

**Avaliação ambiental das áreas de extração mineral de argila no
município de Cordeirópolis/SP**

Environmental assessment of the mineral extraction of clay in Cordeirópolis/SP

*Evaluación ambiental de áreas de extracción de minerales arcillosos en el municipio de
Cordeirópolis/SP*

Paulo Henrique Vieira

Professor Doutor, UNESP, Brasil
paulohenrique.vieira@yahoo.com.br

RESUMO

As atividades de mineração estão diretamente relacionadas com as modificações da superfície terrestre. Assim, foi selecionada como área de estudo o município de Cordeirópolis, o qual teve a paisagem intensamente modificada pela atividade minerária. Para atingir o resultado seguiu-se a seguinte abordagem metodológica: Revisão bibliográfica; Processamento dos dados; Elaboração dos mapas temáticos; e Trabalhos de Campo na área de estudo. Observou-se que as minerações provocaram diversos impactos ambientais no local: retirada da vegetação e de camadas de solo, poluição da água, solo e ar, alteração hidrológica, além de gerar transtorno no tráfego da cidade. Desta forma, a elaboração de um planejamento com atividades mitigadoras é imprescindível na instalação de indústrias cerâmicas e das atividades mineradoras

PALAVRAS-CHAVE: Mineração. Impacto ambiental. Planejamento.

Abstract

Mining activities are directly related to changes in the Earth's surface. Thus, the selected study area was the city of Cordeirópolis, which had its landscape intensely modified by mining activity. To achieve the result the methodological approach chosen for this study was this: Literature review; Data processing; Elaboration of thematic maps; and the Field Works in the study area. It was observed that the mines caused several environmental impacts on the site: the removal of vegetation and soil layers, water, soil and air pollution, hydrological alteration, in addition to causing disturbance in the city's traffic. In this sense, the elaboration of a plan with activities that mitigate environmental impacts is essential in the installation of ceramic industries and mining activities.

Keywords: Mining; Environmental impact; Planning

Resumen

Las actividades mineras están directamente relacionadas con los cambios en la superficie terrestre. Así, se seleccionó como área de estudio el municipio de Cordeirópolis, cuyo paisaje fue intensamente modificado por las actividades mineras. Para lograr el resultado se siguió el siguiente enfoque metodológico: Revisión bibliográfica; Procesamiento de datos; elaboración de mapas temáticos; y Trabajo de campo en el área de estudio. Se observó que la minería provocó varios impactos ambientales en el lugar: remoción de vegetación y capas de suelo, contaminación del agua, suelo y aire, alteración hidrológica, además de generar perturbación en el tránsito de la ciudad. De esta forma, la elaboración de un plan con actividades mitigadoras es fundamental en la instalación de industrias cerámicas y actividades mineras.

PALABRAS CLAVE: Minería. Impacto ambiental. Planificación.

1. Introdução

Os limites ecossistêmicos (uso do solo, uso da água, emissão de material particulado, entre outros) do planeta não podem ser ultrapassados para atender o sistema econômico mundial, especialmente àqueles referentes ao Geossistema, ou seja, a degradação da hidrosfera, biosfera, pedosfera e atmosfera (OLIVEIRA, 2015).

Atualmente, consumimos cerca de 60 bilhões de toneladas da superfície terrestre (incluindo biomassa, combustíveis fósseis, minérios industriais e materiais de construção), média de consumo, ainda, suportável pelo planeta (ABRAMOVARY, 2012). Porém há previsões de que a extração de recursos minerais irá aumentar nos próximos anos, trazendo como consequência impactos ambientais que podem ultrapassar os limites de sustentabilidade.

A utilização desses recursos minerais pelo homem encontra-se relacionada ao seu desenvolvimento econômico e sociocultural. No Brasil, as regiões Sul e Sudeste concentram aproximadamente 72% do total de minas do país. Deste total, cerca de 90% correspondem à exploração dos principais minerais não-metálicos utilizados pelo seguimento da indústria e construção civil: areia, argila, rochas britadas e o calcário (PASCHOAL, 2014).

A mineração é definida como a extração, elaboração e beneficiamento de minerais que estão em estado natural. São inclusos também a exploração das minas subterrâneas e a céu aberto (REGENSBURGER, 2004).

A retirada dos minerais, contudo, ocorrem em escalas elevadas e com frequência extrapolam a capacidade de resiliência do ambiente promovendo modificações na superfície terrestre e conseqüentemente, na paisagem do lugar.

Assim, concorda-se com Guerra e Marçal (2014, p.47) quando afirmam que “quase todas as atividades humanas, na superfície terrestre, causam algum tipo de modificação, sendo que a mineração talvez seja uma das que mais alteram o relevo”.

