Departamento de Geografia, Programa de Pós-graduação em Geografia (ProPGeo) Bolsista de Produtividade em Pesquisa 2 – CNPq, Fortaleza-CE, Brasil. E-mail: fred.holanda@uece.br

³ Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Geologia, Bolsista de Produtividade em Pesquisa 2 – CNPq, Natal-RN, Brasil. E-mail: marcos.leite@ufrn.br

Resumo: A mineração tem significativa importância socioeconômica e potencial de impactar a configuração geomorfológica regional. A partir da demanda por novos estudos sobre a atividade, ocorrente nos nove municípios da Região Metropolitana do Cariri (RMCariri), o objetivo deste trabalho é caracterizar e espacializar a mineração, correlacionando-a com a geomorfologia da RMCariri. O percurso metodológico desenvolvido teve abordagem qualitativa, composto por um embasamento teórico-conceitual e um contingente técnico-científico, por sua vez, segmentado em etapas inter-relacionadas de gabinete, campo e laboratório. Os resultados alcançados indicam o desenvolvimento histórico da mineração desde o século XVII, oscilante, mas presente até a atualidade em diversos segmentos dos municípios da RMCariri, afetando a diversidade geológica da área de estudo e a geomorfologia associada, compartimentada aqui em suas porções fluviais e inter-fluviais. Ademais, foram verificados, compilados e espacializados os processos minerários na região. As contribuições feitas são bases para as pesquisas em desenvolvimento, objetivando conhecer e propor alternativas para as atividades e práticas da mineração na Região Metropolitana do Cariri, dentre outras formas de uso e ocupação, a partir da análise geomorfológica.

Palavras-chave: mapeamento; processos minerários; análise ambiental; região metropolitana; desenvolvimento regional sustentável.

Abstract: Mining has significant socioeconomic importance and the potential to impact the regional geomorphological configuration. From the demand for new studies on the activity, occurring in the nine municipalities of the Metropolitan Region of *Cariri* (*RMCariri*), this work aims to characterize and spatialize mining, correlating it with the geomorphology of *RMCariri*. The results achieved indicate the historical development of mining since the 17th century, oscillating, but still present in several segments of the municipalities of *RMCariri*, affecting the geological diversity of the study area and the associated geomorphology, compartmentalized here in its river and inter-river portions. In addition, the mining processes in the region were verified, compiled, and spatialized. The contributions made are the basis for research in development, aiming to know and propose alternatives for mining activities and practices in the Metropolitan Region of *Cariri*, among other forms of use and occupation, based on geomorphological analysis.

Keywords: mapping; mining processes; environmental analysis; metropolitan region; sustainable regional development.

1. Introdução

A mineração abrange os processos, atividades e indústrias a partir do objetivo básico de extrair substâncias minerais a partir de depósitos minerais (Santos *et al.*, 2009). É aceito pela IMA (*International Mineralogical Association*) que um mineral corresponde a uma substância sólida homogênea, cristalina, inorgânica, cuja composição química é definida e, ainda, formada por processos naturais (geológicos) (Liccardo & Chodur, 2014).

Por sua vez, o minério é um mineral, ou uma associação de minerais (rocha), contendo um metal ou mineral explotável, sendo a fonte de onde se extraem os metais ou substâncias minerais não metálicas (Menezes, 2012). Já os depósitos (ou jazidas minerais) são concentrações de minerais na crosta da Terra, os quais podem ser explorados economicamente, ou seja, são minérios (Guerra & Guerra, 1997; Menezes, 2012). Se esses depósitos minerais não podem ser explorados comercialmente denominam-se ocorrências; enquanto mina é o depósito mineral em exploração - é a jazida em lavra, mesmo que suspensa (Guerra & Guerra, 1997; IBGE, 1999; Menezes, 2012). Assim, lavra é a etapa da mineração que objetiva o aproveitamento da jazida, representando o conjunto de operações que almejam a extração econômica das substâncias minerais úteis de uma jazida até o seu beneficiamento primário - a exploração (IBGE, 1999).

Classificados em metálicos e não metálicos, e localizados em regiões específicas, os minerais são distribuídos naturalmente por meio de processos internos, sendo que a extração de minérios é caracterizada como indústria extrativista mineral ou indústria de produtos minerais (Mesquita *et al.*, 2016; Carvalho *et al.*, 2018). A mineração inclui a vasta exploração de minas subterrâneas e de superfície (Silva & Andrade, 2017), ou a céu aberto, que é a escavação para aproveitamento econômico de recursos minerais superficiais, tais como depósitos eluviais ou de depósitos aluviais de areia e argila (Suguio, 1998). Segundo Costa (2015), dentre os tipos de mineração mais utilizados, as minas de superfície constituem a principal atividade mineradora em todo o território nacional.

Em um quadro geral, o Brasil detém um relevante patrimônio mineral, sendo um dos maiores produtores e exportadores de minérios mundiais, ao produzir 72 substâncias minerais, das quais 23 são metálicas, 45 são não-metálicas e quatro são energéticas (Araújo *et al.*, 2014). A geração de riqueza proporcionada pela indústria extrativa mineral é indicada por dados significativos. Em 2011, a mineração (incluindo minerais metálicos, não metálicos e combustíveis fósseis) e a indústria de processamento mineral contribuíram em

4,5% para o Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro (Liccardo & Chodur, 2014). Conforme Araújo *et al.* (2014), em 2013, os registros oficiais do valor da Produção Mineral Brasileira (excetuando o petróleo) foram de US\$ 42 bilhões (o equivalente a 4% do PIB brasileiro naquele ano), com o emprego direto de 175 mil pessoas, valores expressivos, mas que são considerados subavaliados, vale frisar, porque a mineração brasileira tem forte informalidade produtiva.

No Ceará o valor da produção mineral comercializada totalizou mais R\$ 685 milhões em 2018, somando as substâncias brutas e beneficiadas, e constitui um valor crescente, considerando os quatro anos anteriores (ANM, 2020), contribuindo para o PIB estadual cearense que, em 2018, chegou a R\$ 155,904 bilhões (Ipece, 2021).

Nesse contexto, a mineração é uma das atividades que potencializa o desenvolvimento de todo o país (Ferran, 2007). A indústria extrativa mineral (sem petróleo, frise-se) gera um efeito multiplicador no setor econômico, tanto na produção como no emprego, sendo que os bens extraídos fornecem insumos para a indústria de transformação, para o setor de construção e os seus empreendimentos e, por conseguinte, geram, na sua esfera de influência, um amplo conjunto de atividades relacionadas de bens e serviços (Araújo *et al.*, 2014).

Ainda que gere riqueza e crescimento econômico, a indústria de extração mineral está entre as atividades socioeconômicas que mais causam impactos ambientais negativos, afetando os territórios onde se realiza a mineração. Embora possa se argumentar que estes impactos negativos têm um confinamento limitado, pontual e local, a forte carga impactante da indústria extrativa mineral se caracteriza por ser diariamente exercida (Araújo *et al.*, 2014).

Na região Nordeste do país a mineração é uma atividade econômica tradicional, onde mais de 50% dos estabelecimentos minerários têm mais de 20 anos de funcionamento (Souza *et al.*, 2014). Na região do Cariri cearense, a mineração está presente na paisagem de diversos municípios desde o século XVIII (Pinheiro, 2010b), podendo ser vista atualmente em diversos municípios, fomentando os seus processos de crescimento urbano, embasando, junto com outras metas, a criação de uma região metropolitana no sul do Ceará (Aguiar Neto & Teixeira, 2012; Moura-Fé *et al.*, 2019).

Nesse contexto, considerando a importância socioeconômica, o potencial de impactância ambiental e a presença histórica e crescente da mineração na região sul do Ceará, notadamente em sua região metropolitana; bem como, considerando ainda a ausência de estudos sobre a mineração, notadamente relacionados aos aspectos geográficos, geomorfológicos e ambientais; percebe-se, por fim, um desconhecimento científico e social básicos sobre a mineração na RMCariri. Assim, buscando contribuir para o preenchimento dessas lacunas, o objetivo aqui é caracterizar e espacializar a mineração, correlacionando-a com a geomorfologia da Região Metropolitana do Cariri (RMCariri), Ceará.

2. Materiais e Métodos

2.1 Roteiro teórico-metodológico

O roteiro teórico-metodológico desenvolvido para responder ao objetivo apresentado foi de ordem qualitativa, compartimentado em: (1) embasamento teórico-conceitual, que versou sobre a literatura científica relacionada às temáticas e à área de estudo; (2) contingente técnico-científico, segmentado em etapas inter-relacionadas de gabinete, campo e laboratório.

Em gabinete fez-se os levantamentos bibliográfico e documental de materiais publicados em revistas internacionais e nacionais, livros e capítulos, além de documentos legais relacionados e/ou vigentes no país, no Ceará e nos municípios da RMCariri, 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. Em gabinete foram analisados os dados dos levantamentos, dos trabalhos de campo e dos materiais elaborados em laboratório.

