

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL EM MUNICÍPIOS**

MEIRE MATEUS DE LIMA

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DOS IMPACTOS DA EXPANSÃO
MINERÁRIA NO MUNICÍPIO DE RIO CLARO, SP**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

MEDIANEIRA
2018

MEIRE MATEUS DE LIMA



**ANÁLISE MULTITEMPORAL DOS IMPACTOS DA EXPANSÃO
MINERÁRIA NO MUNICÍPIO DE RIO CLARO, SP**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós-Graduação em Gestão Ambiental em Municípios - Polo UAB do Município de Cruzeiro do Oeste, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Medianeira.

EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA

Orientador: Prof. Dr. José Hilário Delconte Ferreira

MEDIANEIRA

2018



TERMO DE APROVAÇÃO

Análise Multitemporal dos Impactos da Expansão Minerária no Município de Rio Claro, SP

Por

Meire Mateus de Lima

Esta monografia foi apresentada às 11:30 h do dia 09 de junho de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios - Polo de Cruzeiro do Oeste, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Prof. Dr. José Hilário Delconte Ferreira
UTFPR – Campus Campo Mourão
(orientador)

Prof. Dr. Edivando Vitor do Couto
UTFPR – Campus Campo Mourão

Prof^a. Dr^a. Luciane Maria Vieira do Couto
UTFPR – Campus Campo Mourão

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso-.

Dedico este trabalho a meu pai, José Mateus de Lima (*in memoriam*), por todo seu esforço, dedicação e amor para com a nossa família.

AGRADECIMENTOS

Aos professores do curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios - UTFPR, Campus Medianeira.

Aos tutores presenciais e a distância e aos funcionários do Pólo da UAB de Cruzeiro do Oeste que nos auxiliaram no decorrer da pós-graduação.

Ao meu orientador professor Dr. José Hilário Delfonte Ferreira e à banca examinadora, Prof. Dr. Edivando Vitor do Couto e Prof^a. Dr^a. Luciane Maria Vieira do Couto, por terem avaliado este trabalho.

Ao técnico Carlo Burigo, da Estação Meteorológica do Centro de Análise e Planejamento Ambiental (CEAPLA/IGCE/UNESP), pela presteza no repasse das informações meteorológicas.

Ao Nicolás Annunziato pelo auxílio na revisão do texto.

Aos meus pais, Graciana e José (*in memoriam*), pela orientação, dedicação e incentivo em todas as etapas de toda minha vida.

“A natureza pode suprir todas as necessidades do homem, menos a sua ganância”. (GANDHI)

RESUMO

LIMA, Meire Mateus de. **Análise Multitemporal dos Impactos da Expansão Minerária no Município de Rio Claro, SP**. 2018. 62f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

A mineração é uma atividade de suma importância para o desenvolvimento econômico e social no Brasil, sendo o Pólo Cerâmico do Santa Gertrudes, onde se insere o município de Rio Claro, um dos maiores produtores de revestimentos das Américas. Todavia, esta atividade gera inúmeros impactos ambientais negativos, em especial para as áreas de vegetação nativa, para a estabilidade do meio físico e para a saúde da população. Deste modo, este estudo buscou diagnosticar, por meio de um estudo multitemporal, os impactos gerados pelas atividades minerárias nas áreas de vegetação natural no município de Rio Claro, assim como analisar a importância do Plano Diretor Municipal como ferramenta para nortear os usos da terra, conciliando-os com a preservação dos recursos naturais. Para tanto, a rede drenagem foi extraída das folhas topográficas, a partir das quais foram definidas as suas áreas de preservação permanente (APPs). As áreas de lavra ativas do município foram obtidas junto a Agência Nacional de Mineração e, para a análise multitemporal, utilizou-se das imagens de satélites orbitais datadas de 1986 e 2017. Com os resultados foi possível constatar que no município de Rio Claro, no ano de 1986, havia um déficit de vegetação nas APPs de 67,6% e, no ano de 2017, de 57,4%. Com relação à preservação ambiental nas propriedades com concessão de lavras ativas, o déficit de vegetação nas APPs caiu de 75,4% para 62,2% no período analisado. E, se considerarmos as APPs e reservas legais conjuntamente, de acordo com a legislação ambiental vigente, elas deveriam perfazer 20% da área total das propriedades minerárias, entretanto, elas não ultrapassam os 15% da área. Posto isto, mesmo que não tenha ocorrido perdas de vegetação nas APPs no período analisado, os ganhos foram muito pequenos, havendo muito o que ser recuperado pelos proprietários das áreas de lavra. O Plano Diretor Municipal (PDM), por sua vez, divide o território em macrozonas, descrevendo quais atividades são permitidas em cada uma delas. Nele é possível perceber que a extração mineral de empresas de pequeno porte é permitida em praticamente toda a área municipal, incluindo as áreas pertencentes a Área de Proteção Ambiental Piracicaba/Juqueri-Mirim, destinada, principalmente, à proteção dos recursos hídricos superficiais. Deste modo, tais usos podem impactar a manutenção dos recursos naturais, a recarga dos aquíferos e, conseqüentemente, o abastecimento público de água. Neste sentido mostra-se extremamente importante que o PDM delimite os sítios mais adequados para a extração mineral, possibilitando assim que sejam conciliados o desenvolvimento socioeconômico e a proteção ambiental.

Palavras-chave: Preservação Ambiental. Gestão Ambiental. Mineração. Planejamento Ambiental. Plano Diretor Municipal.

ABSTRACT

LIMA, Meire Mateus de. **Multitemporal Analysis of Mining Expansion Impacts in the city of Rio Claro, SP.** 2018. 62f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

Mining is an extremely important activity for economic and social development in Brazil, with the Santa Gertrudes Ceramic Complex, in Rio Claro, one of the largest lining producers in the Americas. However, this activity generates several negative environmental impacts, especially for native vegetation, for the stability of the physical environment and for the health of the population. Thus, this study sought to diagnose, through a multitemporal study, the impacts generated by the mining activities in the areas of natural vegetation in the city of Rio Claro, as well as to analyze the importance of the Municipal Master Plan as a tool to guide land uses, reconciling them with the preservation of natural resources. For this, the drainage network was extracted from the topographic charts, from which its areas of permanent preservation (APPs) were defined. The active mining areas of the city were obtained from the National Mining Agency and, for the multitemporal analysis, the images of orbital satellites dating from 1986 and 2017 were used. With the results it was possible to verify that in the municipality of Rio Claro, in the year of 1986, there was a vegetation deficit of 67.6% in the APPs and, in 2017, 57.4%. Regarding the environmental preservation in the properties with concession of active mining works, the deficit of vegetation in the APPs decreased from 75.4% to 62.2% in the analyzed period. And, if we consider the APPs and legal reserves together, according to the current environmental legislation, they should account for 20% of the total area of the mining properties, however, they do not exceed 15% of the area. Therefore, even though there were no losses of vegetation in the APPs, the gains were very small, and there is a lot to be recovered by the landowners. The Municipal Master Plan (PDM), on the other hand, divides the territory into macrozones, describing which activities are allowed in each of them. It is possible to notice that the mineral extraction of small companies is allowed in practically all the municipal area, including the areas belonging to the Piracicaba/Juqueri-Mirim Environmental Protection Area, mainly destined to the protection of surface water resources. In this way, such uses can impact the maintenance of natural resources, the recharge of aquifers and, consequently, the public water supply. Thus, it is extremely important that the PDM establishes the most appropriate sites for mineral extraction, enabling the reconciliation of socioeconomic development and environmental protection.

Keywords: Environmental Preservation. Environmental Management. Mining. Environmental Planning. Municipal Master Plan.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização do Município de Rio Claro, SP.	26
Figura 2: Médias Mensais dos Dados Meteorológicos Obtidos no Município de Rio Claro.....	27
Figura 3: Geologia do Município de Rio Claro.....	28
Figura 4: Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Piracicaba/Capivari/Jundiaí.	33
Figura 5: Rede de Drenagem do Município de Rio Claro.....	33
Figura 6: Rio Corumbataí.	34
Figura 7: Unidades de Conservação inseridas no Município de Rio Claro.....	35
Figura 8: Mineração de Calcário em Rio Claro.....	38
Figura 9: Cava de Argila Abandonada em Rio Claro.....	39
Figura 10: Processos Requeridos para Exploração Mineral em Rio Claro.....	40
Figura 11: Substâncias Minerais Extraídas em Rio Claro.	43
Figura 12: Áreas de Preservação Permanente em Rio Claro.....	44
Figura 13: Distribuição da Vegetação Natural no Município de Rio Claro nos anos de 1986 e 2017.	46
Figura 14: Macrozoneamento do Município de Rio Claro.	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Rendimento Médio dos Empregos Formais em Rio Claro (2016).	37
Tabela 2: Processos Minerários em Fase de Concessão de Lavra em Rio Claro.....	41
Tabela 3: Áreas de Preservação Permanente (APP) em Rio Claro.	47
Tabela 4: Áreas de Preservação Permanente (APPs) das Propriedades Mineradoras do Município de Rio Claro.	47
Tabela 5: Reserva Legal (RL) das Propriedades Mineradoras de Rio Claro.....	48
Tabela 6: Classificação do Porte das Minas a Céu Aberto.	51

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	11
1.1 OBJETIVOS	13
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	14
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1 MEIO AMBIENTE E IMPACTOS AMBIENTAIS	17
3.2 MINERAÇÃO: IMPORTÂNCIA, IMPACTOS E LEGISLAÇÃO	18
3.3 RECUPERAÇÃO, REABILITAÇÃO E RESTAURAÇÃO AMBIENTAL	21
3.4 SENSORIAMENTO REMOTO: ESTUDO MULTITEMPORAL	23
3.5 IMPORTÂNCIA DOS PLANOS DIRETORES MUNICIPAIS.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	26
4.1.1 Localização	26
4.1.2 Clima	27
4.1.3 Geologia	28
4.1.4 Geomorfologia	31
4.1.5 Pedologia	31
4.1.6 Recursos Hídricos	32
4.1.7 Vegetação	35
4.1.8 Socioeconomia e Atividade Minerária	37
4.2 DISTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS DE LAVRA NO MUNICÍPIO.....	39
4.3 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	44
4.4 MUDANÇAS NA OCORRÊNCIA DA VEGETAÇÃO NATURAL ENTRE OS ANOS DE 1986 E 2017	45
4.5 PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE RIO CLARO	49
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
REFERÊNCIAS.....	54

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Devido à riqueza e diversidade de formações geológicas, substâncias e paisagens, o Brasil possui uma grande diversidade de minérios, fornecendo matéria-prima para inúmeras atividades e gerando empregos e renda para os governos municipais e estaduais, sendo assim, a mineração é uma atividade primordial para o desenvolvimento econômico e social no Brasil.

Todavia, a forma como estes recursos têm sido explorados é preocupante por gerar diversos impactos ambientais negativos, como a supressão indiscriminada da vegetação nativa, destruição de nichos ecológicos, depreciação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, geração e dispersão de particulados finos na atmosfera, alteração das paisagens e, principalmente, pelo fato das medidas mitigadoras contidas nos planos de lavra não serem seguidas de forma adequada. Tais impactos vem causando diversos problemas como o comprometimento do abastecimento público de água, impacto visual, conflito com outros usos do solo e problemas de saúde (CHRISTOFOLETTI; MORENO, 2011).

O Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes é o maior produtor de revestimentos das Américas e um dos principais do mundo. Localizado na porção centro-sudeste do Estado de São Paulo, ele engloba os municípios de Rio Claro, Santa Gertrudes, Cordeirópolis, Araras, Limeira, Ipeúna e Itacemópolis, e é cortado pelas rodovias Washington Luís (SP-310) e Bandeirantes (SP-348) e pela ferrovia da antiga Fepasa (atual ALL Logística). Sua produção concentra-se na geração de revestimento cerâmico pelo processo de moagem a seco, envolvendo diversos segmentos como instituições de ensino e pesquisa, mineração, empresas cerâmicas, comércio e fornecedores de materiais, insumos e equipamentos (CHRISTOFOLETTI; MORENO, 2011).

O município de Rio Claro, em específico, apresenta grande disponibilidade de argila e material argiloso provenientes da Formação Corumbataí, os quais são amplamente explorados, tanto pela indústria cerâmica de revestimento quanto por pequenos produtores de cerâmica vermelha (SCALCO, 2012). Hoje, de acordo com dados do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM, 2018), no município de Rio Claro existem 65 propriedades com atividade minerária ativa, somando 3.127 ha de área.

A extração de argila em Rio Claro teve início na década de 1950, aumentando gradualmente ao longo das décadas de 1960 a 1980 e atingindo seu auge nas décadas de 1990 e 2000, quando houve um maior incremento no número de lavras concedidas. Assim, há mais de 50 anos as atividades de extração do material argiloso e os processos de produção vem causando impactos ao meio ambiente na região.

Nos primórdios desta atividade, a extração de argila era comumente encontrada nas áreas de várzea, sendo a este fato atribuída boa parte da fragmentação das matas ciliares municipais (SCALCO, 2012). Autores como Villalobos (1990) e Medinilha (1999) estimam que 80% das matas ciliares nas proximidades de Rio Claro e Corumbataí foram retiradas para a extração do material argiloso, causando grande fragmentação florestal.

Todavia, apesar dos impactos negativos gerados pelas atividades de mineração, ela é de suma importância para a economia municipal, em especial para os pequenos proprietários. Neste sentido, o Plano Diretor Municipal torna-se uma ferramenta de grande valia para gerir e direcionar a exploração do meio físico de forma sustentável, assim como para fazer cumprir a legislação vigente pois, com ele, são estabelecidos critérios para a instalação de atividades que visam um melhor aproveitamento mineral (SENATORE, 2017).

De acordo com Scalco (2012), para que as atividades de mineração instaladas em propriedades rurais obtenham a licença ambiental, as propriedades necessitam estar regulares com relação às suas Áreas de Preservação Permanente (APPs) e de Reserva Legal, as quais são definidas pelo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012), respectivamente, como:

área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

e:

área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa.

Neste sentido, as APPs e as Reservas Legais devem estar regulares e recuperadas (vegetadas) para que possam exercer suas funções ambientais de proteção aos recursos hídricos, ao solo e a manutenção dos processos ecológicos e da biodiversidade.

Sendo assim, este trabalho justifica-se por buscar diagnosticar, por meio de um estudo multitemporal em imagens de satélite, os impactos gerados pelas atividades minerárias nas áreas destinadas à preservação ambiental no município de Rio Claro, ao longo dos últimos 42 anos de exploração mineral.

Posto isto, este estudo propõe responder a seguinte questão: A mineração, ao longo dos anos, tem impactado de forma negativa as áreas de preservação ambiental no município de Rio Claro?

1.1 OBJETIVOS

Esta monografia tem como objetivo geral verificar se as atividades minerárias têm impactado negativamente nas áreas destinadas à preservação ambiental no município de Rio Claro.

E, como objetivos específicos buscou-se:

- identificar os locais que contém lavras ativas no município de Rio Claro, de acordo com os dados disponibilizados pelo DNPM;
- verificar a existência de áreas de preservação permanente e reservas legais antes e após as concessões de lavra;
- caracterizar os impactos da mineração no município com relação à supressão vegetal ao longo do tempo;
- analisar a contribuição do Plano Diretor Municipal de Rio Claro como ferramenta para controlar tais impactos.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa pode ser classificada, de acordo com os seus objetivos, como uma Pesquisa Exploratória pois, pretende expor os impactos causados pela exploração mineral à vegetação nativa, assim como discutir hipóteses e aprimorar ideias de como diminuir e/ou sanar tais problemas. Deste modo, segundo a sua finalidade ou natureza, ela pode ser classificada como aplicada. E, considerando os procedimentos técnicos a serem adotados, ela pode ser classificada, primordialmente, como uma pesquisa bibliográfica e documental (GIL, 2002).

A princípio procedeu-se com a fundamentação teórica do trabalho, onde foram expostos os principais temas abordados nesta monografia, sendo eles: as definições de meio ambiente e de impacto ambiental; a importância da mineração, seus principais impactos e a legislação que a norteia; recuperação, reabilitação e restauração ambiental; a relevância do estudo multitemporal, por meio do sensoriamento remoto, para este tipo de estudo; e, a importância dos Planos Diretores como norteadores das atividades antrópicas em um município.