Neste cenário de mineração apresenta-se a área de estudo deste trabalho, o município de Cordeirópolis, o qual se localiza na microrregião de Limeira no estado de São Paulo, integrante do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes/SP (PCSG) que apresenta grande potencial mineral de argila sendo explorado de forma exacerbada, por diversas indústrias cerâmicas.

Desta forma, pretende-se realizar uma avaliação ambiental nas áreas de mineração do município. A avaliação ambiental tem como foco analisar a origem, evolução e as conseqüências dos impactos ambientais (curto, médio e longo prazo). Através da avaliação destas alterações, que podem ser mensuradas, delimitadas, localizadas e detalhadas em um estudo, torna-se mais viável a elaboração de um projeto de recuperação ambiental de uma região, de propor medidas mitigadoras e um plano de ação visando a melhoria da qualidade ambiental (SCALCO; FERREIRA, 2013).

A extração desenfreada da argila ao longo dos anos causou impactos nos aspectos físicos e socioeconômicos. A lavra de argila era elaborada geralmente sem nenhum planejamento promovendo a degradação de importantes depósitos, desconfigurando a paisagem, que às vezes, termina em verdadeiras formações lacustres (CHRISTOFOLLETTI, 1999).

Dentre os impactos promovido pela extração mineral, há a retirada da cobertura vegetal no início do processo, em seguida ocorre a remoção de camadas dos solos e posteriormente as camadas de rochas e minérios.

Além disso, observa-se outras conseqüências relacionadas às áreas de mineração no PCSG: assoreamento dos cursos d'água; aumento da turbidez; redução da disponibilidade

hídrica subterrânea; redução da vazão dos corpos hídricos; diminuição da biodiversidade; perda de habitat para fauna terrestre; proliferação de vetores de doenças de veiculação hídrica; alteração da qualidade do ar devido a emissão de poeira, entre outros (PASCHOAL, 2014).

Com o intuito de mensurar os impactos decorridos no município de Cordeirópolis, utilizou-se as técnicas de Sensoriamento remoto e do Sistema de Informação Geográfica (SIG), especificamente o software ArcGIS, o qual possui tecnologia precisa da evolução espacial e temporal de fenômenos ambientais. Além disso, essas tecnologias podem também ser utilizadas para proporcionar uma indicação da taxa de recuperação da área pós-mineração, com base em indicadores como recuperação da vegetação, reconstrução de áreas ou remoção de resíduos sólidos (SAUSEN; LACRUZ, 2015).

1.1 Objetivos

Portanto, o objetivo deste trabalho foi elaborar uma avaliação ambiental das áreas de extração mineral no município de Cordeirópolis (4 minas ativas e 5 desativadas) com o auxílio de software de SIG.

2. Metodologia

Os procedimentos metodológicos necessários para que os resultados propostos fossem atingidos foram estruturados em várias etapas, conforme apresentado a seguir:

2.1 Revisão bibliográfica

Essa tarefa se estendeu durante todas as etapas do trabalho. Realizou-se o levantamento sobre bibliografias referentes a extração mineral, indústrias cerâmicas e de revestimento, impactos ambientais, entre outros, em artigos e revistas científicas, acervo bibliográfico da UNESP/Rio Claro, sites especializados, etc.

Adicionalmente a esta etapa realizou-se os trabalhos de gabinete como, seleção do material cartográfico, imagens aéreas do município de Cordeirópolis, definição de softwares (AutoCad e ArcGIS 10.3). Tais materiais foram necessários para a produção dos mapeamentos temáticos da área estudada.

2.2 Processamento dos dados

Esta etapa se refere ao tratamento dos dados utilizados nos mapas temáticos. Cabe ressaltar, que foram adquiridos documentos cartográficos digitais (macrozoneamento, sistema viário, rede de drenagem, limite municipal, etc.) referentes ao Plano Diretor do Município (2011), fornecido pela Secretaria de Planejamento e Habitação da Prefeitura Municipal de Cordeirópolis. Também se adquiriu dados geológicos da área de estudo (CPRM, 2014) com o propósito de caracterizar a litologia do local.

Assim, foi necessário realizar procedimentos de vetorização e edição dos documentos cartográficos, pois alguns elementos estavam incompletos, especialmente algumas feições dos recursos hídricos e das rodovias do município de Cordeirópolis/SP. Estes dados encontravam-se

no formato Autocad (.dwg) e para serem incorporados na interface do ArcGIS foi preciso convertê-los em *shapefile*.

Outro aspecto importante refere-se ao sistema de coordenadas, pois o material cartográfico e os dados geológicos disponibilizado pelo Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), foram produzidos em coordenadas geográficas, entretanto nesta pesquisa adotou-se o sistema de coordenadas UTM, o que demandou a transformação geométrica e a padronização de tal sistema.