No levantamento bibliográfico foram consultadas revistas 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), sendo que a maioria dos materiais está disponível nas plataformas: Periódicos CAPES, SciELO, *Google Scholar*, além do *ResearchGate*. Também foi consultada a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD-IBICT). O levantamento cartográfico adquiriu dados vetoriais (*shapefiles*) e matriciais (*raster*), mapas temáticos, imagens de satélite e modelos digitais de elevação (MDEs), disponíveis em web sites de órgãos públicos, discriminados no texto, utilizados para realizar os trabalhos de campo e, também, para contribuir na elaboração dos produtos cartográficos e gráficos, em laboratório.

Os mapeamentos foram construídos através do *software* QGis 2.14.22 / Grass 7.2.2, com apoio dos dados de gabinete e campo. A elaboração de materiais gráficos acessórios foi realizada através do GIMP 2.8, e a edição de registros fotográficos foi feita com o *PhotoScape*.

Em campo foram feitos registros das atividades de mineração e suas características geológicas, dos relevos e seus contatos, cotas topográficas, verificação das coordenadas UTM, fotos, verificação da altimetria e da declividade, com a utilização de aparelho GPS Garmin, altímetro barométrico, bússola, câmera fotográfica, clinômetro medidor de altura, lupa de bolso, cartas e mapas temáticos, martelo geológico e trena digital.

As fontes específicas dos dados estão apresentadas nas figuras e quadros elaborados.

2.2 Área de Estudo

A RMCariri situa-se na região sul do Ceará, instituída através da Lei Complementar nº 78, de junho de 2009, sendo composta pelos municípios da Barbalha, Caririaçu, Crato, Farias Brito, Jardim, Juazeiro do Norte, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri (Figura 1), criada com o objetivo de “integrar a organização, o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum” (Ceará, 2009, art. 1º).

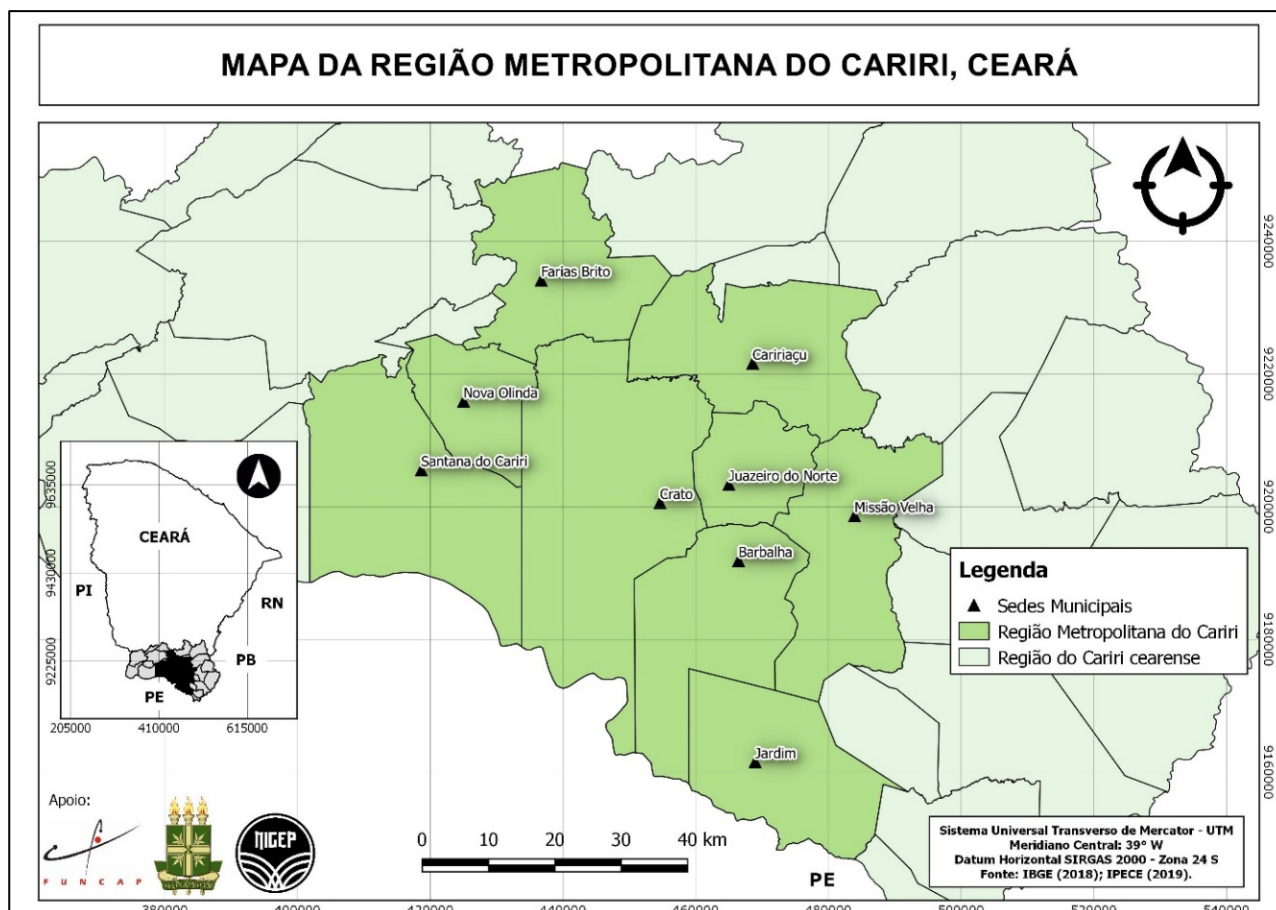


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo (modificado de IBGE, 2018 e Ipece, 2019).

Figure 1. Location map of the study area (modified from IBGE, 2018 and Ipece, 2019).

Vale frisar que a integração socioeconômica desses municípios, mencionada no decreto de criação da RMCari (Ceará, 2009, art. 2º, parágrafo II), mais que se justifica pelos diferentes indicadores socioeconômicos municipais (Tabela 1).

3. Resultados e Discussão

3.1 A Mineração na região sul do Ceará

A implementação de uma região metropolitana no sul do Ceará deu-se, oficialmente, pela necessidade de ampliar e fortalecer o desenvolvimento socioeconômico e a urbanização na região, tornando mais dinâmica a economia do interior do Ceará, exercendo atratividade populacional (Castro *et al.*, 2013). Tal implementação visava fomentar um processo de descentralização da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), onde a influência política, com planos estratégicos voltados para o Crajubar (conjunção dos municípios do Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha); e o contexto de seus principais municípios na rede urbana cearense (Castro & Holanda, 2018) foram fundamentais.

As desigualdades demográficas e socioeconômicas refletem assimetrias locais nos processos de acumulação de capital e desenvolvimento, que historicamente vem se apresentando mais favoráveis ao Crajubar, ao exercerem importante atração econômica, se beneficiando da proximidade com os mercados consumidores (Rodrigues *et al.*, 2014). A RMCari foi criada visando minimizar as disparidades socioeconômicas entre esta e as

demais regiões de planejamento do Ceará, com a interiorização da indústria e, particularmente, tendo a estruturação da economia da RMCariiri como um fator fundamental para a redução da desigualdade (Beserra, 2009; Aguiar-Neto & Teixeira, 2012; Moraes & Macedo, 2014) que se dá nos contextos intra e inter-regional, frise-se.

Tabela 2. Indicadores Socioeconômicos dos municípios da RMCariiri (modificado de Ipece 2018a; 2018b; 2018c; 2018d; 2018e; 2018f; 2018g; 2018h; 2018i e 2021). *Dados de 2018. **Dados de 2019. ***Dados de 2020.

Table 1. Socioeconomic Indicators of the municipalities of RMCariiri (modified from Ipece 2018a; 2018b; 2018c; 2018d; 2018e; 2018f; 2018g; 2018h; 2018i and 2021). *Data from 2018. **Data from 2019. ***Data from 2020.

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

Nesse contexto, estreitamente relacionada com a construção civil, a mineração se insere no processo de implementação da RMCariiri, sobremaneira, nos quesitos relacionados ao crescimento urbano, o qual, por sua vez, alcançou uma taxa de urbanização de 96% em Juazeiro do Norte, 83% no Crato e 69% em Barbalha, conforme dados de 2010 (Castro & Holanda, 2018). No Crato se verifica a presença da mineração com a extração de argila, areia e calcário, sobretudo. Em Nova Olinda o extrativismo mineral é uma das principais atividades econômicas, assim como em Santana do Cariri, ambos os municípios com a extração de calcário (Castro *et al.*, 2013). Aliás, o arranjo produtivo do calcário laminado, concentrado em Santana do Cariri e Nova Olinda, se notabiliza através dos afloramentos rochosos da matéria-prima do segmento – o calcário laminado, bem como o gesso (Cordeiro *et al.*, 2017), explorado por um conjunto de pequenas pedreiras (Oliveira, 2014).