A coleta de dados teve início com a caracterização da área de estudo, sendo realizado um levantamento bibliográfico das características físicas, bióticas e socioeconômicas do município. Tal revisão possibilitou embasar o trabalho, além de subsidiar a discussão dos resultados.

Na sequência foram obtidas, junto ao Banco de Dados do Exército (BDGEx), as folhas topográficas que abrangem o município de Rio Claro, em escala 1:50.000, desenvolvidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a saber: Rio Claro (SF-23-Y-A-I-4), Araras (SF-23-Y-A-II-3), Corumbataí (SF-23-Y-A-I-2), Itirapina (SF-23-Y-A-I-3), Leme (SF-23-Y-A-II-1) e Piracicaba (SF-23-Y-A-IV-2), editadas entre 1969 e 1971.

A partir das cartas topográficas foi extraída a rede de drenagem do município. Devido às mudanças ocorridas na paisagem desde a edição destas cartas, em especial no tocante ao traçado dos corpos d'água meandantes, e visando uma representação mais próxima da realidade local, tal traçado foi ajustado com base na

*World Imagery*¹, imagem de satélite disponibilizada pelo *software* de geoprocessamento ArcGis 10.4.

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) foram geradas com base nesta rede de drenagem, sendo criados *buffers* (ferramenta *Analysis Tools - Proximity - Buffer* do ArcGis 10.4) para os corpos d'água naturais e intermitentes (30 m de largura) e nascentes (50 m de raio), seguindo as disposições do Novo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012).

As áreas de mineração ativas no município foram adquiridas a partir dos dados disponibilizados pelo Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE - DNPM, 2018). Para este trabalho optou-se por analisar as áreas classificadas no sistema como em fase de concessão de lavras, pois são estas que possuem autorização para a extração mineral.

Para a análise multitemporal foram coletadas, gratuitamente, junto à Divisão de Geração de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (DGI/INPE), as imagens de satélite orbitais dos dois períodos analisados:

- 1986: satélite Landsat 5², datada de 06/10/1986, órbita/pontos 220/075-076 e,
- 2017: satélite Landsat 8³, datada de 27/08/2017, órbita/ponto 220/075.

Ambas as imagens possuem bandas multiespectrais com resolução espacial de 30 metros. Como o objetivo é caracterizar a vegetação natural, optou-se por fazer a composição das bandas espectrais 5, 4 e 3 para a Imagem Landsat 5 e, das bandas espectrais 6, 5 e 4 para a imagem Landsat 8.

Para que as imagens de épocas diferentes possam ser sobrepostas com o mínimo de erro (deslocamento), elas demandaram de um ajuste inicial, ou seja, a transformação geométrica que relaciona coordenadas geográficas (base topográfica) com as coordenadas da imagem (linhas e colunas), sendo assim registrada a imagem (INPE, 1996 apud SCALCO, 2012). Deste modo, assegura-se que os “os pixels das imagens trabalhadas sejam referentes à mesma área do terreno” nas duas imagens (CRÓSTA, 1992). Para estes ajustes das imagens Landsat utilizou-se a ferramenta *Georeferencing* do *software* ArcGis 10.4.

¹ A *World Imagery* do *software* ArcGis tem como fonte de dados as bases: *Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN e GIS User Community*.

² Landsat 5: *Land Remote Sensing Satellite*, sensor TM (*Thematic Mapper*).

³ Landsat 8: *Land Remote Sensing Satellite*, sensor OLI (*Operational Land Imager*).

Com as duas imagens corrigidas procedeu-se à identificação das áreas de mata no município. Ela foi realizada de forma automática, com o auxílio da classificação supervisionada (ferramenta *Spatial Analyst - Multivariate - Maximum Likelihood Classification* do software *ArcGis 10.4*) e, em seguida, foi calculada a área total vegetada no município nos anos de 1986 e 2017. Assim foi possível analisar as perdas e ganhos de vegetação natural dentro e fora das propriedades rurais que praticam atividades minerárias. De posse destas áreas, foram comparadas as áreas vegetadas antes do aumento exponencial de áreas minerárias no município e as existentes atualmente, podendo assim validar ou negar a hipótese deste trabalho.

E, por fim, o Plano Diretor do Município de Rio Claro (Lei Complementar nº 128, de 07 de dezembro de 2017) foi obtido junto ao site da Prefeitura Municipal, analisado no tocante à permissividade das atividades minerárias em cada uma das suas macrozonas ambientais e à sua importância como ferramenta para controlar/minimizar os impactos ambientais gerados por estas atividades.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo foram apresentadas as principais bases teóricas utilizadas para nortear esta monografia.

3.1 MEIO AMBIENTE E IMPACTOS AMBIENTAIS

A Resolução CONAMA nº 306/2002, em seu Anexo I, define meio ambiente como “conjunto de condições, leis, influência e interações de ordem física, química, biológica, social, cultural e urbanística, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”. Já a Resolução CONAMA nº 001/1986, em seu artigo 1º, define e impacto ambiental como:

... qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:
I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
II - as atividades sociais e econômicas;
III - a biota;
IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
V - a qualidade dos recursos ambientais.

O Sistema de Gestão Ambiental (NBR ISO 14.001 - ABNT, 2015), por sua vez, define impacto ambiental como “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização”.

Deste modo, os impactos ambientais associam-se a alterações ou efeitos ambientais significativos, podendo ser classificados como ambientais ou sociais, diretos ou indiretos, imediatos ou a médio e longo prazo, temporários ou permanentes, reversíveis ou irreversíveis, positivos ou negativos (benéficos ou adversos) e locais, regionais ou estratégicos.

Os impactos ambientais negativos podem levar à degradação ambiental, ou seja, à perda de adaptação das características físicas, químicas e biológicas, que podem inviabilizar o desenvolvimento socioeconômico. Ela ocorre quando a fauna e flora nativas são destruídas, removidas ou expulsas, a camada fértil do solo é perdida,

removida ou enterrada e/ou a qualidade e o regime de vazão do sistema hídrico são alterados (IBAMA, 1990).

A fim de prevenir os impactos negativos oriundos das atividades antrópicas, a legislação ambiental brasileira prevê uma série de estudos prévios à instalação de atividades potencialmente degradantes, como o Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), exigidos pelos órgãos ambientais estaduais e federais como parte decisiva nos processos de licenciamento ambiental de obras/empreendimentos.

3.2 MINERAÇÃO: IMPORTÂNCIA, IMPACTOS E LEGISLAÇÃO

O subsolo brasileiro possui importantes depósitos minerais e a produção de algumas substâncias é considerada expressiva quando comparadas ao restante do mundo. No Brasil são produzidas 72 substâncias minerais, das quais 23 pertencem ao grupo de minerais metálicos, 45 ao grupo dos minerais não metálicos e 4 ao grupo dos minerais energéticos (IBRAM, 2015).

A mineração, em função do potencial minerário nacional, é uma importante fonte de renda para a população, sendo protagonista nos setores básicos da economia e contribuindo para o bem-estar e para a melhoria da qualidade de vida da população. De acordo com Farias (2002), o perfil deste setor nacional é composto, predominantemente, por pequenas e médias minerações.

Segundo Vale (2017), são cinco os fatores que explicam a importância desta atividade para a economia do país:

- Equilíbrio econômico: equilibra os índices de crescimento nacional;
- Influência histórica: desde o Brasil colonial o potencial do setor minerário atrai investimentos e tem um bom retorno financeiro;
- Relação com fenômenos sociais: a extração mineral está associada a todos os fenômenos sociais e ao crescimento e desenvolvimento do país;
- Influência no PIB nacional: a mineração corresponde a aproximadamente 5% do PIB nacional e oferece produtos para diferentes indústrias como siderurgia, petroquímica, metalúrgica e de fertilizantes;

- Geração de empregos: oferece matéria-prima para diversos setores da indústria, contribuindo para a criação de inúmeras vagas de empregos diretos e indiretos.

Mesmo com todos os benefícios gerados pela mineração, em seus primórdios, ela foi chamada de indústria suja pois anualmente retira mais materiais da superfície terrestre do que a erosão natural e seus rejeitos excedem a quantidade de resíduos humanos gerados. Buscando alterar este cenário, houveram progressos no desenvolvimento de tecnologias mais limpas de mineração, todavia, esta atividade continua sendo a principal causa da degradação ambiental e das precárias condições de saúde em diversos países (PRESS et al., 2006).

De modo geral, pode-se citar como principais problemas oriundos das atividades minerárias:

- Alteração das formas de relevo;
- Vulnerabilidade à perda e contaminação dos solos;
- Assoreamento e contaminação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos;
- Prejuízos aos serviços ecossistêmicos⁴;
- Emissão de gases e materiais particulados;
- Falta de conhecimento adequado da jazida e/ou planejamento de lavra para o máximo aproveitamento do recurso mineral, sem levar em consideração a necessidade de recompor estas áreas após a extração;
- Irregularidades legais associadas à falta ou deficiências no licenciamento ambiental, em especial nas pequenas empresas;
- Acesso restrito a tecnologias modernas para o controle e reabilitação ambiental.

Sucintamente, os efeitos indesejados da mineração correspondem a alterações ambientais, conflitos de uso da terra, depreciação de imóveis circunvizinhos, geração de áreas degradadas e transtornos ao tráfego urbano (FARIAS, 2002). Cabe ressaltar ainda que o município de Rio Claro apresenta o segundo maior nível de partículas suspensas do Estado de São Paulo (CETESB, 2017).

⁴ Serviços ecossistêmicos são bens e serviços realizados pelos ecossistemas que beneficiam, direta ou indiretamente, a qualidade de vida do homem, dentre eles pode-se citar a regulação hídrica, o sequestro de carbono, a polinização, a produção de alimentos, energia e a ciclagem de nutrientes.

Ferreira et al. (2008) afirmam que quando não existe uma base com medidas específicas pré-definidas, o controle da degradação e a recuperação ambiental tornam-se praticamente impossíveis em algumas situações, o que pode ampliar a área degradada, incrementando a fragilidade ambiental, desestabilizando a dinâmica do ambiente, prejudicando o desenvolvimento dos serviços ecossistêmicos e, conseqüentemente, aumentando os impactos ambientais negativos gerados ao meio ambiente e à população.

Neste sentido, Scalco (2012) ressalta que boa parte dos impactos gerados pela mineração ocorrem devido à falta de planejamento e à utilização de técnicas impróprias para a pesquisa e abertura de cavas, além da falta de profissionais capacitados para tal atividade nas pequenas mineradoras.

Para nortear a atividade minerária e a preservação do meio ambiente, o Brasil conta com um conjunto de regulamentações (leis, decretos, resoluções, portarias), existindo diversos órgãos responsáveis por definir as diretrizes, atuar na concessão, fiscalização e fazer cumprir as legislações ambientais e minerais para o correto aproveitamento mineral (FARIAS, 2002), dentre eles pode-se citar o Ministério de Meio Ambiente (MMA), o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), a Agência Nacional de Mineração (ANM), antigo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), e o Ministério de Minas e Energia (MME).

A atividade minerária no Brasil é regida pelo Código da Mineração (Decreto-Lei nº 227/1967, regulamentado pelo Decreto nº 62.934/1968), criado para administrar os recursos minerais, a indústria de produção mineral e a distribuição, o comércio e o consumo de produtos minerais.

A Constituição Federal de 1988, em seu artigo 176, afirma que:

As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra (BRASIL, 1988).

Ou seja, toda exploração outorgada pela União é de interesse social, sendo assim, uma atividade de utilidade pública, já que o minério é um bem público. Ela também institui a prioridade desta atividade sobre determinadas restrições ambientais que abrigam, em caráter excepcional, recursos naturais sobre o solo onde ocorre uma jazida.

Neste sentido, há embasamento legal para que a exploração mineral seja permitida em Unidades de Conservação, todavia, apenas nas classificadas como de Uso Sustentável, podendo ser executada de acordo com o disposto em seu plano de manejo (Lei nº 9.985/2000 e Resolução Conama nº 428/2010).

A Resolução Conama nº 369/2006 dispõe “sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP”, vinculando, em seu art. 7º, a necessidade de apresentação de EIA/RIMA no processo de licenciamento ambiental para as atividades de pesquisa e extração de substâncias minerais.

Todavia, dificilmente estas legislações são seguidas da forma esperada e/ou existem fiscais suficientes para vistoriar todas áreas de lavra ativas e desativadas. No Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes, por exemplo, os principais impactos ambientais negativos são oriundos das etapas de extração e pré-beneficiamento e estão associados à ausência de medidas mitigadoras que deveriam ser executadas concomitantemente ao acompanhamento do plano de lavra (CHRISTOFOLETTI; MORENO, 2011).

3.3 RECUPERAÇÃO, REABILITAÇÃO E RESTAURAÇÃO AMBIENTAL

Após o término da lavra em uma mina existem exigências a serem cumpridas para o seu fechamento, envolvendo uma série de ações, de cunho ambiental e social, voltadas para a mitigação dos impactos negativos. Dentre as principais ações pode-se citar o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) e o Plano de Fechamento da Mina.

O PRAD deve ser desenvolvido conjuntamente ao EIA/RIMA, prevendo a melhor forma de recuperar a área que será degradada pela atividade minerária. Ele é uma obrigação imposta no processo de concessão de lavra no Brasil e deve ser elaborado e aprovado previamente pelo órgão governamental competente (LIMA et al., 2006). Tal exigência corrobora com o parágrafo 2º do artigo 255 da Constituição Federal de 1988, que obriga aquele (pessoa física ou jurídica) que explorar recursos

minerais “a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei”.

O PRAD aborda, portanto, conteúdo essencialmente ambiental, onde são propostas medidas mitigadoras e de controle e monitoramento da área após o encerramento da lavra (SCLALCO, 2012).

O Plano de Fechamento da Mina, segundo Scalco (2012), contempla as características ambientais e as esferas econômica e social, específicas de uma mina e de seu entorno. Nele devem estar incluídas e atendidas as exigências legais referentes às operações e à infraestrutura de apoio que integra um projeto de mineração.

Portanto, o plano de recuperação deve ser estabelecido antes do início das atividades de lavra por tornar possível o reaproveitamento e armazenamento da camada orgânica do solo retirado, a disposição dos rejeitos, o controle de erosão e o condicionamento de todo o material que será aproveitado para a reabilitação da área (IBAMA, 1990).

Considerando a elaboração de projetos de reabilitação de áreas degradadas pela mineração, a NBR 13.030 (ABNT, 1999) estabelece os critérios a serem seguidos para melhorar a qualidade ambiental destes sítios, devendo ser analisadas as pré-disposições de cada área para determinar se ela deverá ser reabilitada, recuperada ou restaurada.

Neste sentido, reabilitação é definida como “conjunto de procedimentos através dos quais se propicia o retorno da função produtiva da área ou dos processos naturais, visando adequação ao uso futuro”; recuperação, como “conjunto de procedimentos através dos quais é feita a recomposição da área degradada para o estabelecimento da função original do ecossistema”; e, restauração, como “conjunto de procedimentos através dos quais é feita a reposição das exatas condições ecológicas da área degradada pela mineração, de acordo com o planejamento estabelecido” (NBR 13.030 - ABNT, 1999). Cabe ressaltar que, mesmo quando as áreas degradadas são recuperadas após as atividades de mineração, ela só se recupera até certo ponto, não atingindo os 100% (PENA et al., 2017).

Em vista disso, Scalco (2012) expõe que a falta de planejamento é um dos principais empecilhos para se recuperar as áreas degradadas, pois ele nem sempre ocorre no início da atividade e é um processo considerado oneroso pelas empresas. Em complemento, Farias (2002) afirma que o passivo ambiental deixado pela

atividade minerária, muitas vezes, não é contabilizado no planejamento e, como consequência, inúmeras áreas são abandonadas sem serem devidamente recompostas.

Por fim, no Brasil, as multas e acordos de compensação ambiental raramente são aplicadas, o que se deve, especialmente, ao forte poder político do setor minerário e das grandes empresas (GARCIA et al., 2016) e, a fragilidade do sistema ambiental brasileiro na avaliação dos impactos e no licenciamento de atividades de extração mineral é comprovada pelos desastres socioambientais ocorridos recentemente (EL BIZRI et al., 2016).

3.4 SENSORIAMENTO REMOTO: ESTUDO MULTITEMPORAL

Sensoriamento remoto pode ser definido como “uma técnica de obtenção de imagens dos objetos da superfície terrestre sem que haja um contato físico de qualquer espécie entre o sensor e o objeto”, ou seja, “uma ciência que visa o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres” (MENESES; ALMEIDA, 2012).