Também foi preciso realizar o georreferenciamento de todo os dados, o qual consiste em atribuir localização a informação, e tem como principais requisitos ser única (somente uma localização associada a uma dada referência); que possa ser compartilhada dentre todas as pessoas que utilizarem a informação; e, precisa ser persistente ao longo do tempo (LONGLEY et al., 2013).

2.3 Elaboração dos mapas temáticos

O SIG engloba recursos que permitem desde o georreferenciamento de mapas e de produtos de Sensoriamento Remoto, bem como o mapeamento, a integração de dados, até a etapa de acabamento e arte final (layout) de mapas. Assim, a partir da base cartográfica e de outras fontes de informações, é possível elaborar os mapas temáticos de maneira simples e ágil, visando integrar os dados para a produção de documentos de síntese, fundamentais para a tomada de decisão relativa ao planejamento do uso do território.

Diante do exposto, os mapas temáticos foram elaborados no ambiente do SIG, utilizando-se a interface do ArcMap do software ArcGIS 10.3. Nesse ambiente, adotou-se o sistema de coordenadas UTM usual em mapeamentos de escala grande e média (ROSA, 2009) e o Datum SIRGAS 2000, zona 23 Sul, conforme estabelecido pelo IBGE, o qual definiu esse sistema geodésico como referência no território nacional.

Para o mapeamento das formações geológicas foram adquiridos dados litológicos, georreferenciados, da CPRM (no formato digital, tipo .shp); considerando-se que essas informações foram produzidas em coordenadas geográficas, foi necessário convertê-las para a projeção SIRGAS 2000 e coordenadas UTM zona 23S.

Cabe ressaltar, que esse banco de dados original do CPRM abrange todos os municípios do polo cerâmico de Santa Gertrudes. Portanto, extraiu-se deste arquivo geral as formações geológicas referentes ao município de Cordeirópolis (Quadro 1).

Quadro 1 – Formações Geológicas do município de Cordeirópolis

Era	Grupo	Período	Classe	Formação Geológica
Cenozoico-Mesozoico	*	Paleogeno	ENrc	Rio Claro
Mesozoico	São Bento	Cretaceo	K1sg	Grupo Serra Geral
	Passa Dois	Permiano	P3T1p	Piramboia
		Permiano	P3T1care	Corumbataí
		Permiano	P2i	Irati
	Guatá	Permiano	P1tt	Tatuí
Itararé	Carbonífero	C2P1i	Itararé	

Fonte: CPRM (2014)

*Não consta o grupo à qual pertence a formação Rio Claro

Além deste, produziu-se o mapa de “localização das áreas de mineração no município de Cordeirópolis”, através, principalmente, dos trabalhos de campo elaborados na região.

2.4. Trabalhos de campo

No caso desta pesquisa, os trabalhos de campo foram realizados no município Cordeirópolis, visando caracterizar as áreas de expansão urbana, além de modificações ocorridas nas áreas de mineração e indústria cerâmica estudada, através de observações sistemáticas e registros fotográficos.

Os trabalhos que caracterizaram essa fase ocorreram entre 2018 e 2021, foram realizados 3 trabalhos de campo, onde se visitou 16 locais no município de Cordeirópolis, sendo que alguns desses locais foram visitados mais de uma vez. Os trabalhos “in loco” tiveram os seguinte propósitos: 1 – 02/12/18: conhecimento do perímetro urbano de Cordeirópolis e a localização das indústrias cerâmicas; 2 – 26/08/2021: avaliar áreas de mineração e antiga extração mineral, observando-se a vegetação, recursos hídricos (formação de lagos) e a presença ou não de resíduos (cascalho, argila, etc.) no entorno desses locais; 3 – 23/11/2021: avaliar outras áreas de mineração e antiga mineração, além de observar as vias (estradas) umidificadas para minimizar a poeira, para a caracterização da área.

Vale salientar, que através dos trabalhos de campo obteve-se um acervo fotográfico georreferenciado, abrangendo diversas áreas do município de Cordeirópolis.

3. Resultados

Com base nos procedimentos metodológicos aplicados nessa pesquisa, foram obtidos mapas temáticos do município de Cordeirópolis. Os mapas temáticos conformam um sistema para responder perguntas e embasar decisões ou auxiliar na resolução de problemas (MOURA, 2014).