Embora presentes nos municípios da RMCariiri, as atividades de mineração parecem apresentar impacto socioeconômico pouco considerável no número de empregos formais – vide Tabela 1. Castro *et al.* (2013) indicam que, entre 2010 e 2011, Nova Olinda apresentou uma queda de 10,52% dos empregos formais no setor da extração mineral, ao passo que houve um crescimento do emprego formal na construção civil na RMCariiri, fomentada por programas de subsídios, como a redução do IPI (Imposto sobre Produtos Industrializados).

Sob contextos sociopolíticos e focos de atividades diferentes, a mineração está presente na região do Cariri desde o século XVIII, a partir do registro de uma breve “corrida” por ouro. Em 1735, mais especificamente, chegava ao Cariri cearense o capitão-mor Domingos Álvares de Matos, a quem foi atribuída a descoberta de minas de ouro em Missão Velha, na localidade de Morros Dourados (Pinheiro, 2010b; Silva, 2015). A comunicação formal da existência de minas de ouro nos “Cariris Novos”, histórica denominação da região sul do Ceará, se deu em julho de 1752, sendo a descoberta datada de abril de 1756 (Pinheiro, 2010b). A partir de então, entre 1756 e 1758, funcionou no Cariri a Companhia de Ouro das Minas de São José dos Cariris Novos, uma experiência econômica que não prosperou (Silva, 2015) por conta de muitas disputas locais e pouco ouro, um saldo que culminou no fracasso da mineração de ouro no Cariri (Pinheiro, 2010b).

Nesse curto período histórico houve trabalho de mineração em Fortuna, Barreiros, Mangabeira, Morros Dourados e outras localidades do sul do Ceará. Todavia, em setembro de 1758, uma Ordem Régia mandou cessarem os trabalhos de mineração no Cariri, dispersando as pessoas envolvidas, que passaram a se dedicar à agricultura, à criação de gados e ao plantio da cana-de-açúcar, tornando permanente a imigração (Figueiredo Filho, 2010; Pinheiro, 2010a, 2010b). Contudo, o fim da mineração do ouro não encerrou a história da mineração na região. Embasada na significativa diversidade litológica, o Cariri manteve e intensificou o aproveitamento de seus extensos depósitos de calcário, a fabricação de cal, sobretudo em Farias Brito (antiga Quixerá), e suas jazidas de carbonato de cálcio; além da gipsita (Figueiredo Filho, 2010), areia e argila, dentre outros. O fato é que a formação territorial do Cariri e suas características físico-climáticas, com destaque para as nascentes presentes ao longo da encosta da chapada do Araripe, as terras drenadas por cursos d’água perenes, a floresta do Araripe e as riquezas minerais, representaram o principal condicionante para exploração econômica do vale do Cariri e a formação das primeiras concentrações populacionais (Queiroz & Cunha, 2014).

Essas características encontram-se sustentadas pelo contexto geológico da região, que tem como principal estrutura a bacia sedimentar do Araripe. Assim, a geografia da mineração no sul do Ceará e na sua região metropolitana encontra-se estreitamente associada às litologias superficiais da bacia e entorno, tendo em vista que a mineração na região se dá, sobretudo, a céu aberto, impactando a morfologia dos relevos. Como se sabe, a origem dos depósitos minerais está ligada à gênese das rochas e dos minerais (Menezes, 2012). Desta forma, vale apresentar um pouco da geologia presente na área de estudo.

A Figura 2 apresenta o mapa geológico da RMCariri (Pinéo *et al.*, 2020), onde se percebe uma significativa diversidade verificada em vinte unidades litoestratigráficas, datadas desde o Arqueano (vide unidades na base da coluna, iniciadas pela letra “A”), com destaque para o Complexo Granjeiro, a unidade mais antiga da região e do estado do Ceará como um todo; passando por diversas litologias cristalinas (ígneas e metamórficas) datadas do Paleoproterozoico (PP) e do Neoproterozoico - NP (pré-cambrianas), chegando no predomínio espacial das unidades paleozoicas e mesozoicas (juro-cretáceas), relacionadas com a bacia sedimentar do Araripe (desde a formação basal – Mauriti; até a formação de cimeira da chapada do Araripe – a formação Exu); culminando nas litologias neógenas e quaternárias (vide o topo da legenda das unidades litoestratigráficas).

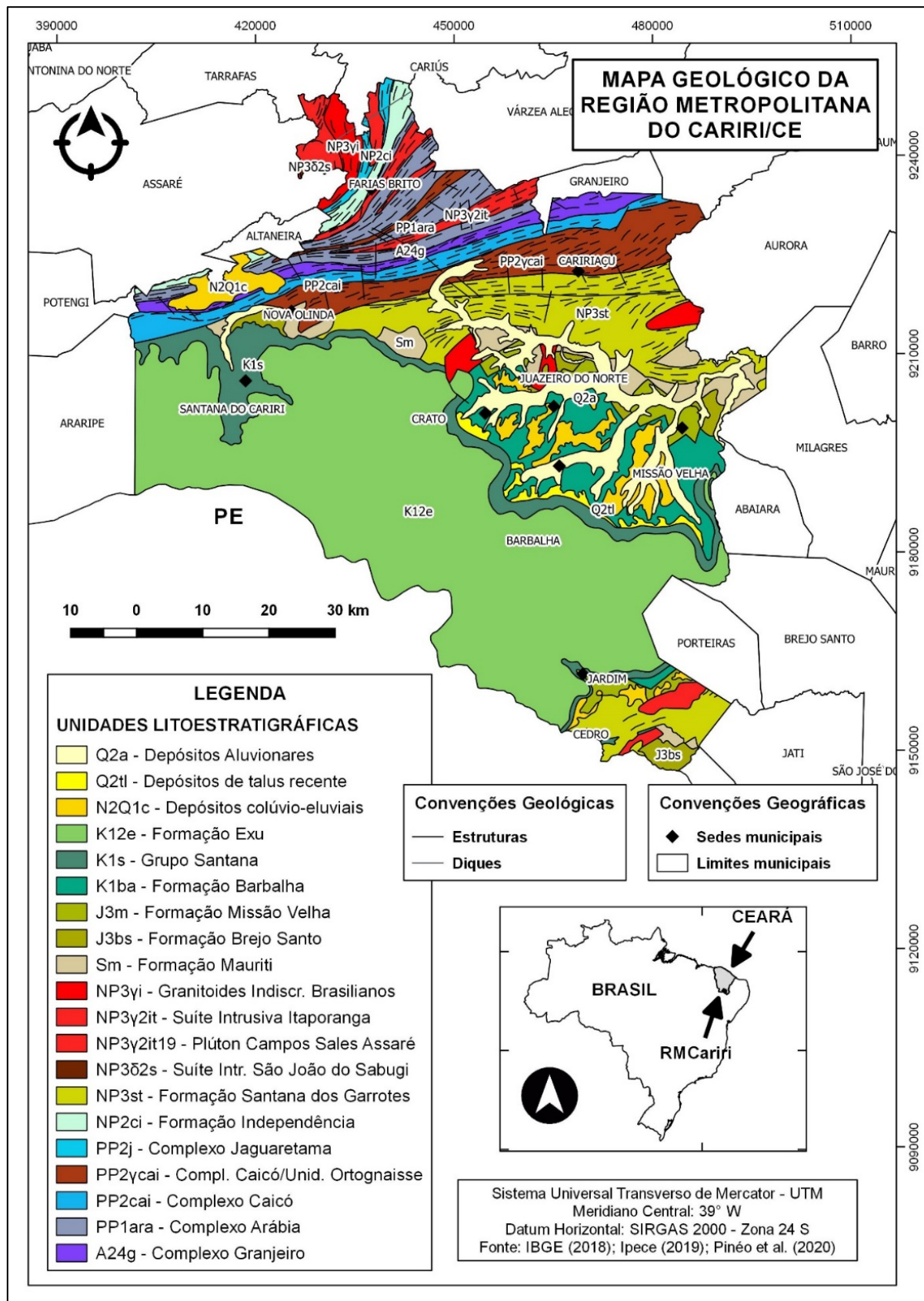


Figura 2. Mapa Geológico da área de estudo (modificado de IBGE, 2018; Ipece, 2019 e Pinéo et al., 2020).

Figure 2. Geological map of the study area (modified from IBGE, 2018; Ipece, 2019 and Pinéo et al., 2020).

Estruturalmente, os afloramentos apresentam uma presença paulatinamente maior de falhas e lineamentos nas porções setentrionais da RMCariri, com a transição da bacia para o embasamento, formado por rochas mais antigas, delimitadas por estruturas, como a ocorrência regional de diques em Farias Brito, relacionadas ao Lineamento de Patos. Assim, geologicamente, a RMCariri tem terrenos compostos por rochas granito-gnáissicas do embasamento cristalino, recobertos por litologias da bacia sedimentar do Araripe, formada por uma sequência paleozoica e supersequências de mesozoica: Pré-Rifte, Rifte e Pós-Rifte, uma compartimentação associada à separação do Gondwana (Assine, 2007).

