UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

LIZ ABREU DENÚBILA

ALTERAÇÕES AMBIENTAIS ASSOCIADAS À MINERAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS (SP), UTILIZANDO AHP E SIG.

São Carlos
2013

LIZ ABREU DENÚBILA

Alterações ambientais associadas à mineração no município de São Carlos (SP), utilizando AHP e SIG.

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências, Programa de Pós Graduação em Geotecnia.

Orientador: Prof. Dr. Oswaldo Augusto Filho

São Carlos
2013

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

D391

Denúbila, Liz Abreu
Alterações ambientais associadas à mineração no município de São Carlos (SP), utilizando AHP e SIG. / Liz Abreu Denúbila; orientador Oswaldo Augusto Filho. São Carlos, 2013.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação e Área de Concentração em Geotecnia -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2013.

1. Mineração. 2. Planejamento territorial municipal. 3. AHP. 4. SIG. 5. Passivo ambiental. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidata: Engenheira **LIZ ABREU DENÚBILA**.

Título da dissertação: "Alterações ambientais associadas à mineração no município de São Carlos (SP), utilizando AHP e SIG".

Data da defesa: 08/11/2013

Comissão Julgadora:	**Resultado:**
Prof. Dr. **Oswaldo Augusto Filho** (Orientador) (Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)	Aprovada
Prof. Dr. **Rogério Pinto Ribeiro** (Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)	Aprovada
Dr. **Omar Yazbek Bitar** (Instituto de Pesquisas Tecnológicas/IPT)	Aprovada

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Geotecnia:
Prof. Titular **Osni José Pejon**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:
Prof. Titular **Denis Vinicius Coury**

Dedico este trabalho aos meus pais, Cidinha e Edmo, aos meus irmãos, Ivan e Isabella, e ao meu namorado, José, com todo amor e gratidão, por serem minha paz e direção.

AGRADECIMENTOS

À Deus que me guiou nessa jornada de estudos e sabedoria, colocando em meu caminho pessoas dedicadas e competentes e por ele ser o pilar da minha existência.

Ao meu Prof. Dr. e Orientador, Oswaldo Augusto Filho, pela sua disponibilidade e pelo acompanhamento de todo o trabalho, além das suas valiosas críticas, sugestões e pela enorme paciência.

Aos Profs. Rogério Pinto Ribeiro e Oswaldo Augusto Filho pela oportunidade de realização dos estágios em docência, que proporcionou o meu crescimento profissional.

Aos queridos mestres que me abriram novos horizontes no conhecimento.

A minha família, em especialmente minha mãe Cidinha Abreu, minha prima Marise e meus avós, Evilásio e Alice, por sempre estarem presentes, me apoiarem e me aconselharem em todas as etapas da minha vida.

Ao meu pai, Edmo, por sempre me dar força e acreditar em mim.

Ao meu irmão, Ivan, por me fazer companhia nas horas me que eu mais precisei e pelas vindas surpresas para São Carlos.

Ao meu melhor amigo e amor, José Francisco de Souza, que demonstrou ter paciência e me escolheu para somar em sua vida. Por nunca me ter deixado desistir, sempre ter acreditado em mim e mesmo na saudade nunca se fez ausente.

Às minhas companheiras e amigas de república, Amanda Borges e Mila, por terem tornado meus dias em São Carlos mais maravilhosos e pelos almoços aos domingos nos quais pudemos compartilhar as alegrias, conquistas e dias difíceis.

Aos colegas de classe, Bianca, Breno, Bruno, Felipe, Gian, Loana e Vanessa que contribuíram para a realização descontraída deste trabalho.

Á todo o pessoal do departamento de Geotecnia, pelas amizades e alegrias.

Aos funcionários, Álvaro, Erivelto, Maristela e Neiva pela atenção e gentileza com que sempre me trataram.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro.

RESUMO

DENÚBILA, L. A. (2013). **Alterações ambientais associadas à mineração no município de São Carlos (SP), utilizando AHP e SIG.** 288f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2013.

Este trabalho apresenta um método de avaliação preliminar e regional dos impactos ambientais existentes e potenciais associados às atividades minerárias em um território municipal. A avaliação foi centrada nos impactos de natureza geológico-geotécnica e sócio-biótica abrangendo as seguintes etapas: revisão bibliográfica, levantamento dos processos minerários no Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), classificação dos processos ativos e inativos, definição dos polígonos dos processos para análise com os mapas analíticos. Paralelamente fez-se a elaboração da base cartográfica digital e Modelo Digital do Terreno (MDT), elaboração dos mapas de suscetibilidade à erosão e de danos e restrições ambientais utilizando AHP, vistorias de campo, e finalmente análise e elaboração da avaliação dos impactos ambientais e sugestão de medidas mitigadoras. Todas essas etapas de trabalho foram realizadas em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica). Os trabalhos cartográficos foram desenvolvidos na escala 1:50.000. O método desenvolvido foi aplicado no município de São Carlos, localizado na região centro-oeste do estado de São Paulo. Como resultado obteve-se cinqüenta e cinco áreas requeridas para mineração, onde quarenta e seis estão com seus processos ativos e nove inativos. Em relação aos processos ativos existem treze áreas requeridas que já possuem minerações instaladas e em operação. O trabalho também levantou minerações abandonadas no município que foram classificadas como áreas com passivos ambientais.

Palavras – chave: Mineração. Passivo ambiental. Planejamento territorial municipal. AHP. SIG. São Carlos.

ABSTRACT

DENÚBILA. L. A. (2013). **Environmental changes associated with mining in the municipality of São Carlos (SP), using AHP and GIS.** 288f. Dissertation (Master in Geotechnical Engineering) – São Carlos School of Engineering, University of São Paulo, 2013.

This paper shows a method of preliminary and regional assessment of existing and potential environmental impacts associated with mining activities in a municipality. The review was focused on the impacts of geological and geotechnical nature and socio- biotic comprising the following steps : literature review, survey of mining processes in the National Department of Mineral Production (DNPM), classification of active and inactive processes, defining processes for polygons analysis with analytical maps. Made parallel to the preparation of digital base map and Digital Terrain Model (MDT), preparation of maps of susceptibility to erosion and damage and environmental constraints using AHP , field inspections, and finally analysis and preparation of environmental impact assessment and suggested mitigation measures. All these steps were performed work in GIS (Geographic Information System) environment. The cartographic work was done on 1:50,000 scale. The developed method was applied in São Carlos, located in the midwestern region of the state of São Paulo. As a result we obtained fifty-five areas required for mining, which forty-six are active processes with their nine inactive. In relation to active processes are required thirteen areas that already have installed and operating mines. The work also raised abandoned mines in the county that were classified as areas with environmental liabilities.

Keywords: Mining. Environmental liability. Municipal territorial planning. AHP. GIS. São Carlos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de ação, levantamento, avaliação e recuperação de passivos ambientais 34

Figura 2 - Arquitetura do SIG 46

Figura 3 - MDT como parte integrante de um SIG 49

Figura 4 - Exemplo do cálculo de curvatura 52

Figura 5 - Exemplo de comparação par a par 59

Figura 6 - Matriz de comparação dos julgamentos feitos na Figura 5 59

Figura 7 - Localização da área de estudo 64

Figura 8 – Unidades de conservação ambiental inseridas em São Carlos, SP 72

Figura 9 – Principais etapas e atividades da pesquisa 73

Figura 10 - Ficha de campo.....90

Figura 11 – Processos levantados no DNPM (25/05/2013) 92

Figura 12 - Histograma de freqüência dos RMS.....94

Figura 13 - Ilustração do resultado de validação qualitativa do MDT 95

Figura 14 - Trecho centro-leste do mapa de declividade do município de São Carlos 97

Figura 15 - Trecho centro-leste do mapa de curvatura do terreno do município de São Carlos 98

Figura 16 - Trecho norte do mapa de unidades geológicas do município de São Carlos (SP) 100

Figura 17 - Trecho norte do mapa de unidades pedológicas do município de São Carlos.....103

Figura 18- Rede de drenagem e bacias hidrográficas do município de São Carlos 106

Figura 19 - Trecho centro-leste do mapa de uso e cobertura do município de São Carlos 109

Figura 20 - Atributos e suas respectivas classes definidos para elaboração do mapa de suscetibilidade à erosão.....110

Figura 21 - Trecho centro-leste do mapa de suscetibilidade à erosão pluvial do município de São Carlos 117

Figura 22 - Trecho centro-leste do município de São Carlos.....121

Figura 23 - Ficha de campo preenchida 122

Figura 24 - Vistorias de campo 123

Figura 25 - Bacia do Monjolinho 125

Figura 26 - Porcentagem referente às áreas ocupadas pelos processos minerários em relação ao mapa de declividade 129

Figura 27 - Porcentagem referente às áreas ocupadas pelos processos minerários em relação ao mapa de curvatura do terreno 130

Figura 28 - Porcentagem referente às áreas ocupadas pelos processos minerários em relação ao mapa de unidades geológicas 130

Figura 29 - Porcentagem referente às áreas ocupadas pelos processos minerários em relação ao mapa de unidades pedológicas 131