3.1. Aspectos Geológicos do município de Cordeirópolis

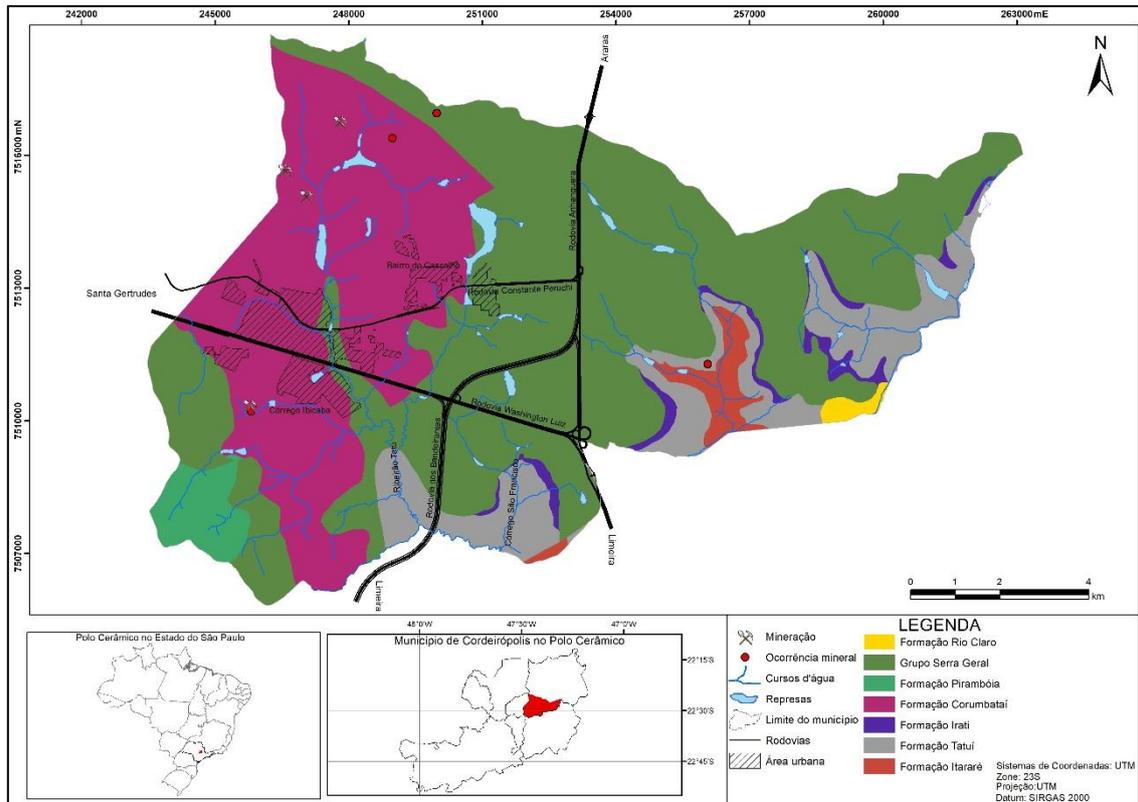
O conhecimento das características geológicas para a compreensão do meio ambiente é extremamente importante, como destaca Crepani et al. (2001):

A contribuição da Geologia para a análise e definição da categoria morfodinâmica da unidade de paisagem natural compreende as informações relativas à história da evolução geológica do ambiente onde a unidade se encontra e as informações relativas ao grau de coesão das rochas que a compõem. Por grau de coesão das rochas entende-se a intensidade da ligação entre os minerais ou partículas que as constituem (CREPANI et al., 2001, p.32).

Os estudos sobre a geologia fornecem subsídios para a análise da fragilidade, bem como para a análise do relevo e a compreensão dos tipos de solos que ocorrem em cada unidade (ROSS, 1995).

Nesse aspecto, o município de Cordeirópolis é constituído pelas seguintes Formações Geológicas: Corumbataí, Irati, Itararé, Piramboia, Rio Claro, Serra Geral e Tatuí (Figura 1).

Figura 1 – Mapa das formações geológicas do município de Cordeirópolis



Fonte: CPRM (2014)

Além da presença de 4 áreas de mineração, há no município 4 áreas de ocorrência mineral, localizadas no Grupo Serra Geral (2 pontos), e na formação geológica Corumbataí (2 pontos), esses locais no futuro se constituirão em áreas de mineração. A argila é explorada na Formação Corumbataí, “que apesar de comportar variações texturais e mineralógicas, praticamente toda a sua coluna litológica pode ser utilizada na fabricação de produtos cerâmicos” (IPT, 2012, p.62). Essa constitui-se como a principal fonte de matéria prima mineral para as indústrias de revestimentos cerâmicos do PCSG.

A formação Corumbataí tem melhores exposições em frentes as lavras. Nesta formação, a matéria prima é aproveitada desde a camada mais superficial até níveis mais profundos de rocha parcialmente intemperizada (FERREIRA, 2007).

O Grupo Serra Geral, é a matéria-prima para rocha britada, utilizada em construção civil. Tal formação encontra-se por todo o município, principalmente, nas regiões central e leste.

Corumbataí e Serra Geral são as formações geológicas de maior extensão territorial, abrangendo 40,86km² e 72,07km² respectivamente, ocupando 82% da área do município de Cordeirópolis/SP. A área urbana do município também se encontra sobre estas formações, sendo que 84% da cidade localiza-se sobre a formação geológica Corumbataí e, o restante (16%) sobre a formação Serra Geral.