O uso das imagens orbitais obtidas pelo sensoriamento remoto possibilita o estudo e o monitoramento de fenômenos naturais do meio ambiente, permitindo estudos de grandes áreas em tempo real (como o monitoramento ambiental), além de estudos a longo prazo de uma área por meio da sobreposição de imagens de diferentes datas, denominado de estudo multitemporal (LAWRENCE et al., 2006).

De acordo com Bauer et al., (2004), a vantagem do uso desta tecnologia reside, em especial, na cobertura de grandes áreas geográficas e na compatibilidade com Sistemas de Informação Geográfica (SIG), além do baixo custo para a sua aplicação e o alto grau de eficiência e confiabilidade dos produtos gerados quando comparados com outros métodos.

O geoprocessamento corresponde à área do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais fornecidas pelos SIG para processar informações do meio físico ou biótico de interesse, fornecendo ferramentas para que

seja possível determinar a evolução tempo-espacial de fenômenos ambientais e as relações entre eles (CÂMARA; MEDEIROS, 1998).

3.5 IMPORTÂNCIA DOS PLANOS DIRETORES MUNICIPAIS

Segundo o Art. 182 da Constituição Federal de 1988, o poder público municipal tem o dever de executar a política pública de desenvolvimento urbano, com o objetivo de “ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes”. Versando em seu parágrafo 1º sobre o plano diretor, uma lei municipal que deve ser aprovada pela Câmara Municipal, obrigatória para cidades com mais de 20.000 habitantes, considerada instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana, a qual deve ser atualizada a cada 10 anos.

O plano diretor corresponde a um instrumento político que visa dar transparência e tornar mais democrática a política urbana. Como a maioria dos municípios paulistas é de pequeno a médio porte e apresenta economia predominantemente agropecuária ou agroindustrial, não considerar a área rural seria um erro capaz de inviabilizar a prestabilidade do plano diretor, sendo assim, quando a realidade local exigir, o plano diretor deve contemplar a zona rural, visto não existirem leis que proibam tal inclusão (BRAGA, 1995).

Godoy (1990) e Leite (1991) corroboram esta afirmação esclarecendo que o desenvolvimento da zona urbana depende da zona rural, devendo esta última ser incorporada ao plano. Além disso, a zona rural é a responsável pelas recargas dos mananciais que garantem o abastecimento público de água, nela estão situados os locais de despejo dos resíduos domiciliares coletados, correspondendo ainda às áreas de lazer da população (GODOY, 1990).

Segundo Braga (1995), para um plano diretor ser efetivo ele deve ser desenvolvido pela própria municipalidade, devendo ser contratadas empresas e órgãos externos apenas para assessorar assuntos técnicos específicos, quando se fizer necessário. O autor ressalta também que um dos problemas mais difíceis de serem solucionados, todavia, é romper com as práticas clientelistas e imediatistas (eleitoreiras) que, lamentavelmente, ainda caracterizam o processo de tomada de

decisão da administração pública, não devendo ser esquecida a necessidade de uma participação efetiva da comunidade, principal interessada nas melhorias da gestão pública municipal.

No caso do município de Rio Claro, onde a atividade minerária tem grande impacto sobre a economia local, faz-se interessante estabelecer critérios para a instalação dessas atividades. Portanto, o planejamento desta atividade contido no Plano Diretor Municipal mostra-se uma ferramenta de grande utilidade para garantir um melhor aproveitamento dos recursos do meio físico, o cumprimento da legislação e, desta forma, um maior controle sobre os impactos gerados ao meio ambiente (SENATORE, 2017).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Neste item são apresentadas as principais características físicas, bióticas e socioeconômicas da área de estudo.

4.1.1 Localização

O município de Rio Claro situa-se no centro-sudeste do Estado de São Paulo (Figura 1), possui 498,4 km² de área, população de 186.253 habitantes, densidade demográfica de 373,7 habitantes/km² e faz divisa com os municípios paulistas de Araras, Corumbataí, Ipeúna, Iracemápolis, Itirapina, Leme, Piracicaba e Santa Gertrudes (IBGE, 2010).

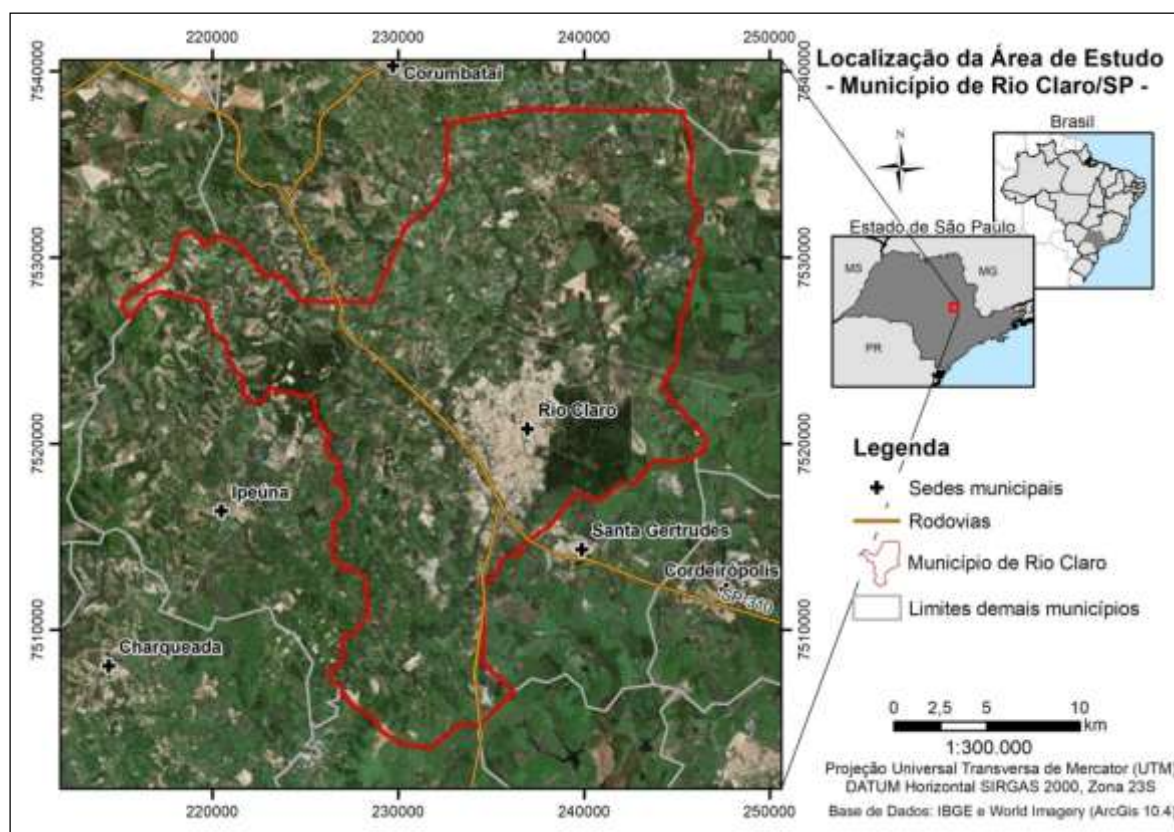


Figura 1: Localização do Município de Rio Claro, SP.
Fonte: Autora, 2018.

4.1.2 Clima

O clima é um dos principais fatores que controlam a atividade minerária, pois a extração mineral é mais intensa nos períodos de seca. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região é considerado tropical de altitude com verão chuvoso e inverno seco (tipo Cwa), com temperatura média no mês mais frio igual a 17,9 °C e, no mês mais quente, 24,3 °C (CEPAGRI, 2018). E, de acordo com os dados disponibilizados pelo IBGE (2013), a região é classificada como tropical úmida subquente, com temperaturas médias entre 15 e 18 °C em pelo menos 1 mês do ano e período seco de 3 meses.

Considerando os dados climáticos de 2006 a 2017 (Figura 2), disponibilizados pela Estação Meteorológica do Centro de Análise e Planejamento Ambiental (CEAPLA/IGCE/UNESP), a temperatura média, neste período, variou de 17,8 °C em junho a 24,6 °C em fevereiro. A média da pluviometria total mensal variou de 23,8 mm em agosto a 292,9 mm em janeiro, indicando grande oscilação nas quantidades de chuva no município ao longo do ano. Já a umidade relativa do ar média oscilou entre os 60,4% em setembro e 75,7% em janeiro.

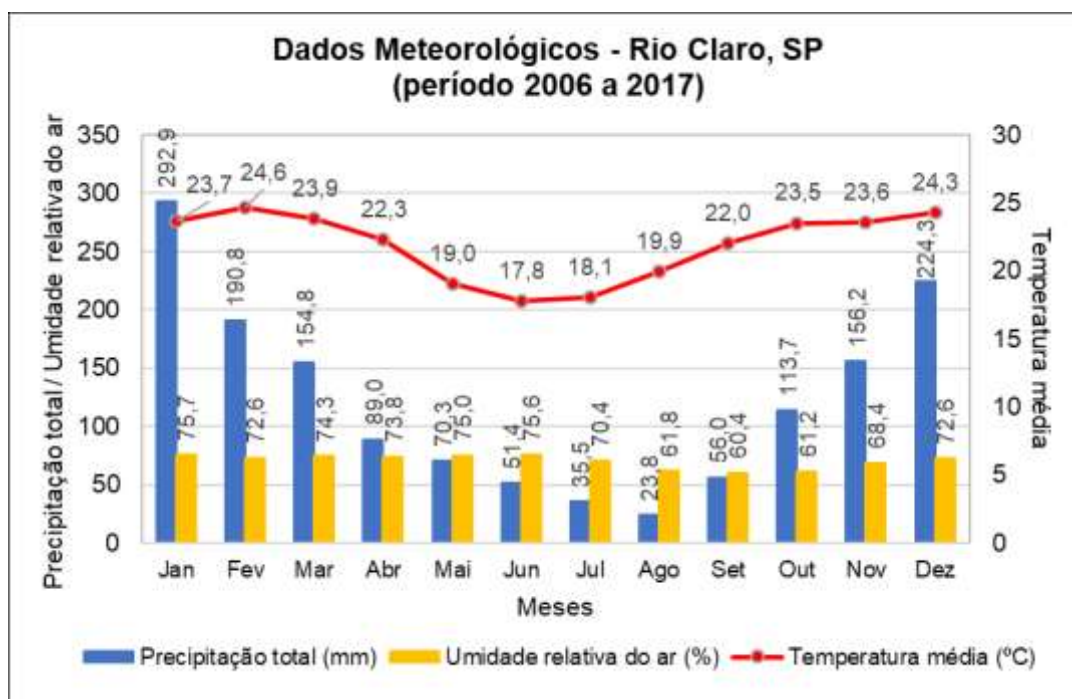


Figura 2: Médias Mensais dos Dados Meteorológicos Obtidos no Município de Rio Claro. Fonte: Estação Meteorológica do Centro de Análise e Planejamento Ambiental (CEAPLA/IGCE/UNESP), 2017.

4.1.3 Geologia

O município de Rio Claro situa-se na porção nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná, apresentando rochas do Permo-Carbonífero ao Quaternário, incluindo derrames de rochas básicas intrudidos no pacote sedimentar (IPT, 1981).

Segundo os dados do Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2005), no município afloram materiais provenientes dos grupos Tubarão (Subgrupo Itararé e Formação Tatuí), Passa Dois (Formações Irati e Corumbataí) e São Bento (Formações Piramboia e Serra Geral), além de Coberturas Cenozoicas (Formação Rio Claro, depósitos colúvio-eluvionares e depósitos aluvionares), conforme exposto na Figura 3.

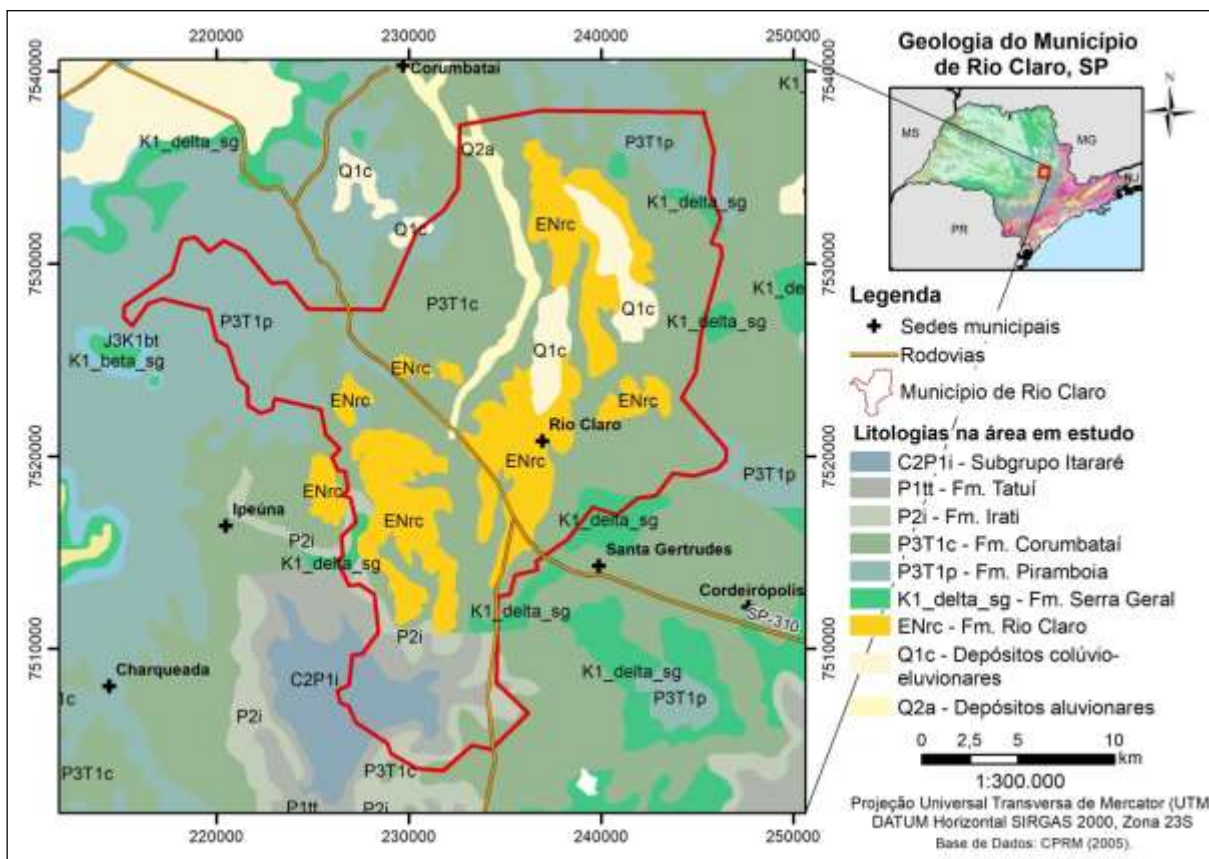


Figura 3: Geologia do Município de Rio Claro.
Fonte: Autora, 2018.

O Subgrupo Itararé ocorre na porção sul do município, corresponde à unidade basal da Bacia do Paraná e sua origem está associada a ambientes fluvio-glaciais, fluviais, marinhos rasos e leques aluviais, englobando arenitos imaturos de granulação

variada, arcóseos, conglomerados, diamictitos, tilitos, siltitos e ritmitos (LANDIM; SOARES; GAMA, 1980).

A Formação Tatuí retrata o início da fase pós-glacial da Bacia do Paraná (SOARES; LANDIM, 1973), quando predominaram transgressões marinhas. Ela é constituída por siltitos, arenitos muito finos, calcários e sílex, com colorações marrom e vermelho na parte inferior e, esverdeado e acinzentado para o topo (SILVA, 1997). De acordo com Massoli (1983), existem poucos afloramentos desta unidade e os solos provenientes da alteração destas rochas são argilosos, com cores avermelhadas, diferenciados da terra roxa pela insignificância de magnetita. Tais afloramentos predominam na porção sul do município.