Figura 30 - Porcentagem referente às áreas ocupadas pelos processos minerários em relação ao mapa de uso e ocupação 132

Figura 31 - Braço do rio Mogi-Guaçu 134

Figura 32 - Margem esquerda do rio Mogi-Guaçu 134

Figura 33 - Córrego Laranja Seca 135

Figura 34 - Assoreamento no Córrego Água Quente 135

Figura 35 - Áreas com alterações ambientais 136

Figura 36 - Antiga cava de basalto, agora recuperada 137

Figura 37 - Mineração de diabásio desativada 141

Figura 38 - Afloramento de blocos de diabásio 142

Figura 39 - Mineração de basalto 143

Figura 40 - Talude da pedreira 144

Figura 41 - Mineração de areia 145

Figura 42 - Lagoa de decantação dos finos 146

Figura 43 - Lagoa de decantação dos finos e a área urbana, ao fundo 147

Figura 44 - Mineração Itaporanga 148

Figura 45 - Formação de processos erosivos 149

Figura 46 - Proximidade da mineração com a área urbana 149

Figura 47 – Recuperação dos taludes 150

Figura 48 - Mineração de arenito 151

Figura 49 - Frente de lavra da exploração de arenito.....152

Figura 50 - Fluxograma do método proposto.....153

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Revisão bibliográfica preliminar 8

Tabela 2 - Mineração e meio ambiente no município de São Carlos 10

Tabela 3 - Impactos ambientais ocorridos em mineração 18

Tabela 4 - Impactos causados nas atividades de mineração de acordo com o tipo de extração 19

Tabela 5 - Principais processos do meio ambiente passíveis de alteração negativa, pelas operações das fases de instalação e funcionamento da mineração 20

Tabela 6 - Alguns exemplos de processos atuantes no meio físico durante as etapas de exploração 21

Tabela 7 - Síntese das consequências e riscos decorrentes de alteração de processos do meio físico pela mineração 22

Tabela 8 - Método para reconhecimento de impactos no meio físico 23

Tabela 9 - Principais processos do meio ambiente passíveis de alteração negativa, pelas operações das fases de instalação e funcionamento da mineração 28

Tabela 10 - Principais processos do meio ambiente passíveis de alteração negativa, pelas operações das fases de instalação e funcionamento da mineração 30

Tabela 11 - Características mínimas para o cadastro de passivos ambientais 33

Tabela 12 - Obrigações decorrentes do passivo ambiental 38

Tabela 13 - Exemplos de geoprocessamento 39

Tabela 14 - Intervalos espectrais e suas respectivas cores 43

Tabela 15 - Intervalos espectrais possíveis de serem usados pelos sensores óticos e micro-ondas . 44

Tabela 16 - Entrada de dados em um SIG 47

Tabela 17 - Comparação entre os modelos 49

Tabela 18 - Classes de declividades definidas em função das recomendações do uso e restrições e/ou problemas esperados 51

Tabela 19 - Métodos para geração do mapa de suscetibilidade à erosão 55

Tabela 20 - Comparações do método AHP 58

Tabela 21 - Valores de consistência aleatória (CA) em função da ordem da matriz 60

Tabela 22–Minerações e os bens minerais extraídos no município de São Carlos 65

Tabela 23 - Tipos de uso do solo no município de São Carlos. 82

Tabela 24 - Índice de erodibilidade (K) de alguns solos do estado de São Paulo.....87

Tabela 25 - Relação dos tipos de processos minerários e o bem mineral requerido em São Carlos, SP 92

Tabela 26–Distribuição em área das classes de declividades no município de São Carlos, SP.....96

Tabela 27–Distribuição em área das classes de curvatura do terreno no município de São Carlos, SP 96

Tabela 28 – Distribuição em área das classes geológicas no município de São Carlos, SP 99

Tabela 29–Distribuição em área das classes pedológicas no município de São Carlos, SP 102

Tabela 30 - Ordem de hierarquização da rede hidrográfica no município de São Carlos, SP 105

Tabela 31 – Distribuição em área das classes de uso e cobertura no município de São Carlos, SP108

Tabela 32 - Matriz AHP dos atributos de suscetibilidade à erosão.....111

Tabela 33 - Matriz AHP das classes de declividade para a suscetibilidade à erosão.....112

Tabela 34 - Matriz AHP das classes de pedologia para a suscetibilidade à erosão.....113

Tabela 35 - Matriz AHP das classes de uso e cobertura 114

Tabela 36 - Matriz AHP das classes de curvatura para suscetibilidade à erosão.....115

Tabela 37–Distribuição em áreas das classes de suscetibilidade a erosão no município de São Carlos, SP.....116

Tabela 38 - Matriz AHP das classes de uso e cobertura para os danos e restrições ambientais 119

Tabela 39–Distribuição em área das classes de danos e restrições ambientais no município de São Carlos, SP.....120

Tabela 40 - Áreas ocupadas pelos processos minerários em relação à suscetibilidade à erosão 127

Tabela 41 - Áreas ocupadas pelos processos minerários em relação aos danos e restrições ambientais 127

Tabela 42 - Distribuição das áreas em classes de suscetibilidade a erosão e aos danos e restrições ambientais da mineração de diabásio 142

Tabela 43 - Distribuição das áreas em classes de suscetibilidade a erosão e aos danos e restrições ambientais da mineração de basalto 144

Tabela 44 - Distribuição das áreas em classes de suscetibilidade a erosão e aos danos e restrições ambientais da mineração de areia.....146

Tabela 45 - Distribuição das áreas em classes de suscetibilidade a erosão e aos danos e restrições ambientais da mineração de areia 149

Tabela 46 - Distribuição das áreas em classes de suscetibilidade a erosão e aos danos e restrições ambientais da mineração de arenito..... 152

LISTA DE SIGLAS

ABAI – Associação Brasileira de Avaliação de Impacto

AIA – Avaliação de Impacto Ambiental

AHP – Processo Analítico Hierárquico/ Analytic Hierarchy Process

AP – Autorização de Pesquisa

APA – Área de Proteção Ambiental

APP – Área de Preservação Permanente

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CL – Concessão de Lavra

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

D – Disponibilidade

DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral

EE – Estação Ecológica

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

IAC – Instituto Agronômico de Campinas

IAIA – International Association for Impact Assessment

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração

IC – Índice de Consistência

IHS – Intensity Hue Saturation

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas

HSV – Hue Saturation Value

L – Licenciamento

LA – LATOSSOLO AMARELO

LV – LATOSSOLO VERMELHO

LVA – LATOSSOLO VERMELHO AMARELO

MDT – Modelo Digital do Terreno

MDEHC – Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente

MNT – Modelo Numérico do Terreno

MUSLE – Equação de Perda de Solo Modificada/ Universal Soil Loss Equation Modified

OP – Orçamento Participativo

PCA – Principal Components Analysis

PI – Plano de Informação

PNMA – Política Nacional do Meio Ambiente

PRAD – Plano de Recuperação de Área Degradada

RC – Razão de Consistência

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

RL – Reserva Legal

RMS – Root Mean Square

RMSP – Região Metropolitana de São Paulo

RLa – Requerimento de Lavra

RP – Requerimento de Pesquisa

RPA – Relevância do Passivo Ambiental

AQ – AREIA QUARTZOSA

SIG – Sistema de Informação Geográfico

SMDSCT – Secretaria Municipal de Desenvolvimento Sustentável, Ciência e Tecnologia

SP – São Paulo

SR – Sensoriamento Remoto

TRMM – Multisatellite Precipitation Analysis

UTB – Unidade Territorial Básica

UTM – Universo Transverso de Mercator

WTVE – Wavelet Transform Ventura

WTYO –Wavelet Transform Yocky

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS I

LISTA DE TABELAS IV

LISTA DE SIGLAS VII

1. INTRODUÇÃO 5

1.1. OBJETIVOS 7

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS 8

2.1. MINERAÇÃO, MEIO AMBIENTE E PLANEJAMENTO MUNICIPAL 8
2.2. AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS (AIA) 14
2.3. ALTERAÇÕES AMBIENTAIS CAUSADAS PELA MINERAÇÃO 16
2.3.1. Impactos no meio físico 19
2.3.2. Impactos no meio biótico 28
2.3.3. Impactos no meio socioeconômico 29
2.4. PASSIVOS AMBIENTAIS: ORIGEM, CLASSIFICAÇÃO E RECUPERAÇÃO 30
2.4.1. Passivos ambientais e mineração 36
2.5. GEOPROCESSAMENTO 38
2.5.1. Sensoriamento remoto 40
2.5.2. Sistema de informação geográfica – SIG 45
2.5.3. Modelo digital do terreno – MDT 47
2.5.4. Mapa de declividade e curvatura do terreno 50
2.6. SUSCETIBILIDADE A EROSÃO PLUVIAL 53
2.7. PONDERAÇÃO DE VARIÁVEIS PELO PROCESSO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA (AHP) 56
2.7.1. Julgamentos paritários 57
2.7.2. Análise da consistência dos julgamentos 59
2.8. BACIAS HIDROGRÁFICAS COMO UNIDADES DE PLANEJAMENTO TERRITORIAL 60