Nesse contexto de diversidade geológica, a dinâmica socioeconômica dessa região do estado do Ceará, parcialmente dotada de uma região metropolitana há pouco mais de 10 anos, apresentou condições para o desenvolvimento e estabelecimento de uma ampla miríade de processos minerários, os quais influenciaram fortemente a geografia da RMCariri, impactando seu relevo a partir de extrações a céu aberto.

3.2 Espacialização: onde está a mineração na RMCariri?

No Brasil, o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) era o órgão regulador das atividades de mineração em território nacional até 2017, onde, por meio da Medida Provisória nº 791 de 25 de julho (BRASIL, 2017a), convertida na Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017 (Brasil, 2017b), o Governo Federal extingue o DNPM e cria a Agência Nacional de Mineração (ANM), onde pessoas ou empresas interessadas devem iniciar um processo minerário. Conforme a ANM (2021) o processo minerário é o polígono que define onde uma empresa ou pessoa terá prioridade e o direito exclusivo de comercializar substâncias minerais que possuam valor econômico, os minérios, mapeados dentro de uma poligonal que será registrada na ANM. A partir de então, cada processo minerário passa por uma sequência de procedimentos administrativos, regulamentados por leis e resoluções, obrigatórios pelos órgãos encarregados pela gestão e fiscalização das atividades de mineração (Noronha, 2019).

Para iniciar a exploração mineral e, assim, fazer a retirada de minérios, deve-se verificar previamente se a área pretendida está livre para um novo requerimento; se sim, faz-se um requerimento de pesquisa para se conseguir a prioridade do título minerário (é o alvará de pesquisa), obrigatório para se obter a autorização governamental através da Autorização de Pesquisa, o que incluirá o pagamento de taxas e a apresentação de relatórios (Noronha, 2019; ANM, 2021). Se houver minério a ser lavrado o processo segue para as fases de Requerimento de Lavra e Concessão de Lavra, onde o(a) empreendedor(a) terá que obter as licenças ambientais e demais obrigações para instalar o empreendimento. A partir de então, em função do porte do projeto apresentado, da diversidade de minerais, da dificuldade, seu aproveitamento e do destino da produção obtida, o caminho do processo minerário pode ser diferente, com regimes específicos de aproveitamento dos recursos minerais (licenciamento, permissão de lavra garimpeira, extração, monopolização) (Noronha, 2019; ANM, 2021).

A ANM, através de sua Coordenação de Geoprocessamento – CGEO/CGTIG, possui um Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE), o qual disponibiliza por meio de seu web site as áreas dos processos minerários de todo o país (Sigmine, 2021). Segmentando a partir dos dados disponíveis para o estado do Ceará, o Quadro 1 apresenta dados regionais acerca dos processos minerários presentes nos municípios da RMCariri.

Quadro 3. Processos Minerários da RMCariiri (modificado de Sigmene, 2021). *Propostos pelos autores. **Intervalo de tempo do primeiro ao mais recente registro de processo na região. NI = não informado.

Chart 1. RMCariiri Mining Processes (modified from Sigmene, 2021). *Proposed by the authors. **Time range from first to most recent process registration in the region. NI = not informed.

	SUBSTÂNCIA	Símbolo*	USO(S)	Total	MUNICÍPIO(S)	DATA**
01	Água Marinha	Ama	Gema	01	Santana do Cariri	2021
02	Água Mineral	Ami	Engarrafamento, industrial e NI	14	Barbalha, Crato, Juazeiro do Norte e Santana do Cariri.	1993-2017
03	Areia	Are	Construção civil	94	Barbalha, Caririáçu, Crato, Farias Brito, Jardim, Juazeiro do Norte, Missão Velha e Nova Olinda.	2003-2021
04	Arenito	Ato	Construção civil e brita	13	Barbalha e Crato.	2008-2018
05	Argila	Arg	Cerâmica vermelha, construção civil, industrial e NI	46	Barbalha, Crato, Farias Brito, Jardim, Juazeiro do Norte, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri.	1966-2020
06	Calcário	Cal	Fabricação de cal, fabricação de cimento, industrial, revestimento, corretivo de solo e NI	28	Barbalha, Crato, Farias Brito, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri.	1968-2020
07	Calcário calcítico	Cac	Fabricação de cimento	01	Nova Olinda	2009
08	Calcário industrial	Cai	NI	02	Nova Olinda e Santana do Cariri	1993-2010
09	Dados não cadastrados	Dnc	Dados não cadastrados	03	Farias Brito e Santana do Cariri	2015-2019
10	Fosfato	F	Fertilizantes	03	Missão Velha	2010-2014
11	Gipsita	Gip	Industrial e NI	06	Jardim, Nova Olinda e Santana do Cariri.	1945-2012
12	Granito	Gra	Brita, NI, revestimento e pedra de talhe	24	Caririáçu, Crato, Juazeiro do Norte e Missão Velha	1977-2021
13	Laterita	L	Construção civil	01	Jardim	2009
14	Mármore	Mar	Revestimento	01	Farias Brito	2021
15	Minério de cobre	Mc	Industrial	50	RMCariiri	2006-2021
16	Minério de ferro	Mf	Industrial	13	Barbalha, Caririáçu, Crato, Farias Brito e Missão Velha	2008-2021
17	Minério de ouro	Mo	Industrial	07	Barbalha, Crato, Farias Brito, Juazeiro do Norte e Missão Velha	2011-2016
18	Quartzito	Q	Revestimento	03	Farias Brito, Nova Olinda e Santana do Cariri	2016-2016
19	Saibro	S	Construção civil	03	Juazeiro do Norte	2009-2015
	-	-	12 tipos de usos	313	RMCariiri	1945-2021

Ao todo, conforme os dados do Sigmine (2021), há um total de 6.290 processos minerários no estado do Ceará, distribuídos em todas as suas regiões, com notória aglomeração na região metropolitana de Sobral, do vale do Jaguaribe, região centro-sul e sertão central do Estado; enquanto na RMCariri tem-se um total de 313 processos minerários registrados, distribuídos nos 9 municípios, sendo:

- 48 processos de requerimento de licenciamento;
- 81 em fase de licenciamento (inclui a fiscalização);
- 38 processos em fase de disponibilidade;
- 10 processos aptos para disponibilidade;
- 34 requerimentos de pesquisa;
- 65 processos com autorização de pesquisa;
- 14 processos de requerimento de lavra;
- 01 processo de requerimento de lavra garimpeira;
- 01 processo com direito de requerer lavra;
- 21 processos em fase de concessão de lavra.

A etapa de autorização de pesquisa, de acordo com o Código de Mineração, está associada à liberação de estudos locais relacionados às questões geológicas, geoquímicas, levantamento de dados, campo, laboratório, escavações e outras execuções de atividades pertencentes à pesquisa mineral. Para que o(a) proprietário(a) tenha essa autorização, a área deve variar entre 50 a 2.000 hectares. A última etapa é a concessão de lavra, ou seja, é onde os minerais em suas reservas são identificados e caracterizados para a extração. Esse processo precisa ser autorizado pelo Ministério de Minas e Energia para que os bens minerais sejam comercializados (Noronha, 2019; ANM, 2021). De maneira geral, para se instalar empreendimentos de mineração deve-se usar a área delimitada desde o início do processo minerário, o que precede o processo de extração, o qual, por sua vez, pode envolver cortes padronizados, semelhantes a profundos poços com plataformas de degraus perfurados através da escavação e auxílio de explosivos. Projetos extrativistas geralmente utilizam máquinas, escavadeiras e caminhões de grande carga para transportar os materiais extraídos (Milanez, 2017).

Após as etapas de requerimentos e de licenciamentos, as atividades podem ser instaladas e ocorrerem, notadamente, com as devidas especificidades, no formato da mineração a céu aberto, que é o tipo de atividade mais comum no Brasil (Milanez, 2017). Entende-se por mina a céu aberto uma escavação que objetiva extrair recursos minerais para fins econômicos (Walle & Jennings, 2003). Uma das substâncias extraídas dessa forma é o arenito, amplamente aflorante na região por meio das rochas das formações Exu e Barbalha (vide fig. 2), sobretudo nos municípios que possuem parte de seus territórios nas encostas da chapada do Araripe, tais como Barbalha e Crato. Os arenitos são formados por fragmentos minerais na escala da areia, geralmente compostos por quartzo, mas também podem apresentar em sua composição quantidades relevantes de mica e/ou feldspatos (Dillinger *et al.*, 2014), sendo usados regionalmente como brita e na construção civil, com destaque para a pavimentação das ruas de diversos bairros do Crato e Barbalha, calçadas com os arenitos oxidados, dando uma coloração avermelhada ao piso dessas cidades-sede e seus distritos situados no sopé e na encosta da chapada do Araripe

No contexto paisagístico de superfícies mais rebaixadas, formadas por rochas cristalinas (depressão sertaneja - presente em Farias Brito); por rochas sedimentares no sopé da chapada do Araripe, seja na porção centro-leste (em Barbalha e Jardim) seja, na porção oeste da RMCariri (em Santana do Cariri e Nova Olinda), tem-se em destaque as extrações de gipsita e calcário (incluindo o calcítico e o industrial – vide Quadro 1).