Os depósitos da Formação Irati têm origem em ambiente marinho raso com condições restritas (SILVA, 1997), são compostos por folhelhos argilosos betuminosos, calcários dolomíticos e alternâncias destes com calcários dolomíticos silicificados, características do Membro Taquaral, base desta unidade (FERREIRA, 2005). A parte superior desta unidade (Membro Assistência) é formada por siltitos e folhelhos cinzas, bastante intemperizados, com intercalações de matéria orgânica betuminosa disposta em lâminas paralelas, semelhantes a ritmitos, com camadas silicificadas e estruturas do tipo *boxwork* preenchidas com calcita (MASSOLI, 1981). Ferreira (2005) afirma que as principais exposições desta formação se localizam próximas ao distrito de Assistência, na porção sul do município de Rio Claro.

Na região de Rio Claro ela é explorada economicamente para extração de calcário, além de possuir grandes quantidades de fósseis que comprovam a deriva continental e veios de magma horizontais que comprovam o vulcanismo. Devido a isto, existe a proposta de transformar uma área onde aflora a Formação Irati no Distrito de Assistência em um Parque Geológico (RIO CLARO, 2014a).

A Formação Corumbataí é constituída por argilitos, siltitos e folhelhos de coloração cinza na parte inferior e arroxeadas a avermelhadas, na parte superior (IPT, 1981; SILVA, 1997). É caracterizada por um ambiente marinho progressivamente raso, na parte inferior e, na parte superior, apresenta influência de marés em clima mais oxidante, com sedimentação do tipo litorânea (SILVA, 1997). Esta formação abrange boa parte do município e é a principal fornecedora de matéria prima para as indústrias do polo cerâmico da região.

A Formação Piramboia é constituída por arenitos finos a médios, de coloração avermelhada e matriz siltoargilosa, compostos principalmente por grãos de quartzo

subarredondados a angulosos, mal selecionados e, ocasionalmente, intercalados por argilitos e siltitos (SOARES et al., 1973). O ambiente deposicional corresponde a uma associação de depósitos eólicos de dunas, interdunas e lençóis de areias, entremeados por depósitos fluviais subordinados (ASSINE; SOARES, 1995; CAETANO-CHANG; WU, 1995).

A Formação Serra Geral foi definida por White (1908 apud SCHNEIDER et al., 1974) para designar um conjunto de basaltos formados por derrames em extenso vulcanismo de fissura, com inclusão de pequenos corpos de arenitos intercalados. Apresenta espessa seção de lavas basálticas, toleíticas, de textura afanítica, coloração cinza escuro a preto, amigdaloidal no topo dos derrames e com desenvolvimento de juntas verticais e horizontais. Associam-se a ela corpos intrusivos de mesma composição constituindo, sobretudo, diques e *sills* (MASSOLI, 1981; SOARES; SOUZA, 1973; SOUSA, 2002).

As Coberturas Cenozoicas (Terciário-Quaternário) estão relacionadas ao desenvolvimento de superfícies geomorfológicas e, portanto, à topografia (SOARES; LANDIM, 1976). Dentre as Coberturas Cenozoicas na região em estudo são citados a Formação Rio Claro, os Depósitos colúvio-eluvionares e os Depósitos aluvionares.

A Formação Rio Claro tem a sua origem em ambiente continental fluvial meandrante e é composta por cascalhos, areia, argila e lamito (RIO CLARO, 2014a). Ela abrange a área urbana do município, além de suas porções centro-norte e centro-sudoeste. Esta formação tem gerado grande interesse econômico devido ao alto teor de sílica contida nos arenitos, sendo estudada para a exploração mineral de areia industrial para vidros e moldes de fundição (ZAINÉ, 1994).

Os Depósitos colúvio-eluvionares correspondem a sedimentos arenosos, areno-argilosos e conglomeráticos (RIO CLARO, 2014a), ocorrendo nas porções centro-norte e noroeste no município.

Os Depósitos aluvionares correspondem a sedimentos siltosos, arenosos, areno-argilosos, argilosos e cascalhos das planícies aluviais e terraços subatuais (STEFANI, 2003), sedimentos inconsolidados, podendo estar relacionados às planícies de inundação, às barras de canal e aos canais fluviais atuais (RIO CLARO, 2014a).

4.1.4 Geomorfologia

De acordo com a Carta Geomorfológica do Estado de São Paulo (ALMEIDA, 1964), o município de Rio Claro está situado na Província das Cuestas Basálticas (Cuestas Externas) e, predominantemente, na Província da Depressão Periférica, entre as zonas do Mogi-guaçu e do Médio Tietê.

As Cuestas Basálticas apresentam relevo escarpado nos limites com a Depressão Periférica (ALMEIDA, 1964). A Depressão Periférica Paulista caracteriza-se pela ocorrência das intrusivas básicas do magmatismo Serra Geral, encaixadas sobre os sedimentos da Bacia do Paraná, sustentando um relevo suave e colinoso (ROSS, 1992), com predomínio de colinas de topos amplos, tabulares e convexos, declividades baixas a moderadas e rede de drenagem densa (ROOS; MOROZ, 1997). Relevos mais acidentados, com morros, morrotes e serras isoladas ocorrem nas regiões de intrusão magmática, sobretudo no eixo Rio Claro - Araras - Pirassununga (FERREIRA, 2005).

O município apresenta altimetrias entre 486 e 905 metros, predominando as maiores altitudes nas porções leste e oeste do município e, as menores, na porção central. A amplitude dos topos varia de 20 a 80 metros e as declividades entre 0 e 12% (relevos planos a suave ondulados) ocupam a maior área do município. Áreas com domínio de planícies fluviais e flúvio-lacustres ocorrem, predominantemente, acompanhando o leito do Rio Corumbataí (RIO CLARO, 2014a).

4.1.5 Pedologia

De acordo com o levantamento de solos publicado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA - OLIVEIRA et al., 1999), em Rio Claro ocorrem solos das classes Argissolos Vermelho-Amarelos, Latossolos Vermelhos, Latossolos Vermelho-Amarelos e Neossolos Litólicos.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos ocupam cerca de 68% da área do município, predominando os tipos distróficos abruptos, de textura média/argilosa. Eles apresentam algumas limitações agrícolas associadas à baixa fertilidade, acidez,

elevados teores de alumínio e a suscetibilidade aos processos erosivos, principalmente quando em relevos mais movimentados (RIO CLARO, 2014a).

Os Latossolos Vermelhos ocupam cerca de 21% do território municipal e, os Latossolos Vermelho-Amarelos, 7%. Eles variam entre eutroféricos/distroféricos e distróficos, são solos com alto potencial agrícola devido as suas boas condições físicas e ao relevo predominante suave, todavia, a fertilidade pode limitar seu uso (RIO CLARO, 2014a).

Os Neossolos Litólicos representam aproximadamente 4% do território municipal, ocorrendo os tipos eutróficos ou distróficos. Na porção nordeste da área eles ocorrem associados, geograficamente, aos siltitos e argilitos da Formação Corumbataí e, na porção sul, à Formação Irati e às intrusões de diabásio. Predominam nos locais de maior relevo, apresentam baixa fertilidade natural e são mais ácidos, demandando de maior adubação e calagem para correção desta acidez (RIO CLARO, 2014a).

4.1.6 Recursos Hídricos

O município de Rio Claro, segundo o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIRGH, 2018), integra a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Piracicaba/Capivari/Jundiaí (UGRHI 5) e está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí (Figura 4).

Na rede de drenagem no município predomina uma associação dos padrões meandrante, dendrítico e subdendrítico (Figura 5), justificada pelos processos tectônicos atuantes na área, pelo relevo muito acidentado em determinados locais e pela grande presença de materiais sedimentares. Seus principais corpos d'água correspondem ao Rio Corumbataí e seus afluentes mais relevantes, o Rio Passa Cinco e o Ribeirão Claro.

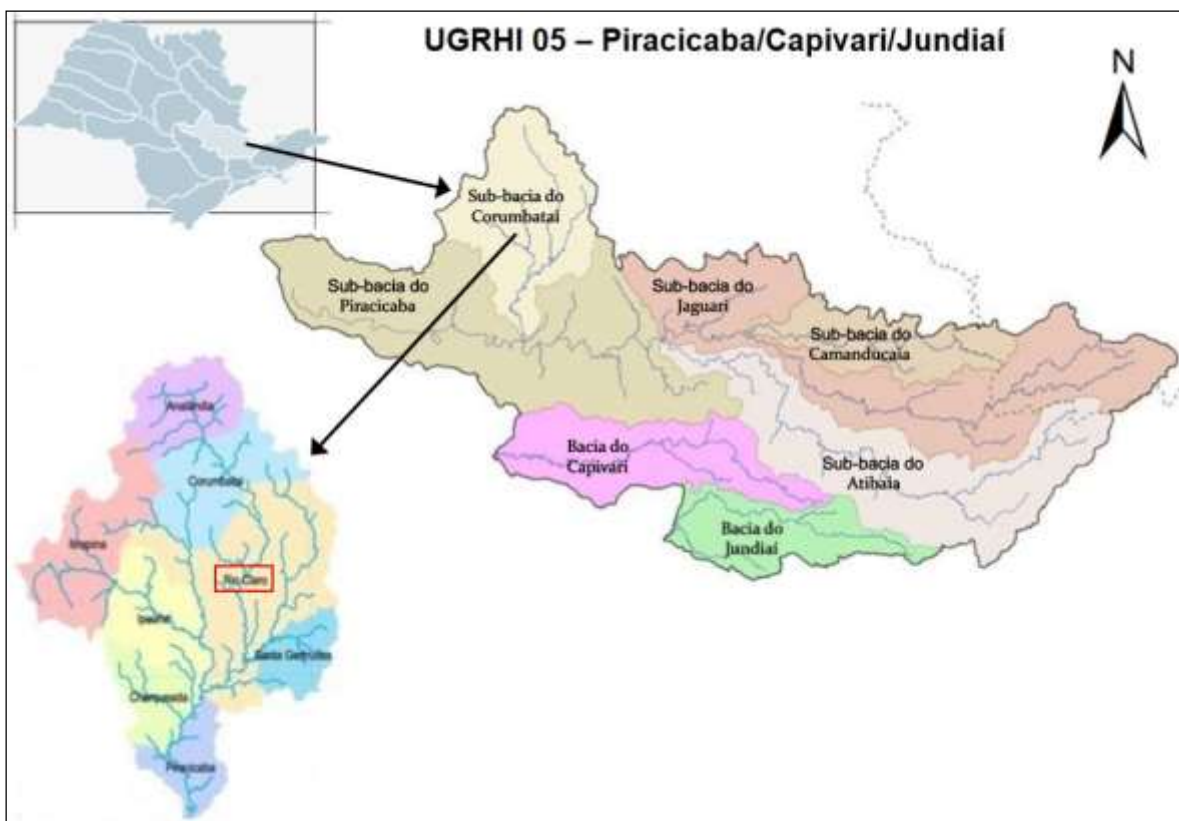


Figura 4: Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Piracicaba/Capivari/Jundiá.
Fontes: Adaptado de Isenburg, 2010; Rio Claro, 2014 e SIRGH, 2018.

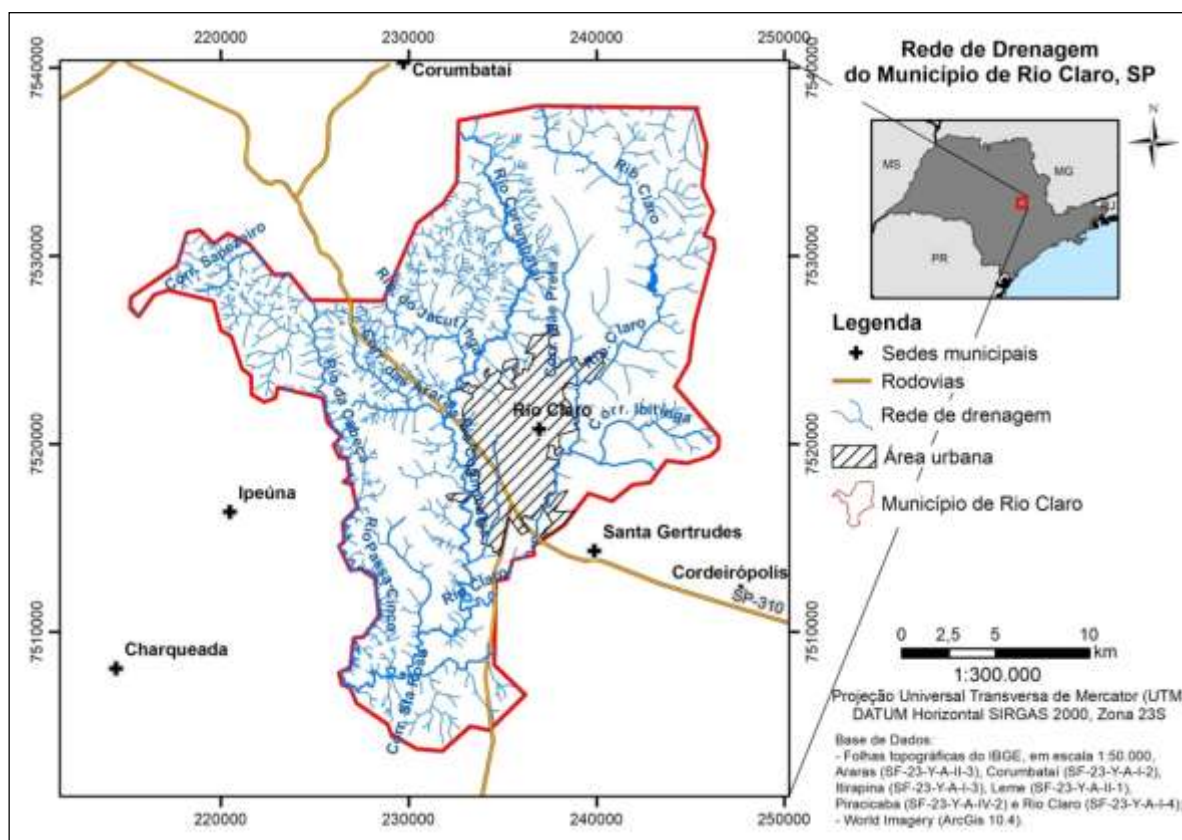


Figura 5: Rede de Drenagem do Município de Rio Claro.
Fonte: Autora, 2018.

O Rio Corumbataí (Figura 6) corresponde ao principal manancial da região devido à qualidade de suas águas, sendo enquadrado na Classe 1⁵ (Resolução Conama nº 357/2005) em diversos trechos. Todavia, as atividades extrativistas, agrícolas e industriais têm impactado negativamente a sua qualidade, chegando a ser enquadrado como de Classe 4⁶ (Resolução Conama nº 357/2005) nos trechos entre o Rio Claro e sua foz no Rio Piracicaba (RIO CLARO, 2014a).



Figura 6: Rio Corumbataí.
Fonte: Ecosbio, 2013 apud RIO CLARO, 2014a.

A dependência hídrica das águas superficiais para abastecimento público em Rio Claro é de 95%, existindo uma estação de tratamento de água no Rio Corumbataí e outra no Ribeirão Claro. As principais interferências e conflitos para o uso destas águas relaciona-se à atividade minerária de areia na cabeceira do Rio Corumbataí e ao desmatamento das matas ciliares, podendo ser citados como principais responsáveis pela alteração na quantidade e qualidade das águas, pela erosão e pelo assoreamento dos mananciais (IPT, 2012 apud RIO CLARO, 2014a).

A dependência das águas subterrâneas corresponde a 5% do total, entretanto, o seu uso para abastecimento é questionável, visto apresentarem alto teor de flúor, inadequado para o consumo humano. Somado a isso, o substrato geológico é constituído por aquícludes, unidades com baixa produção de água, o que dificulta a sua extração (RIO CLARO, 2014a).

⁵ Classe 1: águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado; proteção de comunidades aquáticas; recreação de contato primário; irrigação de hortaliças e frutas que serão ingeridas cruas.

⁶ Classe 4: águas que podem ser destinadas apenas à navegação e à harmonia paisagística.

4.1.7 Vegetação

O município de Rio Claro tem como vegetação original áreas transicionais entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica - fitofisionomias Floresta Estacional Semidecidual e matas de galeria (IBGE, 2013). Segundo Soares-Filho et al. (2014), há um déficit de 66% na vegetação natural no município de acordo com o Novo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012).

Em seu território existem três unidades de conservação (UCs) de uso sustentável: uma Floresta Estadual e duas Áreas de Preservação Ambiental (APAs), destinadas para a proteção e preservação da qualidade ambiental e dos ecossistemas naturais (Figura 7).