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO 63

3.1. ATIVIDADES MINERÁRIAS 65
3.2. ASPECTOS TOPOGRÁFICOS E GEOMORFOLÓGICOS 65
3.3. ASPECTOS GEOLÓGICOS E PEDOLÓGICOS 66
3.4. ASPECTOS HIDROLÓGICOS, CLIMÁTICOS E DA COBERTURA VEGETAL 69
3.5. USO E RESTRIÇÕES AMBIENTAIS LEGAIS 70
3.5.1. Área de Preservação Ambiental e Estações Ecológicas 71

4. ETAPAS DA PESQUISA E MÉTODO 73

4.1. PLANEJAMENTO 73
4.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 74
4.3. APLICAÇÃO DO MÉTODO E GERAÇÃO DOS RESULTADOS 74
4.4. ANÁLISE DOS RESULTADOS, CONCLUSÃO E DEFESA 75
4.5. MÉTODO PROPOSTO 75
4.5.1. PLANEJAMENTO 76
4.5.2. LEVANTAMENTO DAS ATIVIDADES NO DNPM 76
4.5.3. ELABORAÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA DIGITAL E MODELO DIGITAL DO TERRENO (MDT) 77
4.5.4. ELABORAÇÃO DOS MAPAS TEMÁTICOS 79
4.5.5. ELABORAÇÃO DOS MAPAS ANALÍTICOS 82

4.5.6. VISTORIAS DE CAMPO 88
4.5.7. DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO REGIONAL DAS ATIVIDADES MINERÁRIAS NO MUNICÍPIO 90

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES 91

5.1. ATIVIDADES MINERÁRIAS NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS 91
5.2. BASE CARTOGRÁFICA DIGITAL E MODELO DIGITAL DO TERRENO 93
5.3. MAPAS TEMÁTICOS 96
5.3.1. Declividade e curvatura do terreno 96
5.3.2. Unidades Geológicas 99
5.3.3. Unidades Pedológicas 101
5.3.4. Drenagens e bacias hidrográficas 104
5.3.5. Uso e cobertura do solo 107
5.4. MAPAS ANALÍTICOS 110
5.4.1. Suscetibilidade à erosão pluvial 110
5.4.2. Danos e restrições ambientais 118
5.5. VISTORIAS DE CAMPO 122
5.6. DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO REGIONAL DAS ATIVIDADES MINERÁRIAS NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS 126
5.6.1. Considerações Gerais 126
5.6.2. Exemplo de diagnóstico detalhado para alguns empreendimentos 139

6. CONCLUSÕES 155

REFERÊNCIAS 159

APÊNDICE 178

APÊNDICE A.I – BASE CARTOGRÁFICA E MAPA DE DOCUMENTAÇÃO. 179

APÊNDICE A.II – MAPA DE SUSCETIBILIDADE À EROSÃO PLUVIAL. 181

APÊNDICE A.III – MAPA DE DANOS E RESTRIÇÕES AMBIENTAIS 183

APÊNDICE B – COMPARAÇÃO PARITÁRIA DOS INDICADORES DE SUSCETIBILIDADE A EROSÃO E SUAS RESPECTIVAS CLASSES, CONFORME A ESCALA SAATY. 185

APÊNDICE C – COMPARAÇÃO PARITÁRIA DOS INDICADORES DE DANO E RESTRIÇÕES AMBIENTAIS E SUAS RESPECTIVAS CLASSES, CONFORME A ESCALA SAATY. 190

APÊNDICE D – FICHAS RESUMO DE CAMPO. 193

1. INTRODUÇÃO

A questão ambiental é cada vez mais divulgada na mídia e ganhou uma importância ainda maior a partir da criação da Política Nacional do Meio Ambiente, através da Lei 6.938/81 que tem como objetivo assegurar a compatibilização do desenvolvimento socioeconômico com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico. Para isto, a lei prevê a criação de normas e critérios para o licenciamento de atividades que utilizam os recursos ambientais e são potencialmente poluidoras.

Neste contexto, destaca-se a existência das atividades modificadoras do meio ambiente, definidas por Fornasari Filho (1995) como sendo *"toda atividade humana que altera processos, propriedades ou características físicas, químicas ou biológicas, ou interferem em usos preexistentes de um determinado ambiente"*.

Essas atividades modificadoras causam alterações ambientais muitas vezes benéficas para o ser humano, mas que, se não executadas de forma correta, originam conseqüências predatórias e podem gerar impactos negativos ao meio ambiente, principalmente se estas atividades não possuírem um plano de gestão ambiental que vise o controle, o monitoramento e a minimização destes impactos.

A mineração é uma das atividades mais antigas da história, pois desde os primórdios o homem faz uso dos bens minerais e apresenta vários tipos de situações em que se pode processá-las. Isto se deve primeiramente pela diversidade de bens minerais, que se apresentam em diferentes formas e condições de jazimento. Tudo isto condiciona, consequentemente, a utilização de tecnologias específicas de extração e beneficiamento, fazendo com que seus procedimentos tecnológicos sejam bastante diversificados.

A mineração é considerada, também, uma atividade com alto potencial de modificação do meio ambiente e possui como possíveis impactos e/ou alterações: assoreamento dos recursos hídricos, desmatamento, poluição visual, geração de ruídos e vibrações, processos erosivos e movimentos de massa, danos ao ser humano e ao meio ambiente, mas também proporciona a geração de empregos, melhoras na economia regional, possíveis fontes de riqueza e matéria-prima para o país.

O estudo das alterações ambientais causadas pelas minerações, desde a sua instalação até o seu fechamento, é, portanto, de suma importância para a identificação e análise das limitações

e potencialidades do meio ambiente, em termos físicos, sócio-biótico e antrópico, pois proporcionam uma melhor compreensão dos processos e facilitam a minimização e o controle dos impactos negativos e a ampliação, dos positivos.

A mineração pode funcionar como um fator de desencadeamento do desenvolvimento econômico regional, focando neste aspecto, é importante que o município adote em seu Plano Diretor, instrumentos e diretrizes para a gestão e o monitoramento destas atividades, mesmo sendo responsabilidade do órgão federal fiscalizá-las, pois o município deve se preocupar com o aproveitamento de seus recursos minerais, com a relação destas atividades com as outras formas de uso e ocupação do solo, e também, com a conservação ambiental.

É fundamental, para isso, que o Plano Diretor e a Lei de Uso e Ocupação do Solo sejam elaborados a partir do conhecimento do meio físico e do ambiente socioeconômico, sendo que os recursos minerais e as minerações devem entrar como componentes intrínsecos, que necessitam ser conhecidos e integrados na gestão ambiental municipal.

Para tanto, deve-se considerar a rigidez locacional, que é uma particularidade das minerações, pois as outras atividades como, comércio e segmentos industriais gozam de certa liberdade quanto os locais de instalação, enquanto a mineração tem uma dependência definitiva, pois só pode ser desenvolvida nos locais onde a natureza gerou os recursos minerais.

No geral os Planos Diretores quando elaborados, não se preocupam com as atividades minerárias e se citadas no mesmo, o assunto é abordado de uma forma muito ampla não levando em consideração as características municipais do meio físico e sócio-econômico.

Diante disso, este estudo buscou desenvolver um método para elaboração de um diagnóstico em escala regional do território municipal, em relação às atividades minerárias, sendo este baseado em variáveis do meio físico e sócio-ambientais. O método foi estruturado utilizando o ambiente computacional de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

O método proposto foi testado no município de São Carlos (SP), e teve como principais indicadores do meio físico, a erosão pluvial, por ser um processo que está relacionado a outros como assoreamentos, inundações e perdas de solos agricultáveis. Em relação aos dados sócio-ambientais foram levantadas as reservas legais (RL), Áreas de Proteção Ambiental (APA) e Áreas de Preservação Permanente (APP), as Estações Ecológicas (EE) e o uso e cobertura do município.

Todos indicadores em conjunto com as atividades minerárias constituiu, portanto, uma referência para que os gestores municipais façam um diagnóstico da situação presente e um prognóstico para suas ações futuras e se preocupem em prevenir a qualidade do meio ambiente em parceria com a exploração de seus recursos minerais.

Além da presente introdução (Capítulo 1) esta dissertação está estruturada nos capítulos descritos a seguir.

O Capítulo 2 contempla a fundamentação teórica abrangendo os temas técnico-científicos que proporcionaram embasamento teórico sobre esta pesquisa.

O Capítulo 3 descreve a caracterização da área de estudo.

O Capítulo 4 aborda o método utilizado na pesquisa.

O Capítulo 5 apresenta e analisa os resultados obtidos com esta pesquisa.

O Capítulo 6 sintetiza as conclusões obtidas com os trabalhos desenvolvidos e propõe algumas linhas de investigação para a continuidade da pesquisa.