A gipsita é considerada como um dos principais componentes na aplicação industrial, sendo transformada em gesso que, inclusive, é estudado e comercializado da RMCariri para todo o país (Oliveira *et al.*, 2012). Após a extração, o minério é submetido basicamente a três etapas: preparação para calcinação; calcinação e seleção, necessárias para que ocorra a transformação para o gesso natural (Barbosa *et al.*, 2014). No setor cearense da bacia sedimentar do Araripe são encontrados grandes depósitos de calcário, principalmente nos municípios de Nova Olinda e Santana do Cariri, que trata-se de um minério demandado pelos setores econômico e industrial para a fabricação de alicerces, mesas, giz, cal, cimento, construções civis, correção de solo, dentre outros usos (Silva *et al.*, 2008). No caso específico dos processos minerários registrados no Sigmine (2021) há ampla indicação de uso para a fabricação de cimento, junto com uma considerável quantidade de processos minerários de calcário com usos não informados, e talvez isso se dê visando a flexibilidade do uso.

Para se ter uma visão da geografia da Mineração na RMCariri, a Figura 3 apresenta a localização dos processos minerários na área de estudo, os quais estão resumidos e caracterizados de forma sucinta no quadro 1.

De maneira geral, para cada um dos municípios da RMCariri, percebe-se um padrão ocupacional das poligonais dos processos minerários em seus territórios. As áreas para extração mineral, registradas no Sigmine (2021), concentram-se na porção setentrional de Barbalha; nas porções nordeste e norte do Crato, sobretudo, nos seus limites com Juazeiro do Norte; que por sua vez, apresenta uma “contrapartida” com processos nesse mesmo setor adjacente, bem como em outros segmentos do seu território, com destaque para a extração do granito.

Por sua vez, Caririçu apresenta diversas poligonais na porção nordeste do seu território; enquanto Jardim concentra poligonais em seu segmento meridional; ao passo que Missão Velha; Santana do Cariri e Nova Olinda apresentam a maior quantidade de poligonais nas porções centrais e contíguas dos seus territórios; por fim, em Farias Brito verifica-se uma concentração em uma contínua faixa SSO-NNE do seu território; características que estão associadas com a geologia regional, seja nos seus aspectos litológicos e/ou estruturais.

Contudo, em que pese o fator fundamental dos aspectos geológicos para a espacialização das substâncias utilizadas na mineração, ao se direcionar a análise para os impactos ambientais e socioeconômicos da atividade na RMCariri, sobretudo às que se dão a céu aberto, entende-se que os processos que se dão em superfície ganham importância. Nesse sentido, estabelecer uma conexão básica entre a mineração e os macro ambientes geomorfológicos, como etapa inicial para outras análises, está no escopo de metas deste trabalho e no cerne do próximo item.

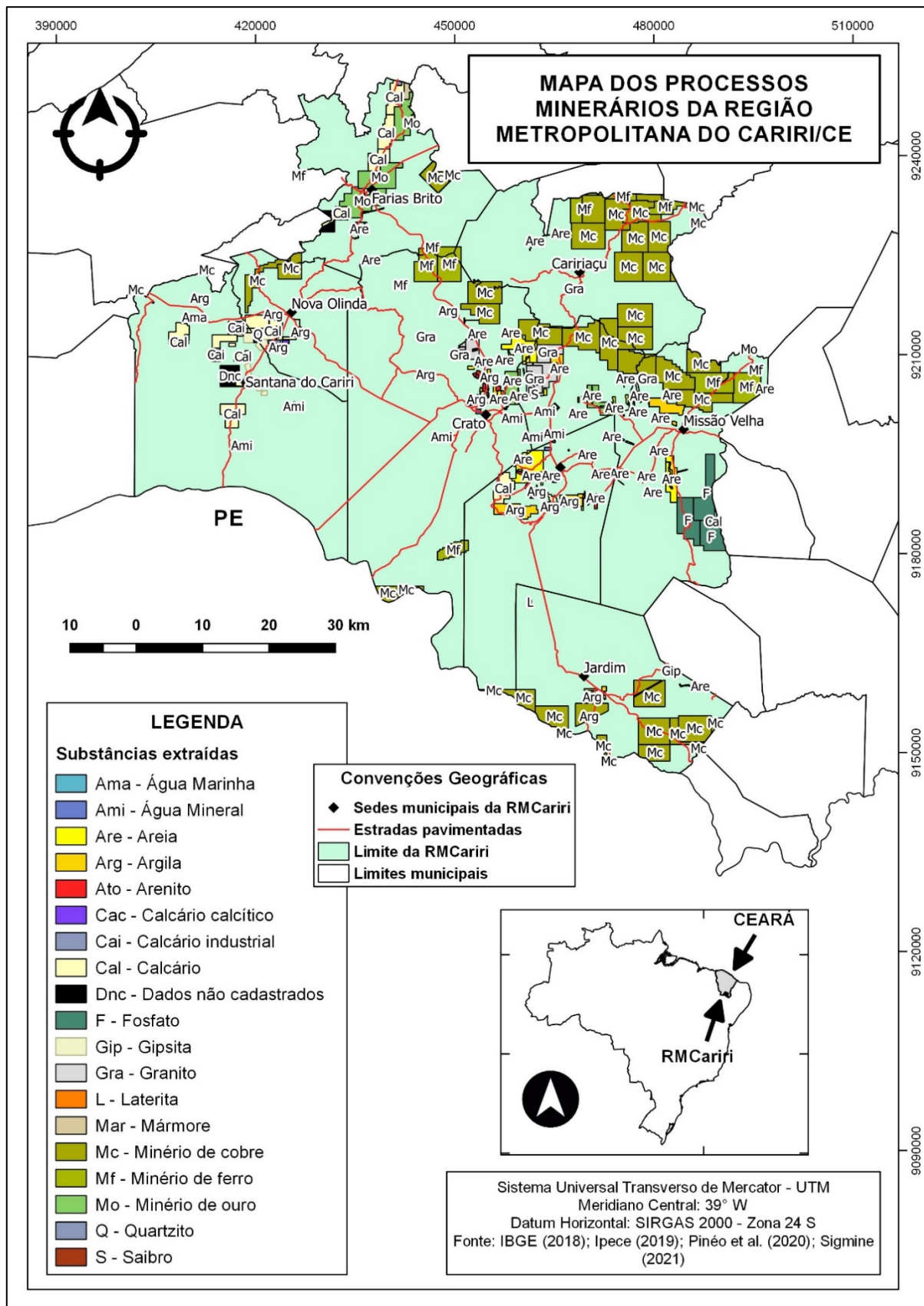


Figura 3. Mapa das poligonais dos processos minerários da área de estudo (modificado de IBGE, 2018; Ipece, 2019; Pinéo et al., 2020 e Sigmire, 2021).

Figure 3. Map of polygonal mining processes in the study area (modified from IBGE, 2018; Ipece, 2019; Pinéo et al., 2020 and Sigmire, 2021).

3.3 Correlação Geomorfológica Básica

A mineração está historicamente estabelecida, guardadas as características, formas e contextos naturais, em todos os municípios da RMCariri, se apresentando de forma economicamente importante, mas, por outro lado, ambientalmente degradadora, sendo peremptória a necessidade de se conhecer a abrangência e os impactos das principais formas de extração mineral na região. Para perfazer o itinerário básico de se conhecer melhor a atividade da mineração na RMCariri, percebe-se a contribuição a ser dada pelo viés geomorfológico, dando enfoque aos aspectos superficiais relacionados às diversas substâncias extraídas. Desta forma, dividiu-se as atividades em dois segmentos geomorfológicos: no primeiro, as atividades que se dão relacionadas aos diversos cursos d'água da região e seus ambientes de ocorrência - as planícies fluviais, tais como a extração de areia e argila; e o segundo segmento em ambientes inter-fluviais, com destaque para as extrações do arenito, granito, minério de cobre e do calcário.

Conceitualmente, ambientes fluviais são aqueles associados diretamente aos cursos d'água, onde se tem deposição sedimentar e erosão fluvial – ou linear (mecânica e química), base pra sua dinâmica natural, sendo de grande importância para estudos geomorfológicos; ao passo que os interflúvios separam os vales dos rios, dotados de outro conjunto de dinâmicas geomorfológicas, os processos areolares (Guerra & Guerra, 1997; Suguio, 1998). Em função de suas capacidades de erosão, transporte e deposição, os cursos d'água naturais, ou rios, são os principais agentes transformadores das paisagens, agindo continuamente na modelagem dos relevos (Riccomini *et al.*, 2003; Novo, 2008). Em linhas gerais, os rios podem erodir seus canais verticalmente, aprofundando os talwegues, ou lateralmente, alargando os canais (Novo, 2008). Nos ambientes inter-fluviais, por sua vez, o protagonismo intempérico-erosivo na dinâmica de modelagem da paisagem vai se dar através do escoamento superficial (difuso, concentrado ou em lençol) e dos movimentos de massa (Karmann, 2003; Dikau, 2004; Melo *et al.*, 2005; Guimarães *et al.*, 2008; Moura-Fé, 2015).