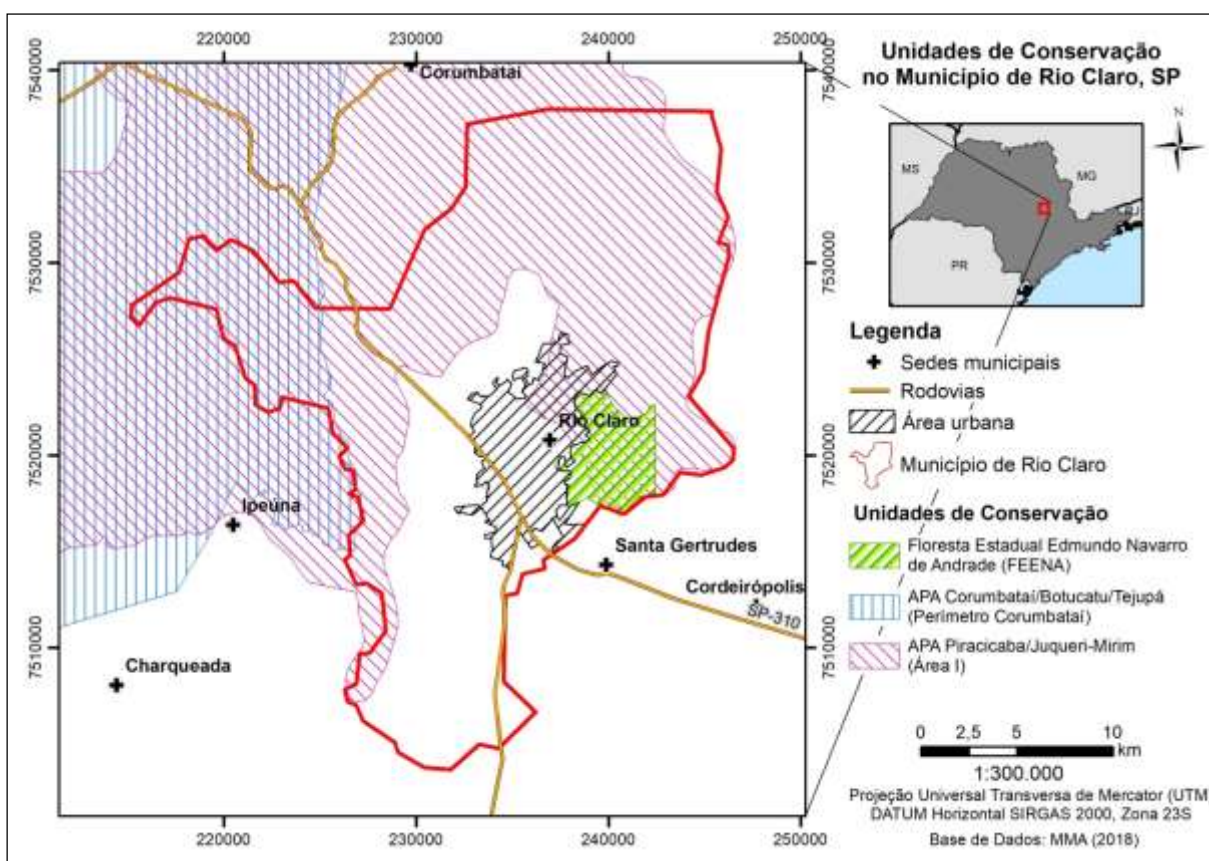


Figura 7: Unidades de Conservação inseridas no Município de Rio Claro.
Fonte: Autora, 2018.

A Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade (FEENA) ocupa 2.230 ha (4,5% da área do município) e é considerada o berço do eucalipto, contendo uma das maiores diversidades de espécies do gênero *Eucalyptus* no país e, por isso,

considerada uma referência no cultivo e pesquisa da planta, além de possuir um sub-bosque muito biodiverso em fauna e flora.

A APA Corumbataí/Botucatu/Tejupá (Perímetro Corumbataí) tem 1,6% de sua área inserida no município de Rio Claro, foi criada em 1983 para proteger as cuestas arenito-basálticas da borda leste da Bacia Sedimentar do Paraná, os morros testemunhos, as áreas de recarga do Aquífero Guarani e o patrimônio arqueológico, assim como a vegetação natural da Mata Atlântica e do Cerrado e sua fauna associada (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2018a).

A APA Piracicaba/Juqueri-Mirim (Área I) foi criada em 1987 para proteger os remanescentes da Mata Atlântica, os enclaves de Cerrado *stricto sensu*, as matas ciliares e a vegetação de várzea, assim como as cuestas basálticas, os morros testemunhos, as áreas de recarga do Aquífero Guarani e os recursos hídricos superficiais destinados ao abastecimento público urbano (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2018b). Ela tem 29% de sua área inserida no município de Rio Claro, parte de sua porção oeste sobrepõe-se ao Perímetro Corumbataí da APA Corumbataí/Botucatu/Tejupá e, parte de sua porção sudeste, à FEENA.

A gestão destas duas APAs ocorre de forma integrada e ambas sofrem com o desmatamento, as queimadas e a mineração industrial.

Ressalta-se ainda que algumas das áreas de mata situam-se em propriedades particulares, como é o caso da Fazenda São José que possui uma área de mata de 580 ha separada em três fragmentos (RIO CLARO, 2014a).

Todavia, a vegetação natural na região de Rio Claro foi intensamente retirada a partir do século XIX, com a implantação da cafeicultura e da instalação da estrada de ferro, restringindo-se, atualmente, a pequenos fragmentos em propriedades rurais e algumas matas de galeria (GARCIA, 2011 apud SCALCO, 2012).

Segundo o Inventário Florestal do Estado de São Paulo (IF, 2002 apud RIO CLARO, 2014a), apenas 3,7% do território de Rio Claro (1.929 ha) é ocupado pela vegetação natural. Desta vegetação, 87,5% corresponde a capoeira; 10,2% a mata; 1,6% a vegetação de várzea e; 0,7% a vegetação não classificada. Ainda com relação à vegetação natural remanescente, 10,1% da área do município é ocupada por Floresta Estacional Semidecidual (4.682 ha) e formação arbórea/arbustiva em área de várzea (332 ha).

Atualmente é possível constatar que a vegetação original foi substituída pelo uso intenso do solo para atividades agrícolas, pastagens e extração mineral. Podendo

ser observados, ao longo das drenagens, alguns fragmentos de mata ciliar, entretanto, as APPs não estão preservadas como estipula a legislação ambiental vigente. Estima-se que 54% das nascentes e fluxos do município estejam perturbados ou degradados (RIO CLARO, 2014b).

4.1.8 Socioeconomia e Atividade Minerária

A população rio-clarense, segundo dados do censo demográfico de 2010, é composta por um total de 186.253 habitantes, sendo que 97,6% reside nas áreas urbanas e, 2,4%, nas áreas rurais (IBGE, 2010).

Com relação ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), que envolve a longevidade, educação e renda da população, observa-se que Rio Claro, no ano de 2010, apresentou tal índice igual a 0,803 (muito alto), maior que o índice estadual que foi de 0,783 (IBGE, 2010).

O setor industrial de Rio Claro merece destaque por suas atividades agregarem valor aos bens e serviços consumidos em seu processo de produção. No ano de 2015, o valor adicionado na indústria foi de 39,33% no município, enquanto no Estado foi de 21,93% (SEADE, 2018).

Ressalta-se que a exploração dos recursos minerais está sujeita ao pagamento de uma compensação financeira aos municípios e estados produtores, denominada Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM). De todo valor arrecadado, 65% destina-se ao município onde a matéria-prima é beneficiada (ARCHANGELO, 2015).

O rendimento médio nos empregos formais, para o ano de 2016, seguem dispostos na Tabela 1 (SEADE, 2018), onde é possível notar a hegemonia da atividade industrial comparada aos demais setores da economia.

Tabela 1: Rendimento Médio dos Empregos Formais em Rio Claro (2016).

Rendimento médio dos empregos formais	Renda <i>per capita</i> (R\$)
---------------------------------------	-------------------------------

Agropecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	2.309,77
Indústria	3.269,13
Construção	2.639,79
Comércio atacadista e varejista e reparação de veículos automotores e motocicletas	2.068,55
Serviços	2.576,39
Rendimento médio do total de empregos formais	2.701,67

Fonte: Seade, 2018.

A atividade minerária em Rio Claro teve início com a extração da argila, existindo ainda um grande potencial mineral para extração de areia, pedra britada e calcário (Figura 8), substâncias utilizadas diretamente na construção civil e na indústria (CEAPLA, 2010 apud RIO CLARO, 2014a).



Figura 8: Mineração de Calcário em Rio Claro.
Fonte: Estadão – São Paulo, 2018.

Ao longo dos últimos 50 anos, a atividade minerária se tornou essencial para a economia e desenvolvimento do município, tendo seu auge na década de 1990, quando houve grande incremento no número de indústrias no setor cerâmico regional, com maior ênfase para a produção de pisos e revestimentos, tornando a região um Pólo Cerâmico Nacional, denominado Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, atualmente uma das mais importantes regiões de mineração do Estado de São Paulo (IPT, 2012).

Em contrapartida, é uma atividade de grande impacto ambiental e considerada não sustentável, por extrair recursos naturais não renováveis do meio ambiente. Considerando-se as empresas/mineradoras individualmente, os impactos ambientais gerados podem ser caracterizados como pontuais sobre a paisagem, os ecossistemas e a população, todavia, analisando um conjunto destas pequenas minas, os impactos gerados podem apresentar dimensões relevantes (RIO CLARO, 2014a).

A preocupação em recuperar as jazidas existe em algumas áreas do município, já em outras, elas são abandonadas após o fim da atividade, causando a degradação da paisagem, a instalação/evolução de processos erosivos e, conseqüentemente, o assoreamento de córregos e nascentes e a contaminação das águas, além do risco para os animais e para a população.

Em Rio Claro, no ano de 2015, estimava-se a existência de 1.200 cavas de mineração abertas, das quais muitas foram abandonadas (Figura 9) ou transformadas em represas utilizadas para o abastecimento público regional. O Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) aponta que dos 410 títulos minerários do Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes, 251 situam-se em Rio Claro (ARCHANGELO, 2015).



**Figura 9: Cava de Argila Abandonada em Rio Claro.
Fonte: Archangelo, 2015.**

4.2 DISTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS DE LAVRA NO MUNICÍPIO

De acordo com os dados do Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE - DNPM, 2018), Rio Claro possui 315 processos juntos ao DNPM, que totalizam 30.032,5 ha de área requerida para atividades minerárias, ou seja, cerca de 60% da área total do município (Figura 10).

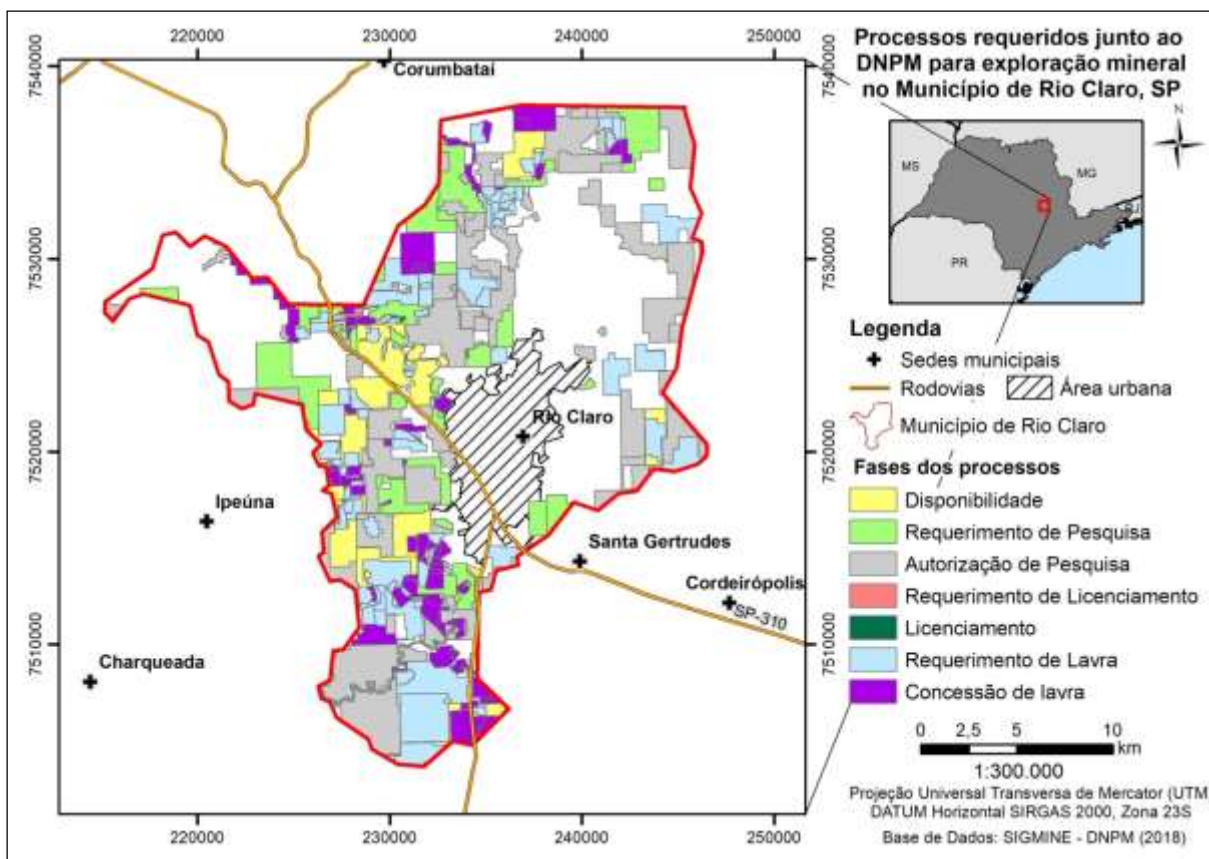


Figura 10: Processos Requeridos para Exploração Mineral em Rio Claro.
Fonte: Autora, 2018.

Tais processos estão divididos em sete fases:

- Disponibilidade: 25 processos totalizando 3.501,2 ha;
- Requerimento de pesquisa: 32 processos totalizando 4.864,5 ha;
- Autorização de pesquisa: 98 processos totalizando 11.603,5 ha;
- Requerimento de licenciamento: 3 processos totalizando 17,2 ha;
- Licenciamento: 4 processos totalizando 18,4 ha;
- Requerimento de lavra: 88 processos totalizando 6.900,7 ha;
- Concessão de lavra: 65 processos totalizando 3.127,0 ha.

Como o objetivo deste trabalho é analisar os impactos da atividade minerária nas áreas de preservação ambiental, serão analisados apenas os processos na fase de concessão de lavra, última etapa requerida para o início das atividades de exploração mineral. Ressalta-se que a área requerida não corresponde em sua totalidade a cavas de extração, elas incluem também a infraestrutura necessária para a lavra, áreas de preservação ambiental, vias de acesso, entre outros.