1.1. Objetivos

O presente estudo tem como objetivo específico desenvolver um método para uma avaliação regional e preliminar dos impactos existentes e potenciais, a fim de contribuir com o planejamento territorial municipal, através do levantamento e avaliação de indicadores dos meios, físico e sócio-ambientais, juntamente com as alterações ambientais associadas à mineração, produzindo um banco de dados, mapas temáticos e analíticos, diagnósticos e prognósticos, em um ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Como objetivos gerais, pretende-se:

- Identificar possíveis passivos ambientais que possam gerar problemas futuros, tanto para o empreendimento quanto para população.
- Propor diretrizes para estas alterações com o intuito de mitigar os impactos ambientais negativos, instalados e potenciais.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Esta etapa teve como objetivo levantar trabalhos que estivessem relacionados ao tema e a área de estudo. Este capítulo foi organizado em sete itens com a finalidade de abranger os principais temas técnico-científicos abordados por esta pesquisa, a saber: mineração, impactos no meio físico, biótico e sócio-econômico, passivos ambientais, geoprocessamento, suscetibilidade à erosão pluvial, método do Processo de Análise Hierárquica (AHP) e bacia hidrográfica como unidade de planejamento.

2.1. Mineração, Meio Ambiente e Planejamento Municipal

A revisão bibliográfica foi dividida em duas etapas: preliminar e sistemática. A primeira iniciou pelo levantamento de trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses no banco de dados das universidades, em particular, das diferentes unidades da Universidade de São Paulo (USP), utilizando as palavras chaves: mineração, meio ambiente, passivo ambiental, planejamento territorial municipal, impactos e São Carlos. No período de janeiro a fevereiro de 2012 foram identificados dezoito trabalhos (Tabela 1). Destes, seis especificadamente, tendo como área de estudo, parte do município de São Carlos ou ele todo (Tabela 2).

Tabela 1 - Revisão bibliográfica preliminar

Quantidade	Palavra - Chave	Observações
7	Mineração e meio ambiente	Todos estes utilizaram levantamento de campo para auxiliar na pesquisa e relacionaram as atividades minerarias a legislação ambiental, como por exemplo: PRADS, AIAs, Planos de Descomissionamento, licenças de instalação e operação, Plano Diretor do município, dentre outras. No total, foram avaliadas 309 minerações em todo o território brasileiro, desde 1994 até 2012, estando elas em funcionamento ou não.
4	Passivos ambientais	Estes trabalhos estão relacionados aos passivos ambientais encontrados em diferentes tipos de empresas como minerações, postos de gasolina e também em áreas contaminadas e degradadas.
1	Gastos e passivos ambientais	Trata-se da evidenciação dos gastos no ciclo de vida de produtos eletrônicos e dos passives ambientais que estes gastos acarretam.
6	São Carlos (SP)	Possuem como área de estudo o município de São Carlos, SP.

Tabela 2 - Mineração e meio ambiente no município de São Carlos

Tema	Autor (ano)	Resumo
Passivo Ambiental em postos de combustível	Hamamoto (2010)	Realizou o cadastro de 54 postos de combustível no município de São Carlos. Como resultado observou que a maioria situa-se sobre o Grupo Bauru, dos quais 10 são classificados como área contaminada (AC), uma como área contaminada sob investigação (AI) dois como área em monitoramento para reabilitação (AMR) (CETESB, 2010). Os 34 postos restantes não foram cadastrados dentro das classificações criadas pela CETESB, utilizando-se no presente estudo a denominação NC (nada consta) para designar estas áreas. Pelas análises de perigo de contaminação dos recursos hídricos, constatou-se que os postos estão localizados de maneira menos adequada em relação ao lençol freático; diante disso, o autor contribuiu para o levantamento de um tipo de passivo ambiental encontrado principalmente nas áreas urbanas.
Gestão Ambiental na área urbana e os passivos ambientais	Oliveira (2010)	Realizou uma investigação relacionando às possibilidades de adoção de um enfoque diferenciado para o planejamento e gestão ambiental das cidades, similar ao que se verifica no caso de empreendimentos com potencial de geração de impactos negativos, na tentativa de minimizar os passivos ambientais. Para isso, fez-se um estudo de caso aplicado à Bacia Hidrográfica do Córrego do Gregório, localizada na área urbanizada do município de São Carlos (SP). Concluiu-se que a adoção dessa nova abordagem, caso tivesse sido implementada no decorrer da ocupação da bacia hidrográfica estudada, teria sido proveitosa no sentido de que muitos dos impactos ambientais detectados poderiam não ter ocorrido e aconselha deve-se agir em duas frentes, usando medidas de controle estruturais e não estruturais de forma integrada.
Estudo integrado das características geológico-geotécnicas com vista à avaliação de recarga de aquífero: região de São Carlos - SP	Fagundes (2010)	O autor estudou a integração das características geológico-geotécnicas de parte do município de São Carlos que condicionam o processo de recarga do aqüífero constituído pelos arenitos da Formação Botucatu.

Tabela 2 - Mineração e meio ambiente no município de São Carlos

Tema	Autor (ano)	Resumo
Orçamento Participativo (OP)	Almeida (2005)	Analisou a participação da população são-carlense em espaços deliberativos como o Orçamento Participativo (OP), onde são abordadas, as questões de infra-estrutura e planejamento urbano. Ela se apoiou em procedimentos de investigação como a observação direta, interpretação de questionários respondidos por participantes do OP, tabulação e análise das obras e serviços solicitados nas primeiras Assembléias Regionais Gerais durante os anos de 2001 a 2004. Assim, por conta desse quadro urbano, quando se depara com a discussão nas Assembléias para a resolução e/ou encaminhamento de questões relativas aos temas ambientais, se observou que muitos são-carlenses ainda não consideram a questão ambiental relevante. Essa constatação é essencial para a compreensão do porquê da demanda qualitativamente inferior de obras "verdes", principalmente com relação a grandes obras, como tratamento de esgoto, preservação e/ou conservação matas ciliares, resolução da questão das enchentes etc.
Processos de expansão urbana	Lima (2007)	Lima (2007) fez uma descrição histórica apenas do processo de expansão urbana da cidade de São Carlos: • (1857 – 1929) expansão concentrada e contínua e o controle eram realizados pela câmara, com aplicação de códigos de postura. • (1930 – 1959) controle da expansão era realizado pelo poder executivo, com parâmetros urbanísticos de incentivo à expansão urbana. • (1960 – 1977) controle realizado por meio de um conjunto de leis urbanísticas como: loteamentos, zoneamento e edificações.
Avaliação de Impactos Ambientais (AIA)	Carrara (2010)	Efetuou-se um estudo de caracterização, identificação e avaliação dos impactos ambiental existentes na bacia Córrego Agua Quente no município de São Carlos. Todos os impactos levantados geraram matrizes de impacto contendo o fator ambiental impactado, a escala espacial do impacto, o equipamento ou dispositivo que deflagrou o processo impactante, medidas de controle estabelecidas e implantadas, a existência de monitoramento ao longo do tempo e, ainda, sobre alguns atributos. Ela concluiu que a espacialização dos impactos identificados mostra que eles se concentram nas interfaces entre a urbanização e o meio natural e há uma maior pressão urbana nas áreas mais suscetíveis a estes impactos.

Posteriormente, para a revisão sistemática, no período de março de 2012 a agosto de 2013, foram encontrados outros trabalhos em simpósios, congressos, revistas, trabalhos internacionais, universidades estaduais, federais e particulares, institutos de pesquisa, relatórios e pareceres técnicos, boletins, legislações e livros, que foram apresentados neste e no Capítulo 3.

Bitar (1997) avaliou os procedimentos e medidas de recuperação de áreas degradadas por mineração na Região Metropolitana de São Paulo- RMSP. No total foram estudadas 107 áreas, 42 minas ativas (17 de brita, 15 de areia, 4 de caulim, 3 de argila, 1 de calcário, 1 de quartzito e 1 de rocha ornamental), 11 minas desativadas e 54 antigas áreas de mineração atualmente ocupadas por outros usos. Esta avaliação teve como referência a análise de 91 Planos de Recuperação de Áreas Degradadas - PRADs relativos a minerações ativas e desativadas na RMSP. As medidas de recuperação praticadas em minas ativas na RMSP foram avaliadas quanto às finalidades desejadas, procedimentos adotados e desempenho obtido. Discutiram-se, também os aspectos relacionados à instalação de usos pós-mineração na RMSP.

Kopezinski (1998) utilizou o mapeamento geotécnico, na escala 1:5.000, no município de Poços de Caldas (MG), para realizar a caracterização geológico-geotécnica de áreas degradadas pelas minerações. Foram analisados 3 períodos distintos: 1952 (antes da exploração), 1981 (em fase de exploração) e 1997 (após a recuperação da área) e 10 minerações.