A compartimentação básica entre planícies fluviais e ambiente inter-fluviais será utilizada para classificar geomorfológicamente as atividades de mineração na RMCariri, a partir das poligonais dos processos minerários, de forma associada com sua litologia, aproveitando ainda o fato de que os depósitos minerais podem ser classificados a partir de sua origem magmática, sedimentar ou metamórfica (Menezes, 2012). A partir da substância cerne da mineração segue uma correlação básica (Quadro 2).

Espacializando as informações do Quadro 2, a Figura 4 apresenta as substâncias mineradas no contexto da RMCariri, onde pode-se verificar a área dos processos minerários sobrepondo leitos de rios e seus entornos imediatos (planícies fluviais) e/ou significativas porções de segmentos inter-fluviais, contextos básicos da interação entre as atividades e as dinâmicas naturais associadas.

De maneira geral, percebe-se uma diversificação das áreas de mineração em ambientes fluviais e inter-fluviais, cujo equilíbrio também se apresenta nos domínios geológicos sobrepostos, com diversas ocorrências em:

- a. Ambientes de afloramento de litologias sedimentares, concentrados na área da bacia sedimentar do Araripe, no sopé da chapada do Araripe, mas com registro de ocorrências no topo da chapada – laterita em Jardim, e minério de ferro, entre Crato e Barbalha;
- b. Ambientes de afloramento e predomínio de rochas metamórficas, concentrados na porção norte da RMCariri, notadamente em Farias Brito, com destaque para o recente processo minerário de mármore.

Quadro 2. Classificação geológico-geomorfológica da Mineração na RMCariri (modificado de Sigmine, 2021).
*Majoritariamente.

Chart 2. Geological-geomorphological classification of Mining at RMCariri (modified from Sigmine, 2021).
*Mostly.

	SUBSTÂNCIA	GRUPO LITOLÓGICO	GEOMORFOLOGIA*
01	Água Marinha	Metamórfico	Inter-fluvial
02	Água Mineral	Sedimentar	Planície fluvial
03	Areia	Sedimentar	Planície fluvial
04	Arenito	Sedimentar	Inter-fluvial
05	Argila	Sedimentar	Planície fluvial
06	Calcário	Sedimentar / Metamórfico	Planície fluvial / Inter-fluvial
07	Calcário Calcítico	Sedimentar	Inter-fluvial
09	Calcário Industrial	Sedimentar	Planície fluvial / Inter-fluvial
10	Fosfato	Sedimentar	Planície fluvial
11	Gipsita	Sedimentar	Inter-fluvial
12	Granito	Ígneo	Inter-fluvial
13	Laterita	Sedimentar	Inter-fluvial
14	Mármore	Metamórfico	Planície fluvial / Inter-fluvial
15	Minério de cobre	Metamórfico	Inter-fluvial / Planície fluvial
16	Minério de ferro	Metamórfico / Sedimentar	Inter-fluvial / Planície fluvial
17	Minério de ouro	Metamórfico / Sedimentar	Planície fluvial / Inter-fluvial
18	Quartzito	Metamórfico / Sedimentar	Inter-fluvial
19	Saibro	Ígneo / Sedimentar	Inter-fluvial

Vale a ressalva de que as poligonais em processo de licenciamento, registradas no Sigmine (2021) e apresentadas neste trabalho, não correspondem às áreas reais e integrais de extração mineral, sendo comum a solicitação de licenciamento abranger grandes áreas, considerando as etapas prévias de estudo e análise, que acabam “descartando” boa parte da área solicitada; assim como a não utilização de toda a área requerida após a concessão de lavra, pelo menos, nos primeiros anos da atividade.

Por fim, a Figura 5 apresenta imagens de locais utilizados para a mineração na RMCariri, mais precisamente nos municípios do Crato, Farias Brito e Nova Olinda, onde a atividade apresenta uma notável importância histórica e atual.

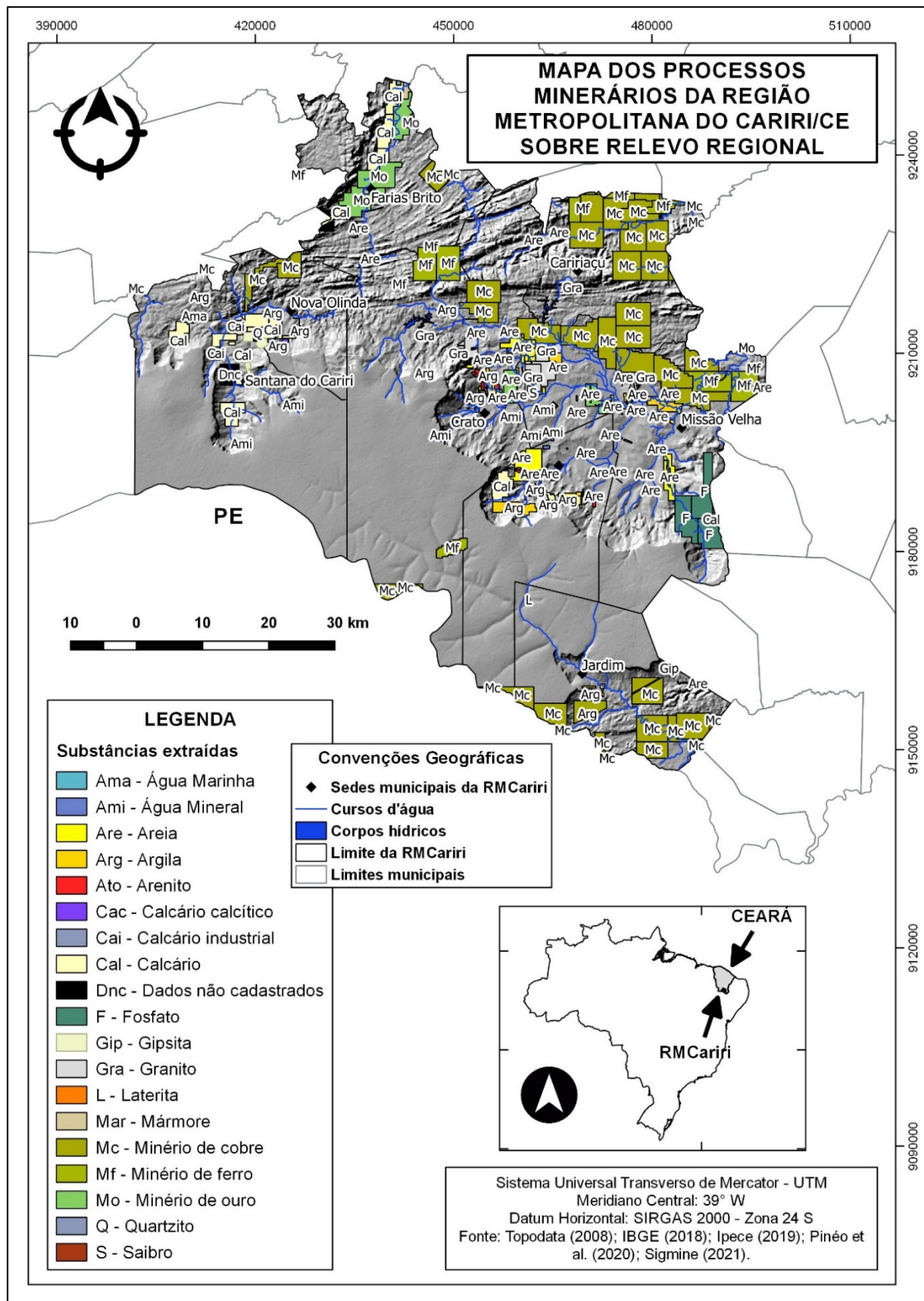


Figura 4. Mapa da mineração e seus ambientes geomorfológicos (modificado de Topodata, 2008; IBGE, 2018; Ipece, 2019; Pinéo et al., 2020 e Sigmire, 2021).

Figure 4. Map of mining and its geomorphological environments (modified from Topodata, 2008; IBGE, 2018; Ipece, 2019; Pinéo et al., 2020 and Sigmire, 2021).

REGISTROS DA MINERAÇÃO NA REGIÃO METROPOLITANA DO CARIRI, CEARÁ



Panorama da extração de granito na serra do Juá, distrito de Ponta da Serra, município do Crato.

Foto: Autor (Set/2020).

Forno utilizado para queima do cal, setor setentrional do município de Farias Brito.

Foto: Autor (Out/2019).



Detalhamento da área de corte das placas de calcário laminado, em uma das pedreiras do município de Nova Olinda).

Foto: Autor (Nov/2019).

Figura 5. Registros de formas da mineração na RMCariri.

Figure 5. Records of forms of mining at RMCariri.