Os dados dos processos em fase de concessão de lavra seguem apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Processos Minerários em Fase de Concessão de Lavra em Rio Claro.

nº Processo	Ano	Material	Uso	Área (ha)
2381/1954	1954	Calcário dolomítico	Não informado	16,2
7494/1960	1960	Água mineral	Não informado	4,1
4619/1962	1962	Calcário dolomítico	Não informado	9,5
804243/1968	1968	Argila	Não informado	71,2
806458/1969	1969	Calcário dolomítico	Não informado	24,3
809494/1969	1969	Calcário	Não informado	8,9
806714/1970	1970	Calcário	Não informado	111,7
815548/1971	1971	Calcário dolomítico	Não informado	38,2
811569/1973	1973	Areia	Não informado	55,9
804971/1974	1974	Argila	Não informado	9,5
812855/1975	1975	Diabásio para brita	Não informado	14,7
803730/1977	1977	Areia para vidro	Não informado	52,0
820711/1980	1980	Areia	Não informado	132,0
820212/1981	1981	Areia de fundição	Não informado	32,7
820002/1982	1982	Areia	Não informado	91,3
820182/1989	1989	Diabásio	Brita	20,2
820491/1989	1989	Argila	Não informado	99,5
820341/1992	1992	Diabásio para brita	Não informado	14,3
820063/1993	1993	Argila	Não informado	278,4
820385/1994	1994	Argila	Industrial	56,5
820339/1994	1994	Areia	Industrial	49,5
820990/1995	1995	Argila	Não informado	16,0
820342/1995	1995	Argila	Não informado	48,6
820485/1996	1996	Argila	Não informado	36,6
820870/1996	1996	Argila p/ cerâmica vermelha	Não informado	37,8
820410/1998	1998	Argila	Não informado	40,5
820371/1998	1998	Argila	Cerâmica vermelha	42,6
821797/1998	1998	Argila refratária	Não informado	90,0
820362/1998	1998	Argila	Não informado	49,7
820841/1999	1999	Argila	Não informado	53,1
820842/1999	1999	Argila	Não informado	19,6
820168/1999	1999	Argila refratária	Não informado	6,6
820169/1999	1999	Argila refratária	Não informado	13,1
821480/1999	1999	Argila	Industrial	47,8
820182/1999	1999	Argila	Não informado	41,4
821704/1999	1999	Areia	Não informado	13,5
821688/1999	1999	Argila	Não informado	11,7
821171/1999	1999	Argila	Não informado	48,8
821171/1999	1999	Argila	Não informado	240,3
820861/1999	1999	Água potável de mesa	Não informado	34,5
820168/2000	2000	Argila	Cerâmica vermelha	19,1
820532/2000	2000	Argila	Cerâmica vermelha	5,6

Tabela 2: Processos Minerários em Fase de Concessão de Lavra em Rio Claro.

nº Processo	Ano	Material	Uso	Área (ha)
820533/2000	2000	Argila	Cerâmica vermelha	6,3
820534/2000	2000	Argila	Cerâmica vermelha	5,8
820504/2000	2000	Argila	Cerâmica vermelha	35,8
820167/2000	2000	Argila	Cerâmica vermelha	15,5
820061/2001	2001	Argila	Industrial	17,9
820060/2001	2001	Argila	Industrial	63,1
820724/2002	2002	Argila	Industrial	7,4
820724/2002	2002	Argila	Industrial	7,7
820453/2002	2002	Argila	Cerâmica vermelha	15,2
820758/2003	2003	Argila	Cerâmica vermelha	50,0
820404/2003	2003	Argila	Cerâmica vermelha	32,1
820131/2004	2004	Argila	Industrial	3,6
820620/2004	2004	Argilito	Revestimento	17,9
820620/2004	2004	Argilito	Revestimento	358,8
820635/2004	2004	Argila	Industrial	87,3
820406/2005	2005	Argila	Não informado	11,2
820058/2005	2005	Argila	Industrial	35,9
820116/2005	2005	Argila	Cerâmica vermelha	21,3
820116/2005	2005	Argila	Cerâmica vermelha	15,3
820095/2006	2006	Argila	Industrial	19,4
820095/2006	2006	Argila	Industrial	177,0
820898/2008	2008	Argila	Industrial	7,3
821035/2014	2014	Argilito	Industrial	7,8
Área Total				3.127,0

Fonte: DNPM, 2018.

A partir destes dados é possível observar que entre os anos de 1954 e 1984 foram concedidos direito a lavra para 15 propriedades, com exploração de calcário/calcário dolomítico (6 áreas), areia (5 áreas), argila (2 áreas), água mineral e diabásio para brita (1 área cada). Elas totalizam 672,1 ha, correspondendo a 21,5% de todas áreas que possuem concessão de lavras no município atualmente.

A partir de meados da década de 1980/início da década de 1990, houve um aumento significativo no número de concessões de lavras fornecidas para o município. Entre 1985 e 2015 foram emitidas 50 concessões de lavra, totalizando uma área de 5.581,8 ha. Estas áreas têm como principal fonte de exploração a argila (42 áreas), o argilito (3 áreas), a areia e o diabásio (2 áreas cada) e a água potável (1 área).

Estes dados corroboram a informação de que, atualmente, a argila é a base da exploração mineral no município, sendo extraída em 47 propriedades que somam 2.403,7 ha, ou seja, 76,9% da área total concedida para lavras.

A localização geográfica destas áreas minerárias e as respectivas substâncias minerais extraídas seguem apresentadas na Figura 11.

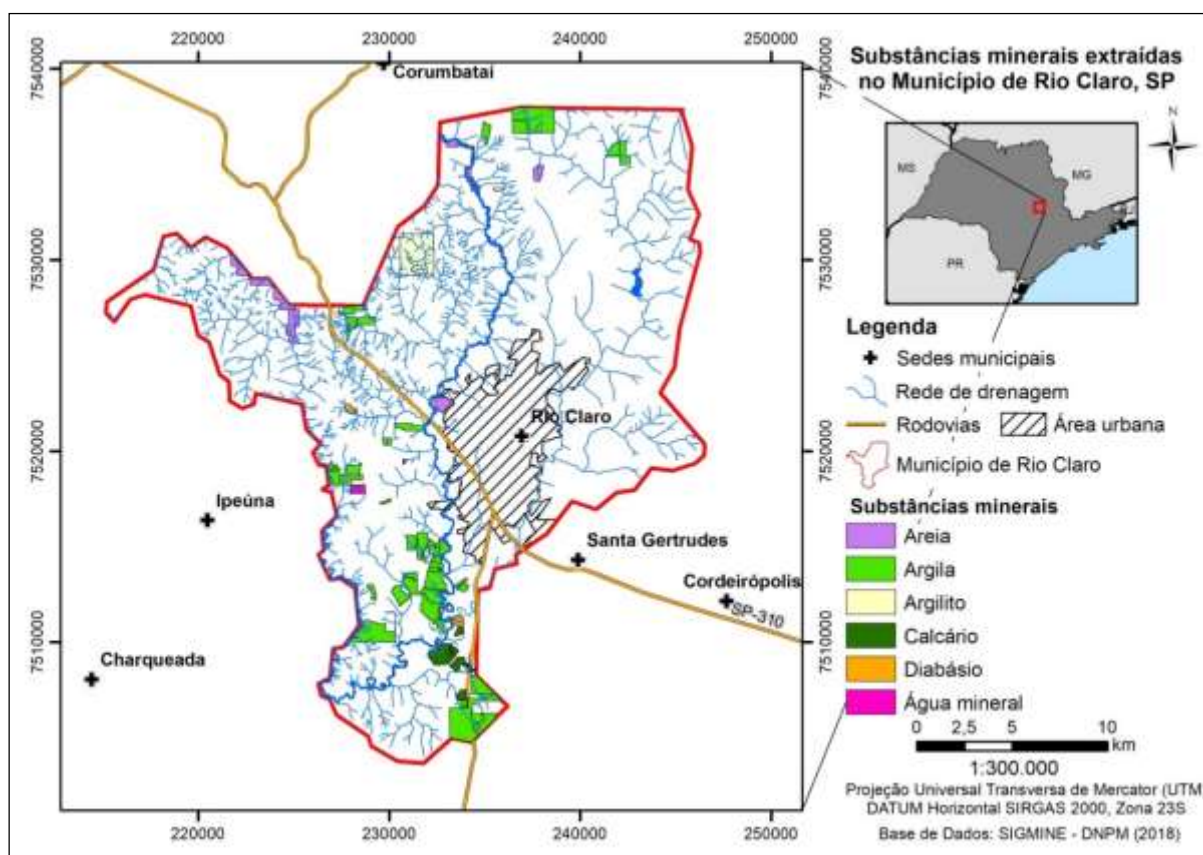


Figura 11: Substâncias Minerais Extraídas em Rio Claro.
Fonte: Autora, 2018.

A partir deste mapa é possível constatar que as extrações de areia, argila e argilito ocorrem, predominantemente, às margens dos corpos d'água, merecendo destaque os rios Corumbataí, Passa-Cinco e da Cabeça e o Ribeirão Claro, os quais apresentam maior número de extração mineral. Cabe lembrar que o Rio Corumbataí e o Ribeirão Claro são os responsáveis por 95% do abastecimento público urbano em Rio Claro.

Tais locais, por possuírem menores altimetrias e declividades, constituem uma região de maior deposição de sedimentos (depósitos aluvionares), em especial, quando da existência de uma mineradora, que causa alterações na paisagem local. Neste sentido, a manutenção da mata ciliar tem o efeito de diminuir o impacto do escoamento superficial das águas pluviais, diminuindo assim a taxa de assoreamento dos corpos hídricos, além dos benefícios ecossistêmicos gerados.

Em complemento, cabe ressaltar que destas unidades minerárias, 25 estão localizadas dentro da APA Piracicaba/Juqueri-Mirim (Área I), sendo que 18 delas

extraem argila; 5, areia; 1, diabásio e 1, água mineral. Ressalta-se que tal unidade de conservação foi criada, especialmente, para a proteção das áreas de recarga do Aquífero Guarani e dos recursos hídricos superficiais destinados ao abastecimento público.

4.3 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Segundo a Resolução CONAMA nº 303/2002 e o Novo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012), a Área de Preservação Permanente (APP) no município de Rio Claro foi definida como uma faixa marginal de 30 m de largura a partir do leito dos corpos d'água naturais (perenes e intermitentes) e de 50 m de raio a partir das nascentes (Figura 12).

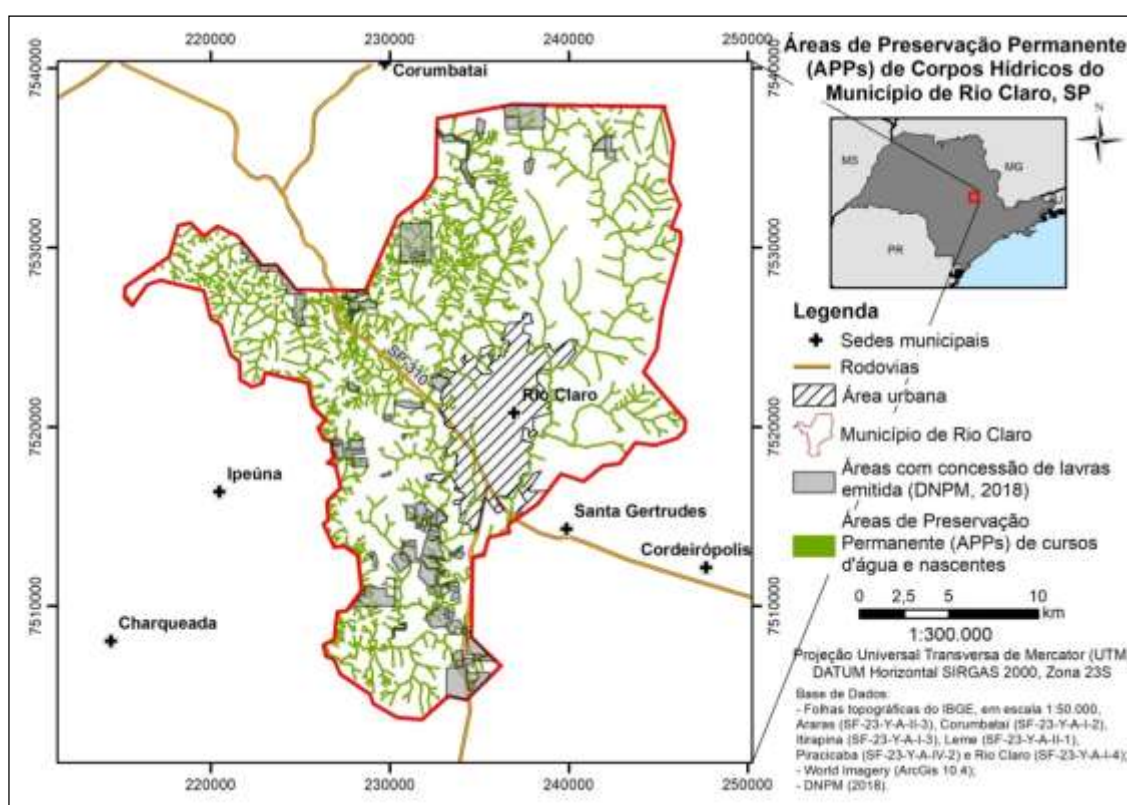


Figura 12: Áreas de Preservação Permanente em Rio Claro.

Fonte: Autora, 2018.

A partir desta informação, de modo geral, as áreas de preservação permanente que deveriam estar vegetadas às margens dos recursos hídricos, correspondem a 5.313,9 ha, ou seja, 10,7% da área total do município. E, considerando especificamente as 65 áreas para as quais já foi concedido o direito à

lavra, esta área vegetada referente às APPs deveria somar 411,9 ha, ou seja, 13,2% da área total destas propriedades.

Neste trabalho serão analisadas e discutidas as alterações no padrão vegetacional com foco nas APPs dos corpos d'água, todavia, também devem ser consideradas as demais áreas prioritárias para preservação ambiental de cada propriedade como as áreas destinadas à Reserva Legal, topos de morros e áreas de várzea.

4.4 MUDANÇAS NA OCORRÊNCIA DA VEGETAÇÃO NATURAL ENTRE OS ANOS DE 1986 E 2017

Como foi a partir de meados da década de 1980 e início da década de 1990 que houve o aumento exponencial no número de concessões de lavras no município de Rio Claro, optou-se por analisar as mudanças na ocorrência de vegetação natural entre os anos de 1986 e 2017.

Sendo assim, em outubro de 1986 a área total vegetada no município de Rio Claro era de 10.414,0 ha e, em agosto de 2017 esta área caiu para 9.380,3 ha, ou seja, houve uma diminuição de 1.033,7 ha de área florestada em um período de 31 anos (Figura 13).

De modo geral, a diminuição da vegetação natural ocorreu, predominantemente, devido ao desmatamento de fragmentos vegetacionais maiores, como observado nos extremos leste e oeste do município, assim como nas margens dos rios Passa-Cinco e da Cabeça e trechos da porção sul do Rio Corumbataí. Em contrapartida, houve aumento na área vegetada em algumas das matas ciliares, como observado na porção norte do Rio Corumbataí e no Ribeirão Claro.

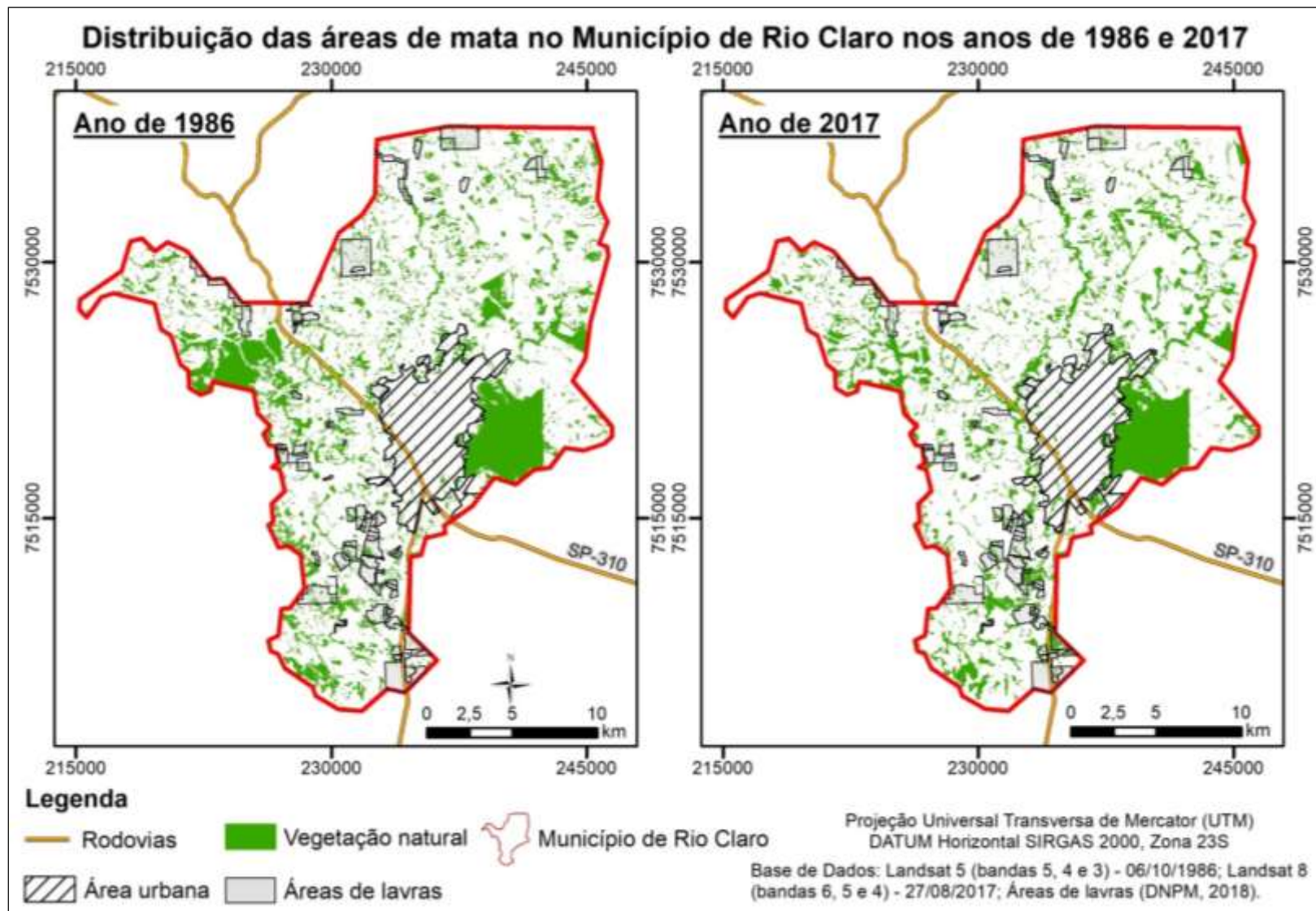


Figura 13: Distribuição da Vegetação Natural no Município de Rio Claro nos anos de 1986 e 2017.