Dias (2001) avaliou-se o efeito da aplicação dos procedimentos de AIA aos projetos de mineração no Estado de São Paulo. O foco principal da análise foi a etapa de acompanhamento, ou mais precisamente, a atuação dos órgãos governamentais no sentido de garantir a correta implementação do projeto, bem como do programa de gerenciamento ambiental definido no processo de AIA como condicionante à outorga da licença. Foram analisados seis casos de impacto ambiental aprovados no período entre os anos de 1987 e 1997. Em cada caso estudado, examinaram-se todos os documentos e registros administrativos disponíveis nos principais órgãos de governo que participam do processo de AIA. Foram realizadas, também visitas de campos para efetuar observações das condições de implementação dos projetos e das medidas de gerenciamento ambiental. As condições estabelecidas para a aprovação dos projetos, portanto, de maneira geral, não são satisfatoriamente cumpridas nas etapas de instalação e operação dos empreendimentos.

Oliveira Júnior (2001) avaliou três empresas com áreas desativadas: uma desativada totalmente, a outra com frente de lavra desativada e a terceira paralisada. Ficou evidente, neste trabalho, a falta de roteiros e normas na legislação ambiental para a preparação da desativação no início de uma mina, portanto foram propostos modelos de Plano de Desativação.

Taveira (2003) fez um estudo de caso sobre a SAMARCO Mineração em relação ao seu fechamento e o plano de descomissionamento. Como resultado notou que o assunto sobre o plano de fechamento, é tratado, no Brasil, ainda de forma insuficiente. Em relação aos requisitos legais sobre o assunto, eles estão restritos à recuperação da área degradada, no que tange os meios, físico e biótico, pois isto a autor afirma que há uma necessidade urgente de mudar esse cenário, definindo uma legislação clara, que considere a questão econômica e antrópica, as quais ainda são totalmente negligenciadas.

Farias (2004) Realizou um trabalho tendo como objetivo contribuir com os estudos sobre a sua divulgação nas Demonstrações Contábeis visando ao aprimoramento das informações contábeis geradas pelas empresas. A pesquisa foi feita com base nas 50 empresas mais bem classificadas no ranking anual realizado pela revista Exame Melhores e Maiores, que publicaram suas demonstrações contábeis. Os resultados indicam que foi grande o número de empresas que reconheceram o passivo contingente nos seus balanços; as contingências mais encontradas decorreram de questões trabalhistas e tributárias e as menos encontradas foram as decorrentes de questões ambientais; em algumas empresas o passivo contingente foi expressivo, representando entre 10% a 28% do total das obrigações, sendo assim o trabalho demonstrou um crescimento expressivo no reconhecimento de passivos contingentes oriundos de questões tributárias, saltando de treze empresas em 1999 ou 65% do total daquelas que o fizeram, para vinte companhias em 2001, ou 87% do total, um crescimento de 22% no período.

Lazanha (2005) desenvolveu uma pesquisa de cunho exploratório e documental sobre este tema e os passivos ambientais provenientes das áreas degradadas. O estudo foi baseado em um bairro chamado Recanto dos Pássaros, localizado no município de Paulínea (SP) e em um projeto denominado ProGAU – Projeto Gestão Ambiental Urbana, realizado no município de São Paulo. Foram analisados os instrumentos legais de cunho social e econômico do município de São Paulo e para o município de Paulínea foram levantados documentos que comprovaram a contaminação do meio por produtos descartados pela empresa Shell Brasil

S.A. Ela conclui que há duas formas de abordar o assunto áreas degradadas por contaminação, sendo determinadas pela existência ou não de perigo iminente aos bens a proteger e realizando o levantamento do potencial de risco devido à geração de passivos ambientais.

Andrade (2006) desenvolveu uma pesquisa sobre o tema baseando-se na metodologia de aplicação do Custeio Baseado em Atividades e subsidiada pela realização de uma pesquisa-ação em uma empresa do setor eletrônico. A pesquisa teve como objetivo evidenciar os gastos ambientais no ciclo de vida dos produtos contemplando, de forma integrada e sistemática, a análise de todos os custos diretos e indiretos de natureza ambiental que recaiam sobre os produtos e procure internalizar os possíveis passivos ambientais que as empresa do setor eletrônico estão sujeitas. A proposta de modelagem, portando, levou a um modelo conceitual que necessita de desenvolvimentos futuros para o incremento de mais índices, como também o teste de sua validação para uma organização real.

Fernades (2007) analisou os conflitos existentes entre as minerações de areia e brita com a preservação do meio ambiente, além de uma análise sobre a Política Pública Municipal de São Carlos, pois as atividades minerárias de agregados não foram contempladas na legislação de 2005. Para isso, o autor fez a caracterização do setor mineral, realizando visitas de campo em cinco minerações mais significativas que atuam na produção de agregados e levantou os aspectos legais relacionados ao licenciamento ambiental.

Amicci (2010) analisou quais os impactos sofridos pela gestão de áreas contaminadas por postos de gasolina no Estado de São Paulo devido à implementação da Resolução CONAMA 273/00. Ela fez, para isto, uma pesquisa qualitativa descritiva dos instrumentos utilizados na gestão das áreas contaminadas pela atividade dos postos de combustíveis antes e depois desta nova resolução, por meio de estatísticas e dados secundários divulgados pela CETESB. A gestão ambiental destas áreas tende, portanto, a conjugar diferentes instrumentos de gestão para a correção e prevenção de contaminações.

Denúbila (2010) fez um levantamento e uma avaliação das atividades minerárias nas sub-bacias hidrográficas dos afluentes mineiros do Médio Rio Grande (MG). Para isto, utilizou-se ferramentas do sensoriamento remoto, interpretação de imagens de satélite e visitas de campo.

No total foram levantadas 177 minerações, sendo 124 não regularizadas pelo DNPM e apenas 53 regularizadas.

A prefeitura do município de Santos (SP) juntamente com a SMA –Secretaria do Meio Ambiente (2011 – 2012) fez um levantamento dos passivos ambientais presentes no

município de Santos, sendo que o primeiro foi gerado a partir do aterro controlado municipal da Alemoa e o outro provém do depósito de resíduos da CODESP.

2.2. Avaliação de Impactos Ambientais (AIA)

Tanto empresas economicamente mais fortes e mais organizadas de mineração como as mais fracas têm se constituído em fontes de degradação ambiental.

A utilização de recursos naturais não-renováveis em bases sustentáveis e em condições de eficiência e eficácia econômica constitui um desafio, cuja solução depende tanto da sociedade, direta e indiretamente, beneficiada (com empregos) ou prejudicada (pela perda de recursos), como dos empresários ligados às atividades de mineração, por isso, a aplicação de tecnologias e controles de exploração, constitui modernamente uma das questões centrais da mineração, mais importante talvez do que a observação formal dos seus aspectos técnicos.

A extração dos bens minerais do solo, do subsolo e do fundo dos rios implica em alterações do meio ambiente, como desfiguração da paisagem original, remoção do solo superficial e da vegetação que recobrem a área a ser minerada, alterações de cursos d'água, e outros. Estas alterações podem ser minimizadas quando a mineração é realizada de acordo com as normas técnicas estabelecidas pela legislação ambiental.

Quando realizada em desacordo, e sem as licenças ambientais, pode provocar diversas formas de degradação, às vezes irreversíveis, dentre as quais destacam-se: erosão, assoreamento dos cursos d'água, destruição do habitat da fauna nativa, poluição do ar e da água, contaminação do solo e do lençol freático etc.

Para que haja mais benefícios que prejuízo nas áreas onde se exerce atividades de mineração é necessário que se faça uma avaliação dos impactos ambientais.

Segundo Canter (1996) em 1980, a expressão avaliação de impactos foi inserida pela fundação da Associação Internacional para a Avaliação de Impactos (IAIA – International Association for Impact Assessment) nos Estados Unidos.

A partir do conhecimento das características da atividade exercida e do diagnóstico ambiental da área de influência deste empreendimento, é possível identificar os impactos decorrentes. O objetivo de se estudar os impactos ambientais é, principalmente, o de avaliar as

conseqüências de algumas ações, para que possa haver a prevenção da qualidade de determinado ambiente que poderá sofrer a execução de certos projetos ou ações, ou logo após a implementação dos mesmos (PETROBRÁS, 2010).

A avaliação de impactos levou ao desenvolvimento da Avaliação Ambiental Estratégica (AAE). Segundo Rede (2009):

> a AAE é geralmente entendida como um processo de AI que visa incluir as questões ambientais e assegurar a sustentabilidade das decisões estratégicas.... a Avaliação de Impactos pode ser, assim, definida como uma família de instrumentos, com múltiplos âmbitos e terminologias, adotando geralmente uma natureza de apoio à decisão, que incorpora a participação pública e é baseada na avaliação das conseqüências futuras expectáveis de possíveis decisões.

No Brasil, a partir de 1981, semelhante à IAIA foi criada a Associação Brasileira de Avaliação de Impacto (ABAI) é uma associação sem fins lucrativos de âmbito nacional, multidisciplinar, de direito privado, constituída por tempo indeterminado, que agrupa organizações públicas e privadas, entidades da sociedade civil, pessoas físicas, profissionais e estudantes que desenvolvem atividades na área de avaliação de impacto (ABAI, 2012).