4. Conclusões

A mineração na RMCariri está presente há décadas e séculos na paisagem dos 9 (nove) municípios que a compõe, bem antes de sua criação institucional, sendo desenvolvida sob diferentes formas e de forma atrelada à significativa diversidade geológica que aflora no Cariri cearense, provavelmente influenciada, ou mesmo, condicionada, por fatores sociais, econômicos e históricos inter e intra regionais.

O estágio atual básico da atividade na RMCariri, espacializado de forma específica e que ainda não tinha sido realizado na literatura científica, apresenta um total de 19 (dezenove) substâncias mineradas, distribuídas em 313 (trezentos e treze) processos minerários, cujas poligonais apresentam padrões de adensamento que parecem estar intrinsecamente relacionados à litologia regional, abrindo um leque de possibilidades analíticas que podem ser feitas, considerando contextos em escalas mais ampliadas, por exemplo, para municípios e/ou segmentos dos municípios da RMCariri.

Os dados coletados, tratados, sintetizados nos quadros e espacializados nos mapas elaborados, com destaque para o mapa geológico recentemente atualizado pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM (Pinéo *et al.*, 2020) e recortado pelos autores para a área de estudo, abrem questionamentos que devem ser abordados na continuidade da pesquisa, debruçando-se de forma mais detalhada na geologia regional, relacionando-a a dados da mineração de cada municipalidade.

A classificação geomorfológica básica realizada neste trabalho se apresenta como uma etapa inicial desse processo, caracterizando como mais uma contribuição feita para a temática.

Tais etapas se apresentam como indispensáveis para se analisar melhor as atividades da mineração a partir da geomorfologia regional e dos municípios da área de estudo, considerando a geologia, a geomorfologia e a geografia da mineração regional, condições que, por sua vez, darão subsídios para realizar uma análise ambiental atualizada, ampla (do ponto de vista regional) e verticalizada (ao agregar diferentes e basilares materiais) das atividades de mineração na RMCariri.

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, Marcelo Martins, e a pesquisa sobre os impactos da mineração da RMCariri. A pesquisa foi apoiada também pelo Programa de Bolsas de Produtividade em Pesquisa, Estímulo à Interiorização e à Inovação Tecnológica (BPI 03/2018), da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP, através de auxílio financeiro (projeto nº BP3-0139-00130.01.00/18) concedido a Marcelo Martins, a quem também queremos agradecer.

Agradecemos ao CNPq pela concessão da Bolsa de Produtividade em Pesquisa 2 aos co-autores Fred Holanda e Marcos Nascimento.

Os autores agradecem ainda aos demais pesquisadores, bolsistas e demais membros do Núcleo de Estudos Integrados em Geomorfologia, Geodiversidade e Patrimônio – NIGEP (URCA/CNPq).

Contribuições dos Autores: Concepção, metodologia, software, validação, pesquisa, recursos, preparação dos dados e aquisição de financiamento: Marcelo Martins; análise forma e escrita do artigo: todos os autores; revisão: Fred Holanda e Marcos Nascimento;

Conflito de Interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.

Referências

- Aguiar Neto, R.P. & Teixeira, M.S. 2012. Desenvolvimento Regional: um estudo na Região Metropolitana do Cariri. *Cotidiano*, 06(18): 13-32. <https://doi.org/10.14295/online.v6i18.202>.
- ANM. Agência Nacional de Mineração. *Anuário Mineral Estadual – Ceará. 2020. Ano base 2018*. Brasília: ANM. 23 p. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-estadual/ceara/anuario_mineral_ce_2018.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2021.
- ANM. Agência Nacional de Mineração. 2021. *Portal da outorga*. Disponível em: <<http://outorga.dnpm.gov.br/SitePages/inicial.aspx>>. Acesso em: 12 ago. 2021.
- Araujo, E.R., Olivieri, R.D. & Fernandes, F.R.C. 2014. Atividade mineradora gera riqueza e impactos negativos nas comunidades e no meio ambiente. In: Fernandes, F. R. C., Alamo, R.C.J. & Araujo, E.R. *Recursos minerais e comunidade: impactos humanos, socioambientais e econômicos*. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, p. 1-17.
- Assine, M.L. 2007. Bacia do Araripe. *Boletim Geociências da Petrobras*, 15(2): 371-389.
- Barbosa, A.A., Ferraz, A.V. & Santos, G.A. 2014. Caracterização química, mecânica e morfologia do gesso β obtido do pólo do Araripe. *Instituto de Pesquisa em Ciência dos Materiais – IPCM*. Cerâmica, 60: 501-508.
- Beserra, F.R.S. 2009; Reestruturação do Capital e Indústria Calçadista na Região do Cariri – Ceará. *RA'EGA*, 18:89-101.
- Brasil. Governo Federal / Presidência da República. 2017a. *Medida Provisória nº 791, de 25 de Julho de 2017*. Cria a Agência Nacional de Mineração e extingue o Departamento Nacional de Produção Mineral. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/mpv/mpv791.ht>. Acesso em: 11 ago. 2021.
- Brasil. Governo Federal / Presidência da República. 2017b. *Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017*. Cria a Agência Nacional de Mineração (ANM); extingue o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM); altera as Leis nº 11.046, de 27 de dezembro de 2004, e 10.826, de 22 de dezembro de 2003; e revoga a Lei nº 8.876, de 2 de maio de 1994, e dispositivos do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/Lei/L13575.htm>. Acesso em: 11 ago. 2021.
- Carvalho, P.S.L., Mesquita, P.P.D., Regis, R.D.D. & Meirellis, T.L. 2018. *Sustentabilidade socioambiental da mineração*. BNDES Setorial, p. 333-390.
- Castro, F.F.B. & Holanda, V.C.C. 2018. Espaço metropolitano cearense: breves considerações. *Revista da Casa da Geografia de Sobral*, 20(2): 106-124.
- Castro, M.S., Oliveira, A.A. & Pereira, W.E. N. 2013. Panorama e dinâmica recente da economia da Região Metropolitana do Cariri – RMC. *Revista de Economia Regional, Urbana e do Trabalho*, 02(01): 47-58.
- Ceará. Casa Civil. 2009. *Lei Complementar nº 78, de 26 de junho de 2009*. Dispõe sobre a criação da Região Metropolitana do Cariri, cria o Conselho de desenvolvimento e Integração e o fundo de Desenvolvimento e integração da Região Metropolitana do Cariri – FDMC, altera a composição de Microrregiões do Estado do Ceará e dá outras providências. Fortaleza: DOE publicado em 03 de julho de 2009. Série 3, Ano I, n. 121. Caderno 1/2.
- Cordeiro, R.M., Morais, F.T.S., Justino, T.S. & Batista, Y.D.C. 2017. Arranjos produtivos locais da região metropolitana do Cariri. In: Pinheiro, V. F. et al. (Org). *Para pensar o Desenvolvimento do Cariri*. São Paulo: Blucher, p. 139-163.
- Costa, L.V. 2015. *Análise das opções de vias de produção e acesso em minas subterrâneas*. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto - MG, 116p.
- CPRM. Serviço Geológico do Brasil. 2014. *Mapa da Geodiversidade do Estado do Ceará*. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/14692>>. Acesso em: 18 mai. 2020. Fortaleza: CPRM.
- Dikau, R. 2004. Mass Movement. In: Goudie, A.S. (Ed.). *Encyclopedia of Geomorphology*. International Association of Geomorphologists, p. 644-652. London & New York: Routledge.
- Dillinger, A., Ricard, L.P., Holmes-Huddleston, C. & Esteban, L. 2014. *Impact of diagenesis on reservoir quality in a sedimentary geothermal play: a case study in the Cooper Basin, South Australia*. Basin Research, 28(2): 252-272. <https://doi.org/10.1111/bre.12109>