Fonte: Autora, 2018.

Considerando a vegetação nas APPs de margens de nascentes e corpos d'água, Rio Claro deveria possuir 5.313,92 ha vegetados, todavia, no ano de 1986, 67,6% desta área estava sem cobertura vegetal. No ano de 2017 observa-se uma melhora neste quadro, todavia, apenas 42,6% da área total apresentava mata ciliar protegendo os recursos hídricos (Tabela 3).

Tabela 3: Áreas de Preservação Permanente (APP) em Rio Claro.

Ano	Área vegetada em APPs (ha)	% da área total de APP que deveria estar vegetada no município	Déficit vegetal (%)
1986	1.719,95	32,4	67,6
2017	2.266,29	42,6	57,4

Fonte: Autora, 2018.

Em se tratando das 65 propriedades com concessão de lavras ativas, a área total requerida pela legislação ambiental como APP de margens de nascentes e corpos d'água é de 411,9 ha. Todavia, em 1986, apenas 101,32 ha de margens de rios estavam vegetados e, em 2017, 155,66 ha (Tabela 4), observando-se, assim, uma pequena melhora na preservação das matas ciliares.

Tabela 4: Áreas de Preservação Permanente (APPs) das Propriedades Mineradoras do Município de Rio Claro.

Ano	Áreas vegetadas em APPs (ha)	% da área total de APP que deveria estar vegetada	Déficit de vegetação em APP (%)
1986	101,32	24,6	75,4
2017	155,66	37,8	62,2

Fonte: Autora, 2018.

As áreas cobertas por vegetação natural que excedem os limites estabelecidos para as APPs podem ser consideradas como áreas de Reserva Legal (RL). Elas correspondem a um importante instrumento para o uso sustentável dos recursos naturais e são definidas pelo Novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), artigo 3º, inciso II como:

área localizada no interior de uma propriedade rural com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa (BRASIL, 2012).

Na região de estudo a RL deve corresponder a 20% da área total de cada propriedade, sendo que a legislação ambiental vigente permite que no cálculo da área

destinada à RL sejam somadas as APPs do imóvel, desde que a propriedade tenha menos de quatro módulos fiscais, o proprietário tenha requerido sua inclusão no Cadastro Ambiental Rural e possua remanescente de vegetação nativa em percentuais inferiores ao previsto no art. 12 do Novo Código Florestal antes de 22 de julho de 2008 (WOLLMANN; BASTOS, 2015).

Assim, dentro das 65 propriedades analisadas, a área de RL sozinha corresponde a quase 10% da área total das propriedades e, quando somadas às APPs preservadas, não excede os 15%, estando assim, abaixo do limite permitido por lei (Tabela 5).

Tabela 5: Reserva Legal (RL) das Propriedades Mineradoras de Rio Claro.

Ano	RL vegetada (ha)	% da área total das propriedades	Área total vegetada (APP+RL) nas propriedades (ha)	% da área total vegetada das propriedades
1986	304,8	9,7	406,15	13,0
2017	297,8	9,5	453,51	14,5

Fonte: Autora, 2018.

De modo geral, observando as áreas vegetadas nas propriedades mineradoras de Rio Claro, em 1986 e 2017, é possível constatar que a atividade minerária no município não impactou negativamente as áreas de preservação ambiental, havendo, inclusive, uma pequena melhora na quantidade de áreas florestadas, negando assim a hipótese deste trabalho.

Este aumento nas áreas vegetadas pode ter ocorrido devido à necessidade das propriedades estarem regulares com relação às suas APPs e RLs para obter a licença ambiental para exercer as atividades de mineração (SCALCO, 2012), o que pode ter gerado um aumento no interesse por parte dos empreendedores de preservar e recuperar as matas ciliares. Outros fatores para esta mudança podem ter sido a presença das APAs (criadas na década de 1980), a necessidade de preservar o abastecimento público de água, uma maior cobrança por parte do poder público municipal e a isenção do Imposto Territorial Rural sobre áreas de preservação permanente e de reserva legal (Lei nº 8.171/1991 – art. 104).

Contudo, cabe ressaltar que não houve um aumento significativo na recuperação ambiental nem uma diminuição considerável no déficit de vegetação nas APPs entre os anos de 1986 e 2017. Nas propriedades mineradoras do município mais de 60% das APPs encontram-se sem cobertura vegetal nativa, o que pode aumentar a incidência de processos erosivos, o escoamento superficial e,

consequentemente, o carreamento de sedimentos para os corpos d'água, a contaminação dos recursos hídricos, assim como prejudicar a recarga dos aquíferos, impactado negativamente o provimento de serviços ecossistêmicos.

4.5 PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE RIO CLARO

O Plano Diretor do Município (PDM) de Rio Claro foi instituído pela Lei Complementar nº 128/2017 (RIO CLARO, 2017), sendo definido como

o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana e rural do município, orientando o ordenamento físico e territorial do município, promovendo o desenvolvimento sustentável, garantindo a função social da cidade e o bem-estar de seus habitantes.

No PDM, o território municipal foi dividido em quatro macrozonas, conforme mostra a Figura 14.

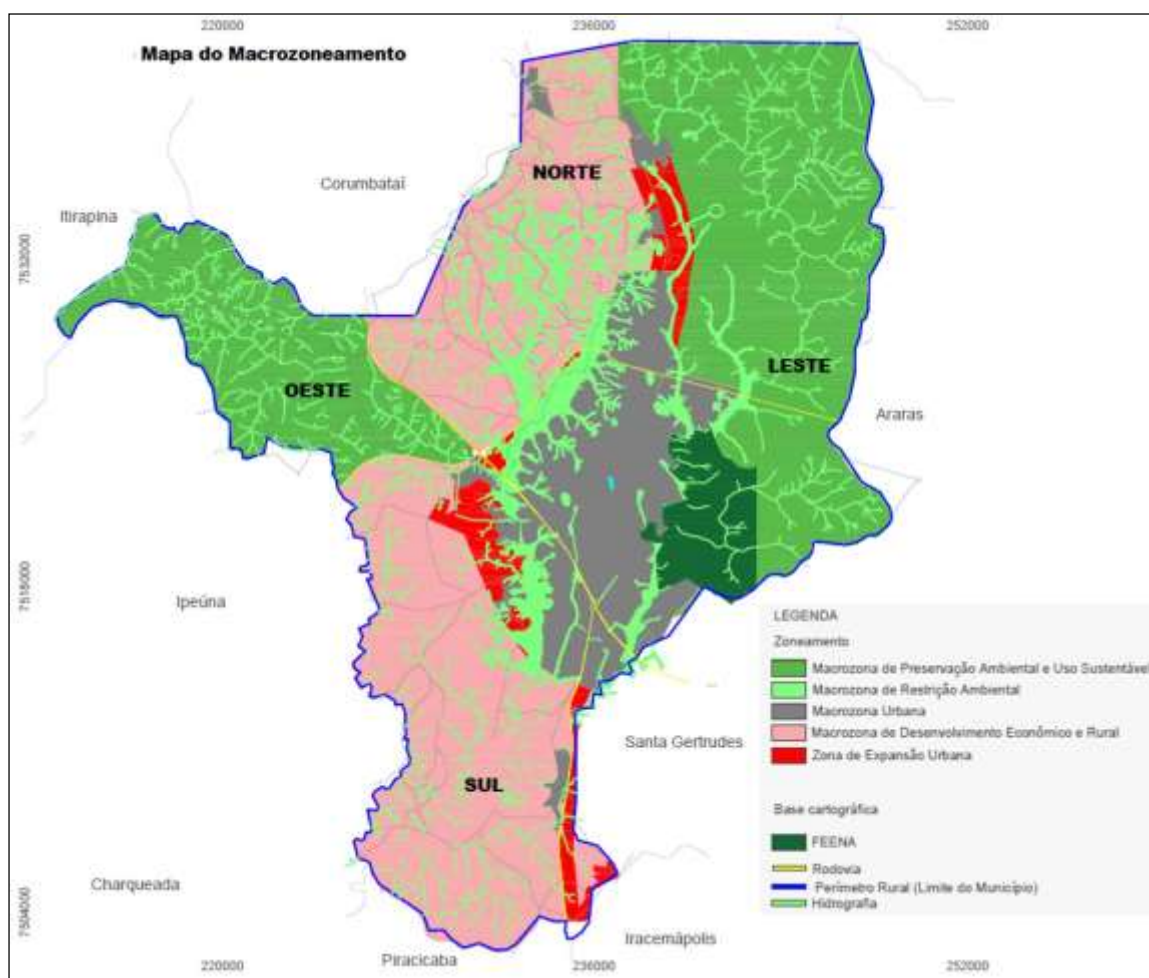


Figura 14: Macrozoneamento do Município de Rio Claro.

Fonte: Rio Claro (2017).

A Macrozona de Preservação Ambiental e Uso Sustentável localiza-se nas porções leste e oeste do município e é caracterizada pela fragilidade ambiental de suas sub-bacias hidrográficas, pela presença das Áreas de Proteção Ambiental (APAs) e pela sua importância para a disponibilidade de recursos naturais. Nela são permitidos usos compatíveis com a atividade rural de nível 1, ou seja, atividades que reflitam o uso sustentável dos recursos naturais disponíveis, incluindo a agroindústria e a extração de areia em curso d'água, quando servir de mitigação a dano ambiental já instalado (RIO CLARO, 2017).

A Macrozona de Restrição Ambiental compreende todos os corpos d'água existentes e suas respectivas APPs e é caracterizada pela fragilidade ambiental das áreas de várzeas dos corpos hídricos e das planícies aluviais formadas por depósitos colúvio-aluvionares, também sendo permitidos usos compatíveis com a atividade rural nível 1 (RIO CLARO, 2017).

Estas duas macrozonas estão sobrepostas às APAs Piracicaba/Juqueri-Mirim e Corumbataí/Botucatu/Tejupá, as quais são destinadas, prioritariamente, para a proteção dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e dos patrimônios geológicos e arqueológicos. Como elas ainda não possuem plano de manejo, cabe ao poder público municipal nortear as ações de forma sustentável. Todavia, pelo PDM, nelas é permitida a instalação de indústrias e, em casos específicos, a extração mineral de areia.

A Macrozona Urbana compreende a área urbanizada e a que venha a ser incorporada a ela pelo processo de urbanização do município e de seus distritos, sendo permitidos os usos residencial, não residencial e misto.

A Macrozona de Desenvolvimento Econômico e Rural localiza-se nas porções norte e sul do município e é caracterizada pela ampla possibilidade de exploração econômica, em especial agrícola e minerária, sem prejuízo às possibilidades de exploração silvícola e pastoril. Nela são permitidos usos compatíveis com a atividade rural nível 1, nível 2 e, exclusivamente na porção sul, nível 3 (RIO CLARO, 2017).

Segundo o PDM (RIO CLARO, 2017), as atividades rurais de nível 2 são caracterizadas por atividades que buscam o desenvolvimento econômico do município e necessitam compatibilizar as funções ambientais e agrícolas da área rural, incluindo a extração mineral classificada como de pequeno porte. Já as atividades rurais de nível 3 compreendem as atividades que visam o desenvolvimento econômico e demandam de compatibilização ambiental com as funções agrícolas da área rural,

incluindo a extração mineral de qualquer porte (pequeno, médio e grande), a fabricação de produtos de minerais não metálicos como cerâmica, cimento, cal, telhas e tijolos e, o britamento de pedras.

Sendo assim, na porção norte desta macrozona sobreposta, em boa parte, com a APA Piracicaba/Juqueri-Mirim (destinada principalmente à proteção dos recursos hídricos superficiais destinados ao abastecimento público) é permitida a instalação de atividades minerárias de pequeno porte. E, em sua porção sul, sobreposta em sua parte oeste à mesma APA, é permitido qualquer tipo de atividade, incluindo mineradoras de médio e grande porte. Ressalta-se que a extração de argila, principal substância minerada em Rio Claro, ocorre primordialmente às margens dos corpos d'água.

Com relação ao porte das extrações minerais, cabe ressaltar que, no caso de uma mineração a céu aberto, ele é definido pela sua produção diária (Tabela 6).

Tabela 6: Classificação do Porte das Minas a Céu Aberto.

Porte	Produção diária (t/dia)
Pequeno porte	< 3.000
Médio porte	3.000 a 30.000
Grande porte	> 30.000

Fonte: Germani, 2002.

Em complemento, no Estado de São Paulo, uma mina de argila é considerada de pequeno porte quando a área efetiva de extração é inferior a 30 ha e, uma mina de areia é classificada como de pequeno porte quando a área de extração é inferior a 50 ha (SÃO PAULO, 2014 apud PENA et al., 2017).

Embora a maioria das mineradoras em Rio Claro sejam consideradas de pequeno porte, o efeito cumulativo de todas as cavas e da área diretamente afetada por elas é extensa (PENA et al., 2017). Assim, a permissibilidade de serem instaladas mineradoras, mesmo que de pequeno porte, na área pertencente às APAs Piracicaba/Juqueri-Mirim e Corumbataí/Notucatu/Tejupá pode gerar impactos incalculáveis para a adequada manutenção dos recursos naturais e, conseqüentemente, dos serviços ecossistêmicos de que a população tanto necessita.

Portanto é possível constatar que o macrozoneamento definido no PDM acaba por permitir a extração mineral em praticamente todo o território municipal, inclusive nos locais reconhecidamente destinados à manutenção dos recursos

naturais e à recarga de aquíferos (como as APAs) o que, por conseguinte, pode vir a impactar diretamente o abastecimento público municipal.

Neste sentido, Pena et al. (2017) destacam a importância de se limitar as áreas destinadas às atividades antrópicas, em especial à mineração, diminuindo assim os impactos negativos nos locais mais sensíveis ambiental e socialmente, além da necessidade de um maior detalhamento das macrozonas contidas no PDM, levando em consideração os aspectos físicos da paisagem e, se possível, identificando os sítios mais adequados para a extração mineral pois, deste modo, será possível conciliar o desenvolvimento econômico e a proteção ambiental, diminuindo impactos profundos sobre o meio ambiente e o bem-estar da população.

Posto isto, ressalta-se a importância da participação acadêmica e da sociedade para o melhor o gerenciamento e planejamento da localização das atividades minerárias, a qual, segundo Pena et al. (2017), tem sido extremamente limitada em Rio Claro. Os conhecimentos produzidos e adquiridos dentro das universidades devem ser diretamente aplicados na formulação de leis e políticas para que as atividades econômicas tornem-se socialmente responsáveis e favoráveis ao meio ambiente (PENA et al., 2017).

Portanto, um Plano Diretor Municipal bem estruturado e embasado é a ferramenta mais apropriada para o direcionamento dos interesses econômicos, sociais e ambientais em um município, devendo ser amplamente discutido com os diversos setores da sociedade, não devendo causar prejuízos a uma área em detrimento de outra.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fundamentação teórica e a caracterização inicial da área de estudo forneceram um ótimo embasamento para esta monografia, mostrando-se imprescindíveis para a análise e discussão dos resultados obtidos.