As formações geológicas Rio Claro, Itararé e Tatuí, ocupam 14% do município de Cordeirópolis. Localizam-se na extremidade Sul e Sudeste do município, na divisa com o município de Limeira/SP, são compostos por arenitos e siltitos. Na formação Rio Claro nota-se a presença de lagoas desenvolvidas, além de voçorocas (LORETI JUNIOR; SARDOU FILHO; CALTABELOTI, 2014).

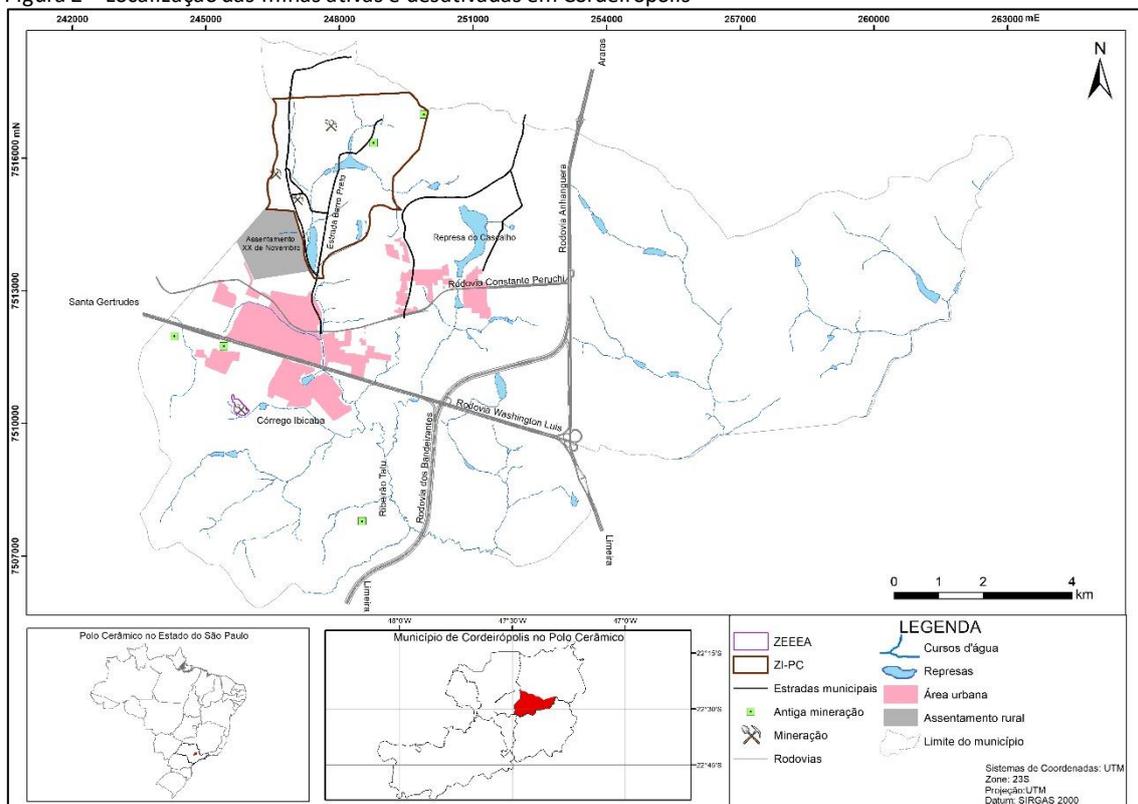
Já formação Piramboia, composta por arenitos finos a grossos, encontra-se entre os limites municipais de Cordeirópolis e Iracemápolis, no setor sudoeste.

3.2. Análise das áreas de mineração no município de Cordeirópolis

O município de Cordeirópolis/SP abrange duas regiões para a extração de argila. Uma das áreas de mineração localiza-se na região sul do município conforme o 5º parágrafo do artigo 48 da Lei nº 179 de 29 de dezembro de 2011 – Zoneamento de uso e ocupação do solo, que estabelece “Parte do Sítio Jequitibá a oeste da Estrada Municipal Hugo Bacochina (COR-364), fica destinada a exploração e extração de argila” (CORDEIROPÓLIS, 2011, p.19). Além disso, o artigo 48 da referida Lei afirma que “a extração de argila e implantação de pátio de secagem não poderá ocorrer a menos de 1km (um) da área de expansão urbana, exceto no polo cerâmico” (CORDEIROPÓLIS, 2011, p.19). Entretanto, na mineração do sítio Jequitibá, permite-se a extração de argila mesmo próximo à área urbana (menos de 1km), sendo definido como Zona Especial de Exploração e Extração de Argila (ZEEEA). Todavia, as áreas próximas (até 1km) das minas sofrem intensamente os efeitos dos impactos ambientais ocasionados pela atividade minerária. Além desse, há outro local, ao norte do município, destinado à exploração de argila, denominado Zona Industrial do Polo Cerâmico (ZI-PC).