No Brasil, o campo de atuação da ABAI é normalmente mais conhecido pela expressão *Avaliação de Impacto Ambiental – AIA*, cuja origem remota à Política Nacional de Meio Ambiente – PNMA (art. 9º, III, da Lei 6.938/1981). Em sua regulamentação, pela Resolução CONAMA nº 01/86, art. 6º, I, c, verifica-se que a AIA brasileira engloba aspectos associados ao meio sócio-econômico. Tanto a lei quanto o regulamento foram recepcionadas pela Constituição pátria, que reserva à temática ambiental em seu art. 225.

Em 1986 houve uma maior preocupação com o meio ambiente e foi então, publicada a Resolução CONAMA 001, que conceitua impacto ambiental e apresenta o EIA/RIMA como instrumento para atender as diretrizes constantes da legislação; nela são apresentadas também as atividades consideradas passíveis de elaboração de EIA/RIMA. Dentre estas atividades está à extração de minério, inclusive as de Classe II. Segundo Sánchez (2006) o RIMA é o documento que sintetiza as conclusões do EIA.

No Brasil quando se utiliza a alcunha ‘impacto ambiental’, deve-se considerar tanto questões biofísicas quanto sociais. No entanto, tal cenário é bastante distinto em outros países utilizadores da AIA enquanto instrumento e processo (ABAI, 2012).

De acordo com Rede (2009) a avaliação de impactos tem uma natureza dual, ou seja, pode ser utilizado de duas maneiras, tanto como um instrumento técnico, como um procedimento legal e institucional.

No primeiro caso é feita uma abordagem com aspectos metodológicos próprios com a finalidade de analisar as conseqüências de uma intervenção idealizada, seja ela uma atuação política, ou um plano, ou um programa, ou um projeto e também para o levantamento de dados às partes envolvidas e os órgãos. No segundo caso já é um procedimento relacionado aos processos de decisão sobre estas mesmas intervenções idealizadas.

Segundo Amorim (2009) o processo AIA se preocupa com todos os tipos de impacto e estes podem ser descritos de várias maneiras, considerando o período, se é de curto ou longo prazo, se tem influência direta ou indireta, se estes impactos são benéficos ou adversos e se há impactos acumulativos. Apesar das diferentes abordagens espera-se que um AIA destaque as característica do impacto quanto ao: tipo, modo, magnitude, duração, alcance, efeito e reversabilidade, ou seja, em um AIA é essencial focar nos impactos mais significativos.

Existem vários métodos de AIA, como: *AD HOC*, *checklist*, matrizes de interação, redes de interação, sobreposição de mapas, simulação e modelagem, combinação de métodos, dentre outros. Não existe um mais correto, o importante é escolher um que se adéqüe a atividade que está sendo analisada.

2.3. Alterações Ambientais causadas pela Mineração

Segundo Walthern (1988, p. 7), impacto ambiental é: “a alteração num parâmetro ambiental, num determinado período e numa dada área, resultante de uma atividade humana particular, comparada com a situação que ocorreria no mesmo período e na mesma área se essa atividade não se tivesse iniciado”. Para Sánchez (2006) o impacto ambiental é um desequilíbrio provocado pelo choque da relação do homem com o meio ambiente.

A partir destas definições tem-se que impacto positivo ou benéfico é quando a ação resulta na melhoria da qualidade de um fator ou parâmetro ambiental, enquanto que impacto negativo ou adverso é quando a ação resulta em um dano à qualidade de um fator ou parâmetro ambiental. Estas definições, portanto, estão associadas às alterações ou efeitos ambientais

considerados significativos por meio da avaliação do projeto de um determinado empreendimento, podendo estas ser negativas ou positivas (BITAR; ORTEGA, 1998).

Para Griffith (1980) a atividade de mineração é a que mais oferece alterações na paisagem, afetando não somente sua área de atuação como também a região ao seu redor, provocando impactos negativos sobre o ar, a água e o solo, sendo estes notados pela população, pois esta atividade causa danos nos recursos visuais. De acordo com Arruda (1985) o controle dos impactos ambientais é importante, mas desde que estes sejam eficientes e viáveis economicamente.

Farah e Farah (1993) também concordam com a visão de Griffith e afirmam que a influência de um empreendimento de mineração não se limita a área diretamente afetada, mas tende a se estender, pela área afetada indiretamente e consequentemente pela região na qual se situa.

Taveira (1997) considera as atividades minerárias como sendo geradora de impactos ambientais negativos, pois a extração de um bem mineral implica numa série de consequências que degradam a área em questão, alterando a qualidade do meio físico, do meio biótico e antrópico, tanto ao nível regional como local, que pode provocar em represália por parte da população.

Abrão e Oliveira (1998) classificam as minerações como sendo uma atividade de lavra e de concentração de minérios e dividem-nas em: as empresariais ou industriais, de grande porte; as de uso social, de menor porte, como as pedreiras, os portos de areia e as lavras de argila e, por fim, os garimpos, atividades extrativistas, informais, normais, manuais ou mecanizadas e, freqüentemente, clandestinas.

A maior preocupação, então, é em relação às minerações de grande porte, pois estas causam um maior impacto pontual em relação ao potencial de contaminação dos recursos hídricos, em seguida e não menos importante, vem às minas ilegais existentes, por envolver as partes social, econômica e ambiental.

Segundo Figueiredo (2000) para cada fase das atividades minerárias existem vários impactos, a Tabela 3 mostra, portanto, a atividade que é exercida na mesma, quais os impactos causados em cada uma delas e sugestões corretivas. O autor ainda ressalta que esta atividade será sempre essencial para o bem-estar da sociedade, apesar dela produzir impactos ambientais expressivos em todas as suas fases.

Tabela 3 - Impactos ambientais ocorridos em mineração

Fase	Impactos	Medidas Corretivas
Prospecção e Pesquisa	Danos a vegetação e a fauna, alteração da paisagem, aceleração do processo de erosão devido à abertura de trincheiras, poços e caminhos para os equipamentos de geofísica e perfuração	Monitoramento da qualidade das águas, superficial e subterrânea, dos solos, avaliação dos backgrounds regionais e locais, da diversidade da fauna e da flora
Extração do minério	Danos à vegetação e a paisagem, principalmente nas lavras a céu aberto, rebaixamento do lençol freático por meio de bombeamento de água e exposição de um grande volume de rochas aos processos de oxidação, formação de drenagem ácida, produção de pó e ruído	Usar cercas verdes, monitoramento do nível do lençol freático
Beneficiamento e Refino do minério	Ocupação de grandes áreas por pilhas de rejeitos, emissão de SO_2, hidrocarbonetos, flúor e outras substâncias tóxicas	Monitoramento permanente das pilhas de rejeito para atenuar os efeitos de substâncias indesejáveis nas águas superficiais e subterrâneas, solos e sedimentos
Fechamento da mina	Perda e alteração do solo, liberação de substâncias tóxicas para as drenagens a partir das minas, das bacias e pilhas de rejeito, e provável alteração das águas subterrâneas, da flora e da fauna, o lençol freático tende a elevar-se depois que cessa o bombeamento	Todo o conjunto de efeitos no ambiente precisa ser previsto e simulado em experimentos, para garantir a estabilidade dos ecossistemas alterados por um longo tempo no futuro

Fonte: Figueiredo (2000)

Oliveira Júnior (2001) prefere separar os impactos por tipo de extração e citam apenas alguns destes na Tabela 4.

Para o Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (2003) existem alguns fatores que interferem no desenvolvimento da mineração, como: o potencial mineral, situação da atividade produtiva e disponibilidade dos recursos minerais e estes estão ligados a gestão municipal. Fernandes (2007) confirma que as atividades minerárias geram impactos negativos ainda maiores quando os governantes deixam de criar políticas públicas voltadas para este setor.

Rocha (2011) chama a atenção dos empreendedores minerários, para que eles compreendam os desafios das empresas de mineração, não se restringindo ao planejamento dos limites das cavas e áreas de beneficiamento, preocupando-se apenas, em atender as metas de produção e lucratividade durante a vida útil da mina. Devem também trabalhar melhores soluções para a redução e minimização dos impactos durante a extração e recuperação das áreas degradadas após o término das atividades.

Tabela 4 - Impactos causados nas atividades de mineração de acordo com o tipo de extração

Tipo de mineração	Impactos
Lavra a Céu Aberto	Destruição da vegetação existente e no perfil do solo Remoção do capeamento e rocha estéril colocada em pilhas ou cava extinta, trazendo como dano a mudança na topografia e estabilidade da paisagem. Liberação de sal ou material sulfídrico por materiais usados no capeamento gerando drenagem ácida de mina.
Lavra Subterrânea	Danos à superfície.

Fonte: Modificado de Oliveira Junior (2001)

2.3.1. Impactos no meio físico

A divisão entre os meios afetados pelos impactos ambientais é feita por vários autores, apesar disto, Dias (2001) assegura que os principais impactos causados são no meio físico e a partir desses os meios, biótico e antrópico, são danificados. Para Farias (2002) os impactos causados pela mineração podem ser agrupados em quatro categorias: poluição da água, do ar, sonora e subsidência do terreno, enquanto o IPT (2003) mostra impactos tanto positivos como negativos (Tabela 5).