A utilização das folhas topográficas para a identificação das redes de drenagens perenes e intermitentes do município foram suficientes para o desenvolvimento desta pesquisa, especialmente após a sua adequação com as imagens de satélite atuais da área.

O uso do estudo multitemporal para avaliar as perdas e ganhos de vegetação no município de Rio Claro ao longo dos últimos 40 anos mostrou-se uma ferramenta fundamental para atingir o objetivo deste trabalho. Todavia, seria interessante utilizar imagens com uma maior resolução espectral, que melhor representem as áreas com e sem vegetação nativa. Infelizmente, tais imagens não são distribuídas gratuitamente, necessitando assim de recursos financeiros externos para a sua aquisição.

A partir dos resultados constatou-se que as atividades minerárias, no período em análise, não têm piorado a situação das áreas de preservação permanente, não sendo corroborado a hipótese deste trabalho, todavia, também não ocorreram melhoras significativas nas áreas vegetadas. Deste modo, ainda há muito o que se restaurar por parte dos empreendedores para que as áreas de preservação ambiental atinjam o mínimo estabelecido por lei, podendo assim exercer suas funções ambientais e fornecer os serviços ecossistêmicos de que a população tanto necessita.

O Plano Diretor Municipal, por sua vez, quando corretamente embasado, estruturado, planejado e discutido mostra-se uma ferramenta muito importante para subsidiar a tomada de decisões por parte dos gestores ambientais e da sociedade civil, sendo uma ferramenta eficaz para o processo de análise e controle dos impactos ambientais negativos gerados pelas atividades antrópicas.

Espera-se, por fim, que os resultados deste trabalho incentivem o desenvolvimento de estudos mais detalhados que integrem os conhecimentos dos meios físico, biótico e socioeconômico, visando uma melhoria na qualidade de vida da sociedade e o desenvolvimento de atividades de forma sustentável.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 13.030**: Elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas pela mineração. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR ISO 14.001**: Sistema de Gestão Ambiental. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ALMEIDA, F.F.M. Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista. **Boletim do Instituto Geográfico e Geológico**. São Paulo, n.41, p.169-262, 1964.

ARCHANGELO, A. **Rio Claro tem 1,2 mil cavas de mineração abertas**. Rio Claro: Jornal Cidade, 2015. Disponível em: <<https://www.jornalcidade.net/rio-claro/rio-claro-tem-12-mil-cavas-de-mineracao-abertas/25947>>. Acesso em: 11 abr. 2018.

ASSINE, M.L.; SOARES, P.C. Interação flúvio-eólica na Formação Pirambóia. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 4., 1995, Águas de São Pedro. **Boletim de Resumos Expandidos...** Rio Claro: UNESP/SBG, 1995. p. 65.

BAUER, M.E.; YUAN, F.; SAWAYA, K.E. Multi-temporal Landsat image classification and change analysis of land cover in the Twin Cities (Minnesota) metropolitan area. **Analysis of Multi-Temporal Remote Sensing Images**. p. 368-375, 2004.

BRAGA, R. Plano Diretor Municipal: três questões para discussão. **Caderno do Departamento de Planejamento**. Presidente Prudente, v. 1, n. 1, p. 15-20, 1995.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967**. Dá nova redação ao Decreto-lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1940. (Código de Minas). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del0227.htm>. Acesso em: 10 abr. 2018.

BRASIL. **Decreto nº 62.934, de 02 de julho de 1968**. Aprova o Regulamento do Código de Mineração. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1950-1969/d62934.htm>. Acesso em: 06 abr. 2018.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 06 abr. 2018.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 09 nov. 2017.

BRASIL. **Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991**. Dispõe sobre a Política Agrícola. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8171.htm>. Acesso em: 17 abr. 2018.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal e institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>. Acesso em: 17 abr. 2018.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002**. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=299>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 306, de 05 de julho de 2002**. Estabelece os requisitos mínimos e o termo de referência para a realização de auditorias ambientais. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=306>>. Acesso em: 06 abr. 2018.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2018.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006**. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2006_369.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2018.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 428, de 17 de dezembro de 2010**. Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=641>>. Acesso em: 17 abr. 2018.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Novo Código Florestal. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 05 nov. 2017.

CAETANO-CHANG, M.R.; WU, F.T. As formações Pirambóia e Botucatu no estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 4., 1995, Águas de São Pedro. **Atlas do IV Simpósio...** São Pedro: UNESP/SBG, 1995. p. 81.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J.S. Princípios básicos em geoprocessamento. In: ASSAD, E.D; SANO, E.E. **Sistemas de Informações Geográficas: aplicações na agricultura.** 2. ed. Brasília: Embrapa-CPAC, 1998. p.3-8.

CEPAGRI. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas aplicadas à Agricultura. **Clima dos Municípios Paulistas:** Rio Claro. Disponível em: <https://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_494.html>. Acesso em: 08 abr. 2018.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Governo do Estado de São Paulo. **Qualidade do ar no Estado de São Paulo 2016.** São Paulo: CETESB, 2017. 198 p.

CHRISTOFOLETTI, S.R.; MORENO, M.M.T. Sustentabilidade da mineração no Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes, São Paulo - Brasil. **Cerâmica Industrial,** São Paulo, v. 16, n. 3, p. 35-42, 2011.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Geobank. **Mapas Geológicos Estaduais - São Paulo.** 1:750.000. 2005. Disponível em: <<http://geobank.cprm.gov.br/>>. Acesso em: 05 fev. 2016.

CRÓSTA, A.P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto.** Campinas: IG/UNICAMP, 1992.

DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE):** Download por estado – São Paulo. Disponível em: <<http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap/>>. Acesso em: 11 abr. 2018.

ESTADÃO – São Paulo. Blogs – Pelo Interior. **Notícias e Histórias das Cidades de São Paulo.** Disponível em: <<http://sao-paulo.estadao.com.br/blogs/pelo->

interior/parque-vai-expor-arqueologia-primitiva-dos-povos-paulistas-em-rio-claro/>
Acesso em: 10 abr. 2018.

EL BIZRI, H.R.; MACEDO, J.C.B.; PAGLIA, A.P.; MORCATTY, T.Q. Mining undermining Brazil's environment. **Science**. v. 353, p. 228-228, 2016.

FARIAS, C.E.G. **Mineração e Meio Ambiente no Brasil**. Relatório Preparado para o CGEE, PNUD (Contrato 2002/001604), 2002, 40 f. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/minera.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2017.

FERREIRA, S.R. **Análise pedoestratigráfica das Formações Rio Claro e Piraçununga, no centro-leste do Estado de São Paulo**. 2005. 157p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

FERREIRA, C. J.; BROLLO, M.J.; UMMUS, M.E.; NERY, T.D. Indicadores e quantificação da degradação ambiental em áreas mineradas, Ubatuba (SP). **Revista Brasileira de Geociências**. v. 38, n. 1, p. 141-152, 2008.

FUNDAÇÃO FLORESTAL. Sistema Ambiental Paulista. Governo do Estado de São Paulo. **APA Corumbataí-Botucatu-Tejupá – Perímetro Corumbataí**. 2018a. Disponível em: <<http://fflorestal.sp.gov.br/perimetro-corumbatai/home/>>. Acesso em: 12 abr. 2018.

FUNDAÇÃO FLORESTAL. Sistema Ambiental Paulista. Governo do Estado de São Paulo. **APA Piracicaba/Juqueri-Mirim Área I**. 2018b. Disponível em: <<http://fflorestal.sp.gov.br/juqueri-mirim-i/home/>>. Acesso em: 12 abr. 2018.

GARCIA, L.C.; RIBEIRO, D.B.; ROQUE, F.O.; OCHOA-QUINTERO, J.M.; LAURANCE, W.F. Brazil's worst mining disaster: corporations must be compelled to pay the actual environmental costs. **Ecological Applications**. v. 27, n.1, p. 5-9, 2016.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p.

GERMANI, D.J. **A mineração no Brasil**. Rio de Janeiro: CTMineral. 2002.

GODOY, M. **A Lei Orgânica do Município comentada**. São Paulo: LEUD, 1990.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação**. Brasília: IBAMA, 1990. 96 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades - Censo Demográfico 2010: Rio Claro/SP**. 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/rio-claro/panorama>>. Acesso em: 05 nov. 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapas interativos**. 2013. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_interativos/>. Acesso em: 30 jan. 2016.

IBRAM. Instituto Brasileiro de Mineração. **Informações sobre a economia mineral brasileira 2015**. Brasília: IBRAM, 2015. 25 p. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00005957.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2018.

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Divisão de Minas e Geologia aplicada. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo/SP**. São Paulo, 1981. 126 p. (Série Monografias n.6, v.1).

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Formulação do Plano Diretor de Mineração dos municípios de Santa Gertrudes, Cordeirópolis, Ipeúna, Iracemápolis e Rio Claro: Relatório Técnico Final n. 129 345-205**. 2012. Disponível em: <<http://www.energia.sp.gov.br/wp-content/uploads/2016/06/Santa-Gertrudes.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

ISENBURG, A.R.V. **Caracterização das Bacias PCJ**. Piracicaba: PCJ. 2010. Disponível em: <<http://slideplayer.com.br/slide/2889051/#>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

LANDIM, P.M.B.; SOARES, P.C.; GAMA, J.R.E. **Estratigrafia do noroeste da bacia sedimentar do Paraná**. Rio Claro: IPT/UNESP, 1980, 45 p.

LAWRENCE, R.; HURST, R. WEAVER, T.; ASPINALL, R. Mapping prairie pothole communities with multitemporal Ikonos satellite imagery. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**. vol. 72, n. 2, p. 169-174, 2006.

LEITE, L.G. Plano Diretor: obrigatório por força da Lei Orgânica Municipal. **Revista de Direito Público**. São Paulo, ano 24, n. 97, 1991.

LIMA, H.M.; FLORES, J.C.C.; COSTA, F.L. Plano de recuperação de áreas degradadas versus plano de fechamento de mina: um estudo comparativo. **Revista Escola de Minas**. vol. 59, n. 4, p. 397-402, 2006.

MASSOLI, M. Geologia do Município de Santa Rita do Passa Quatro, São Paulo. **Revista do Instituto Geológico**. São Paulo, v. 2, n. 2, p. 35-51, 1981.

MASSOLI, M. Geologia da Folha de Pirassununga, SP. **Revista do Instituto Geológico**. São Paulo, v. 4, n.1/2, p. 25-51, 1983.

MEDINILHA, A. **A degradação da mata ciliar e os impactos nos recursos hídricos desencadeados pela expansão urbana de Rio Claro/SP no entorno do Rio Corumbataí**. 1999. 181 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

MENESES, P.R.; ALMEIDA, T. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília: UNB/CNPQ, 2012. 276 p. Disponível em: <<http://www.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8>>. Acesso em 06 abr. 2018.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Áreas Protegidas - Cadastro Nacional de Unidades de Conservação: Dados Georreferenciados**. 2018. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs/dados-georreferenciados>>. Acesso em: 11 abr. 2018.

OLIVEIRA, J.B.; CAMARGO, M.N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**. Campinas: EMBRAPA-SOLOS/IAC, 1999.

PENA, J.C.C.; ASSIS, J.C.; SILVA, R.A.; HONDA, L.K.; PAGANI, M.I.; RIBEIRO, M.C. Beyond the mining pit: the academic role in social deliberation for participatory environmental planning. **Perspectives in Ecology and Conservation**. v. 15, p. 194-198, 2017.

PRESS, F.; SIEVER, R. GROTZINGER, J.; JORDAN, T.H. Tradução: MENEGAT, R. et al. **Para Entender a Terra**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006, 656 p.

RIO CLARO. Prefeitura Municipal de Rio Claro - SP. **Diagnóstico Ambiental e Desenvolvimento de Sistemas de Implementações de Projetos de Recuperação da Qualidade dos Corpos d'água**. Volume I. Rio Claro, 2014a. 87 p. Disponível em: <<http://www.rioclaro.sp.gov.br/pd/arquivos/VolumelLevantamento.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2018.

RIO CLARO. Prefeitura Municipal de Rio Claro - SP. **Diagnóstico Ambiental e Desenvolvimento de Sistemas de Implementações de Projetos de Recuperação da Qualidade dos Corpos d'água**. Volume II. Rio Claro, 2014b. 169 p. Disponível em: <<http://www.rioclaro.sp.gov.br/pd/arquivos/VolumellRH.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2018.

RIO CLARO. Prefeitura Municipal de Rio Claro - SP. **Lei Complementar nº 0128, de 07 de dezembro de 2017**. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento do Município de Rio Claro. Rio Claro, 2017. 112 p. Disponível em: <<http://www.rioclaro.sp.gov.br/pd/index.php>>. Acesso em: 05 abr. 2018.

ROSS, J.L.S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 6, p. 17-29, 1992.

ROSS, J.L.S.; MOROZ, I.C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: Laboratório de Geomorfologia do Depto de Geografia FFLCH-USP/Laboratório de Cartografia Geotécnica - Geologia Aplicada - IPT/FAPESP, 1997, 63 p.

SCALCO, J.P. **Caracterização dos impactos ambientais da indústria oleira e mineração na sub-bacia do Ribeirão Jacutinga – Municípios de Rio Claro e Corumbataí (SP)**. 2012. 135 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2014.

SCHNEIDER, R.L. et al. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLÓGICO, 28., 1974, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBG, 1974. p. 41-64.

SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. Portal de Estatísticas do Estado de São Paulo. **Perfil dos municípios paulistas**: Rio Claro. 2018. Disponível em: <<http://www.perfil.seade.gov.br/>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

SENATORE, A.M. **Diagnóstico ambiental de atividades de mineração com ênfase em olarias no município de Rio Claro (SP)**. 2017. 43 f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2017.

SILVA, C.L. **Aspectos Neotectônicos do Médio Vale do Rio Moji-Guaçu: Região de Piraçununga**. 1997. 169 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1997.

SIRGH. Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. **CBH-PCJ**. 2018. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/cbhpcj/apresentacao>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

SOARES, P.C.; LANDIM, P.M.B. Aspectos regionais da estratigrafia da Bacia do Paraná no seu flanco nordeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27., 1973, Aracaju. **Anais...** Aracaju: SBG, 1973. p. 243-256.

SOARES, P.C.; LANDIM, P.M.B. Depósitos Cenozóicos na Região Centro-Sul do Brasil. **Notícias Geomorfológicas**. v.16, n.31, p.17-39, 1976.

SOARES, P.C.; SOUZA, A. Geologia do Nordeste do estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27., 1973, Aracaju. **Anais...** Aracaju: SBG, 1973.

SOARES, P.C.; SINELLI, O.; PENALVA, F.; WERNICK, E.; SOUZA, A.; CASTRO, P.R.M. Geologia do nordeste do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27., 1973, Aracaju. **Anais...** Aracaju: SBG, 1973, p. 209-228.

SOARES-FILHO, B.; RAJÃO, R.; MACEDO, M.; CARNEIRO, A.; COSTA, W.; COE, N.; RODRIGUES, H.; ALENCAR, A. Cracking Brazil's Forest Code. **Science**. v. 34, p. 363-364, 2014.

SOUZA, M.O.L. **Evolução tectônica dos altos estruturais de Pitanga, Ártemis, Pau d'Alho e Jiboia**: Centro do estado de São Paulo. 2002. 206 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

STEFANI, F.L. **Zoneamento Geoambiental da Região de Casa Branca/SP**. 2000. 170 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, São José dos Campos, 2003.

VALE. **Qual a importância da mineração para a economia do país?** Rio de Janeiro, 17 jul. 2017. Disponível em: <<http://www.vale.com/brasil/pt/aboutvale/news/paginas/qual-a-importancia-da-mineracao-para-a-economia-do-pais.aspx>>. Acesso em: 09 nov. 2017.

VILLALOBOS, J.U.G. **As olarias do município de Rio Claro SP**: uma alternativa de sobrevivência de pequenos proprietários rurais. 1990. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1990.

WOLLMANN, L.M.; BASTOS, L.C. Novo Código Florestal e reserva legal em propriedades rurais no município de Porto Alegre/RS. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 45, n. 3, p. 412-417, 2015.

ZAINE, J.E. **Geologia da Formação Rio Claro na folha Rio Claro (SP)**. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2014.