Das quatro minas ativas, três encontram-se no ZI-PC e a outra está no sítio Jequitibá (ZEEEA), próximo ao córrego Ibicaba; além disso, observa-se cinco minas desativadas: duas encontram-se às margens da rodovia Washington Luís (região sudoeste de Cordeirópolis), uma ocupa a parte sul, próximo ao município de Limeira, e o restante está no ZI-PC (Figura 2).

Figura 2 – Localização das minas ativas e desativadas em Cordeirópolis



Fonte: Plano Diretor de Cordeirópolis (2011)

Devido à dificuldade de acesso as minerações, por constituírem-se de áreas privadas e cercadas, algumas imagens foram obtidas à distância, não demonstrando detalhes sobre os impactos das minerações. Além disso, as análises realizadas nessa pesquisa foram empíricas. Para uma análise mais aprofundada sobre a qualidade do ar e da água, por exemplos, deveriam ser desenvolvidas pesquisas específicas e aplicadas técnicas de laboratório. De modo geral, a atividade de mineração de argila do município é altamente degradante, pois é realizada a céu aberto, envolvendo a retirada da vegetação e, em seguida o decapeamento, gerando a cava.

No estado de São Paulo, a legislação permite que as lavras atinjam e ocorram abaixo do nível do lençol freático (PASCHOAL, 2014); as áreas mineradoras, geralmente, atingem e ultrapassam este nível, ocasionando a formação de lagos. Essas atividades acarretam alterações hidrológicas. Cabe ressaltar, que após a extração de argila, os lagos formados em áreas de mineração, podem ser destinados ao uso, por exemplo, de piscicultura, evitando seu abandono e consequente eutrofização (MECHI; SANCHEZ, 2010).

Na Figura 2 observa-se que as áreas de mineração no ZI-PC (Figura 3, 4 e 5), são acessadas por uma estrada de terra, denominada de Barro Preto, observa-se alta quantidade de resíduos, portanto, esses são dois fatores propícios a poluição do ar.

Figura 3 – Resíduos em área de mineração



Fonte: Autor (2021)

Na figura 4 observa-se uma mineração com alta quantidade de resíduos, a área é fechada e a entrada é permitida apenas as pessoas autorizadas; na imagem da figura 5 ocorre um pátio de secagem a céu aberto, esses lugares localizam-se próximo as minas e a argila passam por uma pré-secagem, ficando exposta ao sol por dias, semanas ou meses; durante esse período permanece coberto para evitar nova absorção de umidade e facilitar o carregamento dos caminhões que o transportam (OLIVEIRA, 2015).

Figura 4 – Alta quantidade de resíduos



Fonte: Autor (2021)

Figura 5 – Pátio de secagem em área de mineração



Fonte: Autor (2021)

Outra área de mineração do município de Cordeirópolis/SP localiza-se na região sul, na área compreendida pela ZEEEA (Figura 6).

Figura 6 – Zona Especial de Exploração e Extração de Argila (ZEEEA)



Fonte: Autor (2021)

Na ZEEEA (único local autorizado para a extração de argila a menos de 1km da área urbana), observa-se que ocorreu a retirada da camada do solo formando uma cava, a qual atingiu o lençol freático, gerando lagos de tonalidade verde; nessa área, observou-se à deposição de resíduos, como também a falta de vegetação arbórea.

Além das 4 áreas de mineração, há no município outros 5 locais de antiga mineração, que estão sob domínio da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) para que sejam implementadas ações para a sua conservação e recuperação. Contudo, observou-se em trabalhos de campo que os locais de antiga mineração (Figura 7 e 8) não estão totalmente recuperados, e não possuem a cobertura de vegetação necessária para sua recuperação.

Figura 7 – Antiga mineração



Fonte: Autor (2021)

Figura 8 – Antiga mineração



Fonte: Autor (2021)

Na figura 7, o acesso ocorre pela estrada barro preto, observa-se dois extensos lagos formados pela extração de argila, e a falta de vegetação para a recuperação do local. Na figura 8, essa mineração desativada encontra-se na região sul do município (próximo ao município de Limeira), percebe-se vegetação rasteira, porém escassa, e uma grande quantidade de resíduos e lixo deixados no local.

Os locais de antiga mineração no município de Cordeirópolis são considerados áreas de interesse ambiental antrópico, conforme o artigo da Lei complementar nº 178, de 29 de dezembro de 2011 – Zoneamento de uso e ocupação do solo (CORDEIRÓPOLIS, 2011). Todos esses locais apresentam pequenas parcelas com vegetação no entorno, mas o restante das áreas (incluindo a cava) encontra-se desprovido de vegetação, portanto, apresentam divergências quanto às recomendações de proteção e conservação dessas áreas.