Farias (2002) acrescenta a mineração os impactos visuais, devido ao grande volume de rochas e solos removidos e também devido a cava e a frente de lavra, já o IPT (1992b) pensa ser à disposição dos rejeitos de mineração o responsável por causar vários impactos negativos como degradação das áreas próximas as extrações nas áreas diretamente afetadas, já em relação ás áreas afetadas indiretamente, esta disposição pode causar erosão laminar, em sulcos ou ravinas, assoreamento, movimentos de massa, poluição dos mananciais hídricos, do solo e do ar.

Segundo IPT (1992b) existem outros impactos causados pela mineração, dentre eles pode-se citar: aumento da quantidade de sólidos e turvamento das águas; descalçamento e queda de blocos rochosos; modificação de cursos d’água e retenção em reservatórios de rejeitos e em cavas desativadas; interceptação do lençol freático e rebaixamento de níveis de base locais; mudanças na dinâmica de infiltração e armazenamento das águas de subsuperfície; introdução de substâncias químicas poluentes nas águas superficiais e subterrâneas; aumento da quantidade de gases e partículas em suspensão no ar; lançamento de fragmentos rochosos à distância; propagação de vibrações no ar e no solo e ruídos.

Tabela 5 - Principais processos do meio ambiente passíveis de alteração negativa, pelas operações das fases de instalação e funcionamento da mineração

Segmento do Meio Ambiente	Processo ou Fator Considerados Negativos	Principais Impactos Ambientais Negativos
Meio Físico	Erosão pela água	Aceleração do processo de deposição de sedimentos ou partículas Perda de solo
	Deposição de sedimentos e partículas	Assoreamento de cursos d'água Turvamento das águas
	Inundação	Interferência em águas ribeirinhas a jusante do empreendimento Interferência no empreendimento
	Escorregamento	Danos á edificação Dados á equipamentos Ferimentos Óbitos
	Movimento de bloco	Danos á edificação

Fonte: Modificado de IPT (2003)

Lott, Bessa e Vilela (2004) classifica as áreas degradadas em duas classes relevantes, relacionado com a cobertura vegetal: florestas secundárias e pastos abandonados e ainda insere uma terceira classe, separadamente, que são aquelas áreas degradadas pelas atividades minerárias.

> *Nas atividades de mineração, as principais fontes de degradação são: a deposição de resíduos ou rejeitos decorrentes do processo de beneficiamento e a deposição de materiais estéril, ou inerte, não aproveitável, proveniente do decapeamento superficial* (INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM, 1992).

Bitar (1997) defende que além destas alterações ambientais citadas pelos autores anteriormente, existe ainda: a reconfiguração de superfícies topográficas, impacto visual, indução de escorregamentos, modificação de cursos d'água, aumento da emissão de gases e partículas em suspensão no ar, lançamento de fragmentos rochosos à distância e sobrepressão do ar. A atividade de mineração, para Dias (2001) gera impactos alterando a qualidade do ar pela introdução de poluentes e ondas sonoras audíveis e não-audíveis.

O IBRAM (1992) separa os impactos de acordo com a fase de exploração e o bem mineral a ser extraído, como mostra a Tabela 6, além disso, Montanheiro et al., (2011) ressalta que para os arenitos da Formação Botucatu a extração é feita de forma rudimentar e sem planejamento, fato que resulta em inúmeras cavas com forte impacto negativo na paisagem, já Braga et al. (1991) dividem em processos alterados e seus impactos (Tabela 7).

Fornasari Filho et al. (1992) desenvolveu métodos e técnicas de abordagem do meio físico em EIAs através do intercruzamento destes com os processos tecnológicos desenvolvidos na implantação e demais fases das atividades minerárias, como o objetivo de identificar e caracterizar as prováveis alterações do meio físico causadas por estas atividades modificadoras do meio ambiente. A Tabela 8 é um esboço deste método, onde foram selecionados alguns impactos que ocorrem na área de estudo desta pesquisa.

Tabela 6 - Alguns exemplos de processos atuantes no meio físico durante as etapas de exploração

Bem Mineral	Geomorfologia	Extração	Beneficiamento	Rejeitos	Impacto ambiental negativo
Argilas	Encostas e vales	À céu aberto por desmonte mecânico	Concentração gravimétrica	Decapeamento	Devastação local; estabilização de áreas; alteração canais de drenagens; assoreamento e alteração química
Britas	Encostas elevadas	Desmonte explosivo mecânico e manual	Britagem, peneiramento e serragem	Decapeamento de rocha	Devastação local; estabilização de encostas; alterações químicas e de cursos dos canais de drenagem; ultra-lançamento de fragmentos
Areia	Vales e baixadas	Desmonte hidráulico e dragagem	Lavagem, peneiramento, secagem	Decapeamento	Devastação local; estabilização de áreas e encostas. Alteração de drenagens; assoreamento e alteração química

Fonte: Modificado de IBRAM (1992)

Tabela 7 - Síntese das consequências e riscos decorrentes de alteração de processos do meio físico pela mineração

Processo Alterado	Operações modificadoras dos processos do meio físico	Consequências da alteração	Riscos Potenciais ao uso e ocupação do solo
Erosão pela água	Decapeamento (retirada da vegetação e do solo superficial estéril) Cortes e aterros Disposição de rejeitos sólidos Remoção do fundo do canal	Erosão laminar, sulcos, ravinas e boçorocas Maior aporte de sedimentos aos corpos d'água Erosão nas margens	Degradação de terreno. Perda do próprio material explorado no caso das áreas de empréstimo e areias Descalçamento de blocos de rocha e fundações Danos setorizados as matas Interação com processo Deposição de sedimentos ou partículas Desbarrancamento de margens
Escorregamento	Cortes e aterros Disposição de rejeitos sólidos	Instabilização de encostas e de pilhas de rejeito	Interrupção de vias de acesso Danos setorizados a matas Acidentes envolvendo transeuntes e trabalhadores da própria mineração Interação com o processo Erosão pela água
Disposição de sedimentos ou partículas Inundação	Operações que alteram o processo Erosão pela água Remoção e revolvimento de fundo do canal	Aumento da qualidade de partículas sólidas em suspensão em corpos d'água Assoreamento Extravasamento anormal das águas do leito de cursos d'água	Turvamento das águas Comprometimento da qualidade das águas Diminuição da calha dos rios interferindo no processo Inundação Perda de bens minerais Acidentes de afogamento Degradação das condições com maior incidência de doenças infectocontagiosas
Escoamento das águas de superfície	Decapeamento (retirada da vegetação e do solo superficial estéril) Cortes e aterros Disposição de rejeitos sólidos Barramentos de cursos d'água	Alteração da velocidade de escoamento das águas de superfície Concentração ou dispersão do escoamento em decorrência das estruturas superficiais e do gradiente do terreno escavado	Mudanças na vazão do curso d'água Degradação das condições sanitárias devido ao empoçamento, que se torna foco de vetores transmissores de doenças Interação com o processo Erosão pela água Interação com os processos Escorregamento, Deposição de sedimentos e Inundação
Dinâmica das águas de subsuperfície	Decapeamento (retirada da vegetação e do solo superficial estéril) Cortes e aterros	Afloramento do lençol freático Diminuição da camada de solo não saturada que funciona como filtro, protegendo o aquífero	Alagamento de terrenos Degradação das condições sanitárias devido ao empoçamento, que se torna foco de vetores transmissores de doenças Comprometimento da qualidade das águas de subsuperfície
Dinâmica de partículas e gases na atmosfera	Transporte do produto	Aumento da qualidade de partículas sólidas e gases no ar	Comprometimento da qualidade do ar

Fonte: Modificado de Braga et al. (1991)

Tabela 8 - Método para reconhecimento de impactos no meio físico

Fase	Processo do meio Físico / Processo Tecnológico		Erosão pela água	Escoamento das águas em superfície	Deposição de sedimentos e partículas	Interações físico-químicas na água e no solo	Potencialização e encadeamento de sismos/vibrações
Implantação	Pesquisa Mineral	Sondagens, levantamentos geofísicos e escavações (poços e trincheiras)	Intensificação nos pontos de escavação de poços e trincheiras, sondagens e levantamentos geofísicos; todavia a alteração é localizada e, em geral, pouco expressiva	A alteração no processo tende a não ser significativa		O processo pode ser alterado localmente por eventual contaminação, de óleos lubrificantes e combustíveis, nas águas superficiais, subterrâneas e do solo, no caso da execução de sondagens e abertura de trincheiras e poços de forma mecanizada. Os furos e escavações remanescentes podem se tornar focos de contaminação do solo e das águas subterrâneas, por substâncias e águas poluentes da superfície	A utilização de métodos sísmicos nos ensaios geofísicos pode acarretar vibrações no terreno
	Aberturas de vias de acesso	Cortes e aterros	A movimentação de solo e rocha tende a intensificar o processo erosivo ao desestruturar solos e expor seus horizontes mais suscetíveis à erosão	A retirada ou acúmulo de solo ou outros materiais modifica as condições topográficas do terreno e todo o processo de escoamento das águas pluviais ou aflorantes, podendo interrompê-lo, acelerar ou reduzir sua velocidade.	Esse processo em corpos d'água está condicionado, em grande parte, à vazão de cursos fluviais. Sua intensificação provoca o assoreamento de corpos d'água	Esses processos promovem a movimentação de solo ou rocha que impõe novas condições aos elementos interativos, resultando, na modificação das interações.	A alteração no processo tende a não ser significativa
	Instalação de equipamentos	Para decapeamento, beneficiamento, armazenamento e transporte	A alteração no processo tende a não ser significativa	Os equipamentos instalados diretamente sobre a superfície do terreno podem obstruir o escoamento natural, causando empoçamento, ou favorecendo o desenvolvimento de linhas preferências de fluxo indutoras de erosão em sulcos	A alteração no processo tende a não ser significativa	As escavações realizadas para as fundações promovem a movimentação do solo ou rocha, impondo novas condições aos elementos interativos.	