- Ferran, X.P.N. 2007. *A mineração e a flotação no Brasil: uma perspectiva histórica*. Departamento Nacional de Produção Mineral, 26 de agosto de 2007, 139p.
- Figueiredo Filho, J. 2010. *História do Cariri, v. III*. Série Memória (Coedição Secult/Edições Urca). Fac-símile da edição de 1966, publicada pela Faculdade de Filosofia do Crato (Crato-CE). Fortaleza: Edições UFC, 166 p.
- Guerra, A.T. & Guerra, A.J.T. 1997. *Novo dicionário geológico-geomorfológico*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Guimarães, R.F., Carvalho Júnior, O.A., Gomes, R.A.T. & Fernandes, N.F. 2008. Movimentos de Massa. In: Florenzano, T.G. (Org.). *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo: Oficina de Textos.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística / Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 1999. Glossário Geológico. Rio de Janeiro: IBGE, 216 p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística / Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2018. *Malha Municipal*. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=sobre>>. Acesso em: 13 mai. 2020.
- IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. 2018a. *Perfil Municipal 2017 – Barbalha*. Fortaleza: IPECE. Disponível em: <<https://www.ipece.ce.gov.br/perfil-municipal/>>. Acesso em: 10 mai. 2020.
- IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. 2018b. *Perfil Municipal 2017 – Caririaçu*. Fortaleza: IPECE. Disponível em: <<https://www.ipece.ce.gov.br/perfil-municipal/>>. Acesso em: 10 mai. 2020.
- IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. 2018c. *Perfil Municipal 2017 – Crato*. Fortaleza: IPECE. Disponível em: <<https://www.ipece.ce.gov.br/perfil-municipal/>>. Acesso em: 10 mai. 2020.
- IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. 2018d. *Perfil Municipal 2017 – Farias Brito*. Fortaleza: IPECE. Disponível em: <<https://www.ipece.ce.gov.br/perfil-municipal/>>. Acesso em: 10 mai. 2020.
- IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. 2018e. *Perfil Municipal 2017 – Jardim*. Fortaleza: IPECE. Disponível em: <<https://www.ipece.ce.gov.br/perfil-municipal/>>. Acesso em: 10 mai. 2020.
- IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. 2018f. *Perfil Municipal 2017 – Juazeiro do Norte*. Fortaleza: IPECE. Disponível em: <<https://www.ipece.ce.gov.br/perfil-municipal/>>. Acesso em: 10 mai. 2020.
- IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. 2018g. *Perfil Municipal 2017 – Missão Velha*. Fortaleza: IPECE. Disponível em: <<https://www.ipece.ce.gov.br/perfil-municipal/>>. Acesso em: 10 mai. 2020.
- IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. 2018h. *Perfil Municipal 2017 – Nova Olinda*. Fortaleza: IPECE. Disponível em: <<https://www.ipece.ce.gov.br/perfil-municipal/>>. Acesso em: 10 mai. 2020.
- IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. 2018i. *Perfil Municipal 2017 – Santana do Cariri*. Fortaleza: IPECE. Disponível em: <<https://www.ipece.ce.gov.br/perfil-municipal/>>. Acesso em: 10 mai. 2020.
- IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. 2019. *Ceará em mapas*. Fortaleza: IPECE. Disponível em: <<http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/georreferenciados/index.htm>>. Acesso em: 10 mai. 2020.
- IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. 2021. *Perfil Municipal*. IPECEDATA. Sistema de Informações Geossocioeconômicas do Ceará. Disponível em: <<http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/perfil-municipal.xhtml>>. Acesso em: 17 ago. 2021.
- Karmann, I. 2003. Ciclo da água, água subterrânea e sua ação geológica. In: Teixeira, W. et al. (Org). *Decifrando a Terra*. São Paulo: Oficina de Textos.
- Liccardo, A. & Chodur, N.L. 2014. *Os Minerais. Elementos da geodiversidade*. Ponta Grossa: Editora UEPG.
- Melo, M.S., Claudino-Sales, V., Peulvast, J-P., Saadi, A. & Mello, C.L. 2005. Processos e produtos morfogenéticos continentais. In: Souza, C.R.G. et al. (Eds.). *Quaternário do Brasil*. Ribeirão Preto: Holos.
- Menezes, S.O. 2012. *Minerais comuns e de importância econômica: um manual fácil*. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos.
- Mesquita, P.P.D., Carvalho, P. S. L. & Ogando, L. D. 2-16. *Desenvolvimento e inovação em mineração e metais*. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, 43: 325-361.

- Milanez, B. 2017. *Mineração, ambiente e sociedade: impactos complexos e simplificação da legislação*. Boletim regional, urbano e ambiental, p. 93-101.
- Moraes, J.M.L. & Macedo, F.C. 2014. Regiões metropolitanas do Ceará: dispersão produtiva e concentração de serviços. *DRd – Desenvolvimento Regional em debate*, 4(2): 178-203.
- Moura-Fé, M.M. 2015. *Evolução Geomorfológica da Ibiapaba setentrional, Ceará: gênese, modelagem e conservação*. Fortaleza-CE, 308 f. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/16898>> Acesso em: 10 jun. 2020.
- Moura-Fé, M.M., Silva, M.J.A., Dias, V.P., Monteiro, D.A., Silva, J.H.M. & Rodrigues, R.M. 2019. Região Metropolitana do Cariri (RMC), Ceará: meio ambiente e sustentabilidade. *Revista da Casa da Geografia de Sobral*, 21(2): 1198-1216. Disponível em: <<http://www.uvanet.br/rcgs/index.php/RCGS/article/view/469/465>>. Acesso em: 05 mai. 2020.
- Noronha, C. 2019. *O que é um processo minerário?* Jazida (Blog). Disponível em: <<https://blog.jazida.com/o-que-e-um-processo-minerario/>>. Acesso em: 12 ago. 2021.
- Novo, E. M.L.M. 2008. Ambientes Fluviais. In: Florenzano, T.G. (Org.). *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo: Oficina de Textos.
- Oliveira, A.A. 2014. *O Cariri cearense: da ocupação do território à institucionalização da Região Metropolitana do Cariri*. Dissertação (Mestrado em Economia). Programa de Pós-Graduação em Economia / Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 136 f.
- Oliveira, F.M., Borges, L.E. & Barros, M.L.S. 2012. Características mineralógicas e cristalográficas da gipsita do Araripe. *Holos - Instituto Federal do Rio Grande do Norte*, 28(5): 71-82.
- Pinéo, T.R.G., Palheta, E.S.M., Costa, F.G., Vasconcelos, A.M., Gomes, I.P., Gomes, F.E.M.G., Bessa, M.D.M.R., Lima, A.F., Holanda, J.L.R. & Freire, D.P.C. 2020. *Mapa geológico do estado do Ceará*. Fortaleza: CPRM. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/20418>>. Acesso em: 02 set. 2021.
- Pinheiro, I. 2010a. *O Cariri*. Seu descobrimento, povoamento, costumes. Série Memória. Fac-símile da edição de 1950, publicada pela Imprensa Universitária do Ceará (Fortaleza-Ceará). Fortaleza: Edições UFC, 294 p.
- Pinheiro, I. 2010b. *Efemérides do Cariri*. Série Memória. Fac-símile da edição de 1963, publicada pela Imprensa Universitária do Ceará (Fortaleza-CE). Fortaleza: Edições UFC, 570 p.
- Queiroz, I.S. & Cunha, M.S. 2014. Condicionantes sócioambientais e culturais da formação do Crajubar, aglomerado urbano-regional do Cariri cearense. *Revista de Geografia (Recife)*, 31(03): 149-169.
- Riccomini, C., Giannini, P.C.F. & Mancini, F. 2003. Rios e processos aluviais. In: Teixeira, W. *et al.* (Org.). *Decifrando a Terra*. São Paulo: Oficina de Textos.
- Rodrigues, A.S., Alves, C.L.B. & Pinheiro, V.P. 2014. Reflexões sobre trama metropolitana no contexto da urbanização da região do Cariri. *DRd – Desenvolvimento Regional em debate*, 4(2): 204-231.
- Santos, R.C.P., Sousa, W.T. & Lima, H.M. 2009. Estudo da pedra-sabão na região de Ouro Preto-MG. In: ENCONTRO NACIONAL DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS E METALURGIA EXTRATIVA, 23, 2009, Gramado. *Anais [...]*. Gramado: FAURGGS.
- Sigmine. Sistema de Informações Geográficas da Mineração. 2021. *Processos minerários ativos - CE - Shapefile* (atualizados em 09 de fevereiro de 2021). Poligonais dos processos minerários ativos (incluindo áreas em disponibilidade) mantidos pela Agência Nacional de Mineração. Extensão geográfica: Ceará. Formato: Shapefile. Disponível em: <<https://dados.gov.br/dataset/sistema-de-informacoes-geograficas-da-mineracao-sigmine/resource/6eea31ef-8dd9-4f72-9be9-ec312f61f209>>. Acesso em: 02 set. 2021.
- Silva, A.D.A., Filho, J.L.R., Souza, J.C., Barros, M.L.S.C. & Lira, B.B. 2008. Aproveitamento de rejeito de calcário do cariri cearense na formulação de argamassa. *Estudos Geológicos*, 18(1): 89-93.
- Silva, J.F. 2015. 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.
- Silva, M.L. & Andrade, M.C.K. 2017. Os impactos ambientais da atividade mineradora. *Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade*, 11(6): 68-82.
- Souza, K.V., Villa Verde, R.B.R., Alamino, R.C.J. & Fernandes, F.R.C. 2014. 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, p. 117-123.

Suguio, K. 1998. *Dicionário de geologia sedimentar (e áreas afins)*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

Topodata. 2008. *Banco de dados geomorfométricos do Brasil*. Variáveis geomorfométricas locais. São José dos Campos. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/>>. Acesso em: 08 set. 2021.

Walle, M. & Jennings, N. 2003. *Segurança e saúde em minas de superfície de pequeno porte*. 1. ed. OIT; Secretaria Internacional do Trabalho. Brasília: Editora Ltda.

Schneider, R.L., Mühlmann, H., Tommasi, E., Medeiros, R.A., Daemon, R.F. & Nogueira, A.A. 1974. Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., 1974, Porto Alegre. *Anais [...]*. Porto Alegre, SBG, v. 1, p. 41-66.