3.3. Extração mineral em Cordeirópolis: impactos ambientais

No caso das indústrias cerâmicas do PCSG, a partir da década de 1990, houve a modernização do setor, através da aquisição de maquinários provenientes da China e Itália, ampliando a produção e, conseqüentemente, gerando maior demanda por argila, ocasionando impactos na água, solo, vegetação e no ar (CHRISTOFOLETTI et al., 2012) (Quadro 2)

Quadro 2 – Processo produtivo e impacto ambiental

Processo Produtivo	Impacto ambiental
Extração da argila	Degradação do solo, lençol freático e vegetação
Secagem de matéria prima	Poluição do ar
Esmaltação	Contaminação do solo
Queima de piso	Liberção de flúor; Contaminação do solo e do ar.
Transporte	Poluição do ar

Fonte: Christofolletti et al. (2012)

O processo produtivo acarreta em outros impactos ambientais como: problemas com a mobilidade urbana e buracos nas vias de circulação, em decorrência do intenso tráfego de caminhões; ruídos (associados à operação de máquinas); alterações hidrológicas (aumento da turbidez da água, redução da vazão, formação de lagos, contaminação da água); desfiguração da paisagem; perda de habitat e afugentamento da fauna; possibilidade de extinção de espécies; redução da qualidade das águas subterrâneas e superficiais, o que afeta o consumo de água, a

qual nem sempre está em condições adequadas, causando problemas de saúde (CHRISTOFOLETTI et al., 2012; PASCHOAL, 2014).

Em relação a contaminação da água, pode comprometer o abastecimento de água da cidade. Como ocorreu em 2005, no município de Santa Gertrudes (integrante do PCSG), ocasionando o fechamento de sete empreendimentos minerários na região (FUINI, 2013).

Com relação à poluição do ar, as concentrações de Material Particulado (MP10) na região, ultrapassam o recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e já atingiram 258 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (CHRISTOFOLETTI et al., 2012).

Ainda sobre esse aspecto, a movimentação de máquinas para extrair e, principalmente, de caminhões para transportar argila, por meio de estradas de terra, produz grande volume de poeira. Assim, visando diminuir a poeira nas estradas (Figura 9), as indústrias cerâmicas realizam a umidificação das vias regularmente (Figura 10):

Figura 9 – Poeira na estrada



Fonte: Autor (2021)

Figura 10 – Umidificação da estrada



Fonte: Autor (2021)

As figuras 9 e 10 ocorreram na estrada barro preto, via de acesso a várias áreas de mineração e de indústrias cerâmicas.

Ainda com o intuito de reduzir a poluição do ar, houve a instalação de filtros nas chaminés das indústrias para evitar a liberação de fluoreto (composto contendo flúor (F), que ocorre quando a argila é queimada nos fornos a uma temperatura acima de 800°C). Após as indústrias instalarem os equipamentos de controle de emissão, houve uma redução de 60% na poluição do ar na região do PCSG (FUINI, 2013).

Para recuperar as áreas de mineração é necessário minimizar a poluição hídrica e a erosão. Além disso, é recomendável a implantação de cobertura vegetal por toda a área. De acordo com a Constituição Federal Brasileira (1988), a recuperação das áreas de mineração e possíveis danos e prejuízos a terceiros, que resultarem, direta ou indiretamente da lavra, é de responsabilidade do empreendedor das indústrias de extração mineral.

Portanto, propondo evitar novos impactos ambientais, é necessário que as intervenções humanas sejam planejadas com objetivos claros de ordenamento territorial, tomando-se como premissas as potencialidades dos recursos naturais e humanos e as fragilidades dos ambientes (ROSS, 1994), para isto é necessário um planejamento e monitoramento de todas as ações que possam atingir o meio ambiente.

4. Conclusão

A humanidade (desde os primórdios) percebeu a relação existente entre os recursos naturais e suas respectivas utilidades. Dentre estes recursos estão os minerais, os quais são extraídos em quantidades cada vez maiores a fim de atender as necessidades e o bem-estar social.

E a exploração dessa matéria-prima, geralmente, ultrapassa a resiliência do local ocasionando diversos impactos ambientais e sociais.

Essa situação foi analisada, a partir da avaliação ambiental do município de Cordeirópolis, localizada no interior do estado de São Paulo (microrregião de Limeira), no qual as indústrias cerâmicas, através da extração mineral, promoveram alterações na superfície terrestre.

A escolha do município como unidade de estudo, visando analisar as modificações dos aspectos físicos e sociais alterados pelas minerações de argila, mostrou-se satisfatória. Pois observou-se na região que tais atividades causaram impactos no meio biótico e físico, com a retirada da cobertura vegetal, camadas de solos (devido ao grande volume de material lavrado), alterações hidrológicas (superficiais e subterrâneas) ocasionando a formação de lagos, alterando completamente a paisagem local. Além disso, promoveram impactos sonoros, transtornos no trânsito (tráfego intenso de caminhões), poluição do ar e água, entre outros.

Também foi passível de analisar, que as áreas de antiga mineração, não foram recuperadas no local, apresentando uma paisagem totalmente diferente do original, demonstrando um descaso de órgãos públicos e mineradoras com a questão ambiental.

Desta forma, ressalta-se que devido a magnitude dos impactos ambientais gerados, não há áreas propícias para à atividade mineral, porém medidas para minimizar os impactos ambientais (filtros nas chaminés, vias de circulação específica para o transporte do material, umidificação das vias, cobertura vegetal em minas antigas, etc.) são essenciais para amenizar os efeitos no meio ambiente.

Referências

ABRAMOVAY, R. **Muito além da economia verde**. São Paulo: Ed. Abril, 2012.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 12 maio 2021.

CHRISTOFOLETTI, S. R. **Estudo mineralógico, químico e textural das rochas sedimentares da Formação Corumbataí "Jazida Cruzeiro"**, e suas implicações nos processos e produtos cerâmicos. 1999. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

CHRISTOFOLETTI, S. R.; SOBRINHO, J. M. A.; SOUZA, M. H. O.; MORENO, M. M. T. Impactos positivos e negativos da atividade minerária no APL de Santa Gertrudes – SP. **Cerâmica Industrial**, v.17, nº3, p. 32-38, 2012.

CORDEIRÓPOLIS. Prefeitura Municipal. **Zoneamento de Uso e Ocupação do SOLO**. Cordeirópolis, 2011.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; AZEVEDO, L.G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T. G.; BARBOSA, C. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico- Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013.

FERREIRA, G.C. **Relatório Final de Pesquisa**. Processo DNPM – Argila para Cerâmica Vermelha. Rio Claro, 2007.

FUINI, L. L. **Estudo do mercado de trabalho em Arranjo Produtivo Local (APL): Território e produção cerâmica em Santa Gertrudes/SP**. Revista Estudos Geográficos. Rio Claro, nº5, p.87-100, 2013.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. dos S. **Geomorfologia ambiental**. 6ªed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE – Disponível em:

<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/cordeiropolis/panorama>> Acesso em: 05 de abril de 2021.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Formulação do plano diretor de mineração dos municípios de Santa Gertrudes, Cordeirópolis, Ipeúna, Iracemápolis e Rio Claro** – Relatório Final. Prefeitura Municipal de Santa Gertrudes, 2012.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. **Sistemas e ciência da Informação Geográfica**. Revisão técnica: Heinrich Hasenack, Eliseu José Weber. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

LORETI JUNIOR, R.; FILHO, R. S.; CALTABELOTI, F. P. **Informe de recursos minerais**. Programa Geológico do Brasil. Série Rochas e Minerais Industriais, nº11, São Paulo: CPRM, 2014.

MECHI, A.; SANCHEZ, D. L. Impactos ambientais da mineração do Estado de São Paulo. **Revista Estudos Avançados**, v.24, p.209-220, 2010.

MOURA, A. C. M. **Geoprocessamento na Gestão e Planejamento urbano**. 3ªed. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 2014.

OLIVEIRA, M. **Caracterização mineralógica e química das fontes de poeira e sua influência na atmosfera da região do polo cerâmico de Santa Gertrudes (SP)**. 149f. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2015.

PASCHOAL, L. G. **Estudo dos efeitos da criação de morfologias antropogênicas em área de mineração**. 177f. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2014.

REGENSBURGER, B. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração de argila através da regularização topográfica, da adição de insumos e serapilheira, e de atratores de fauna**. 2004. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/86827>. Acesso em: 07 de novembro de 2020.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 6 ed. Uberlândia: EDUFU, 2009.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**. n. 8, p.63-74. 1994.

_____. Análises e Sínteses na Abordagem Geográfica da Pesquisa para o Planejamento Ambiental. **Revista do Departamento de Geografia da USP**. São Paulo. nº 9. p.65-75, 1995.

SAUSEN, T. M.; LACRUZ, M. S. P. **Sensoriamento Remoto para desastres**. São Paulo: Oficina de Texto, 2015.

SCALCO, J. P.; FERREIRA, G. C. Impactos ambientais da mineração de argila para cerâmica vermelha na sub-bacia do ribeirão Jacutinga – Rio Claro e Corumbataí (SP). **Revista geociências**. v.32, nº 4, p.760-769. 2013