Continua…

Tabela 8 - Método para reconhecimento de impactos no meio físico

Fase	Processo do meio Físico / Processo Tecnológico		Erosão pela água	Escoamento das águas em superfície	Deposição de sedimentos e partículas	Interações físico-químicas na água e no solo	Potencialização e encadeamento de sismos/vibrações
Funcionamento	Decapeamento	Remoção da cobertura vegetal e das camadas estéreis	A retirada da vegetação e da camada estéreis tende a intensificar os processos erosivos ao desestruturar solos e expor seus horizontes mais suscetíveis a erosão. Esta alteração se manifesta na forma de erosão laminar mais intensa, sulcos, ravinas e voçorocas nas áreas escavadas	Modifica as características da superfície do terreno, tendendo a aumentar o escoamento superficial em detrimento da infiltração.	Processo condicionado pela quantidade de materiais de aporte liberados através do processo erosão pela água e, se for o caso, à vazão de cursos fluviais. A intensificação do processo provoca assoreamento de corpos d'água	A retirada da vegetação e do solo estéril impõe novas condições aos elementos interativos deste processo, promovendo a modificação das interações. O decapeamento, ao reduzir a espessura da camada sobre o aquífero, aumenta a vulnerabilidade deste.	
		Hidráulico (jateamento d'água)	Favorece a aceleração de erosão laminar, em sulcos, taludes e pisos da área minerada. Ocorrência de erosão retrogressiva ("piping") em cortes, interceptando aquíferos e causando voçorocas.		Geração de grande volume de sedimentos, o aumento da carga de sedimentos em corpos d'água	Contaminação das águas superficiais, subterrâneas e solo, caso seja liberada ao meio externo sem tratamento	A alteração no processo tende a não ser significativa
	Desmonte	Mecânico em meio subaéreo e subaquático (dragagem)	O processo erosivo tende a ser intensificado devido às escavações realizadas em meio subaéreo	O desmonte remodela a superfície local, alterando o escoamento superficial, em geral, captando e concentrando a água dentro da cava	O desmonte desagrega grande quantidade de partículas e sedimentos, propiciando a intensificação do processo de deposição. A dragagem altera o processo ao provocar o aumento da qualidade de partículas sólidas em suspensão em corpos d'água.	Modificação das interações. A dragagem, ao revolver o material do fundo do corpo d'água, pode alterar as interações físico-químicas por modificar o ph da água e promover novas combinações entre os elementos	
		Com explosivos	As detonações tendem a desagregar partículas que, se sujeitas à ação das águas precipitadas, podem favorecer o processo erosivo		O desmonte desagrega grande quantidade de partículas e sedimentos, propiciando a intensificação do processo de deposição.	Imposição de novas condições aos elementos interativos, promovendo, em geral, a modificação das interações.	Desencadeamento da propagação de vibrações;
	Transporte interno de minério e rejeito	Transferência dos materiais, através de caminhões, esteiras rolantes, dutos, etc	Vazamento durante a operação pode acelerar localmente o processo	A alteração no processo tende a não ser significativa	A alteração no processo tende a não ser significativa	Vazamentos podem intensificar localmente o processo.	A alteração no processo tende a não ser significativa

Continua…

Tabela 8 - Método para reconhecimento de impactos no meio físico

Fase	Processo Tecnológico \ Processo do meio Físico		Erosão pela água	Escoamento das águas em superfície	Deposição de sedimentos e partículas	Interações físico-químicas na água e no solo	Potencialização e encadeamento de sismos/vibrações
Funcionamento	Beneficiamento	Depende do tipo de minério, pode ser: britagem, moagem, concentração, lavagem, secagem, peneiramento, separação magnética ou eletrostática, aglomeração, etc	Vazamento de líquido durante a operação pode acelerar localmente o processo	A alteração no processo tende a não ser significativa	Dependendo do processo de beneficiamento pode ocorrer liberação de partículas sólidas para o ar, intensificando o processo de deposição.	Vazamentos podem intensificar localmente o processo.	
	Disposição de rejeitos	Rejeitos sólidos: derivada diretamente da frente de lavra (estéril); outra parte vem da usina de concentração. São dispostos em pilhas, formando os corpos de bota-fora, ou em reservatório	Os rejeitos sólidos, quando dispostos em corpos de bota-for a, favorecem a intensificação do processo erosivo devido á modificação topográfica (pilhas) imposta aos terrenos e por seus materiais possuírem, em geral, alta erodibilidade	Esses depósitos em terra (pilhas) constituem corpos que obstruem o escoamento das águas em superfície, provocando acumulação de água e sua própria instabilização	Esse processo em corpos d'água está condicionado, em grande parte, à quantidade de materiais liberados através dos processos erosivos dos corpos de bota-fora	Nos corpos de bota-for a, a eventual lixiviação e carregamento das partículas sólidas finas, compostos e íons, potencializa a contaminação do solo e corpos d'água, alterando as interações físico-químicas	
		Rejeitos líquidos: derivados da frente de lavra, quando do desmonte hidráulico, ou da dragagem e de usina de concentração. Geralmente dispostos em reservatórios (barragens, bacias ou tanques de decantação)	Aceleração da erosão nos pontos de lançamento. As estruturas de contenção desses rejeitos favorecem a intensificação da ação erosiva, por constituírem superfícies artificiais desconformes com os terrenos locais, em termos de elevação e declividade, e por interceptarem linhas de escoamento superficial	Os reservatórios para contenção desses rejeitos captam e retêm as águas de escoamento superficial, acumulando-as com risco potencial de rompimento da barragem e extravasamento de rejeito, exigindo um dimensionamento hidráulico	Os rejeitos em meio líquido devem ser contidos em tanques ou bacias. Vazamentos podem contribuir para intensificar o processo de partículas sólidas	A contaminação da água e do solo com o rejeito líquido pode alterar o processo de interações. Nos rejeitos em meio líquido existe, em geral, intensa atividade coloidal, com grande quantidade de partículas sólidas finas, compostos e íons	A alteração no processo tende a não ser significativa
	Estocagem do produto	Armazenamento do produto e do minério de baixo teor geralmente em pilhas	O material estocado em pilhas desprotegidas, favorece a intensificação do processo erosivo das águas pluviais, principalmente se for de partículas finas	As pilhas de estocagem constituem corpos que obstruem o escoamento superficial laminar, provocando acumulação de água e sua própria instabilização	Este processo está condicionado, em grande parte, à quantidade de materiais liberados através dos processos erosivos das pilhas de estocagem	A estocagem em pilhas desprotegidas pode contaminar a água e o solo e alterar suas interações físico-químicas, dependendo das características químicas do produto	
	Carregamento e transporte do produto	Expedição ou transferência do produto dos silos aos pátios de estoque, por caminhões	O produto transportado de forma desprotegida, principalmente quando de partículas finas, favorece a intensificação dos processos erosivos das águas pluviais	A alteração no processo tende a não ser significativa	A alteração no processo tende a não ser significativa, desde que controlados os processos erosivos eólicos e hídricos	Vazamento pode intensificar localmente as interações	

Continua...

Tabela 8 - Método para reconhecimento de impactos no meio físico

Fase	Processo Tecnológico \ Processo do meio Físico		Erosão pela água	Escoamento das águas em superfície	Deposição de sedimentos e partículas	Interações físico-químicas na água e no solo	Potencialização e encadeamento de sismos/vibrações
Funcionamento	Disposição de rejeitos	Rejeitos sólidos: derivada diretamente da frente de lavra (estéril); outra parte vem da usina de concentração. São dispostos em pilhas, formando os corpos de bota-fora, ou em reservatório	Os rejeitos sólidos, quando dispostos em corpos de bota-for a, favorecem a intensificação do processo erosivo devido á modificação topográfica (pilhas) imposta aos terrenos e por seus materiais possuírem, em geral, alta erodibilidade	Esses depósitos em terra (pilhas) constituem corpos que obstruem o escoamento das águas em superfície, provocando acumulação de água e sua própria instabilização	Esse processo em corpos d'água está condicionado, em grande parte, à quantidade de materiais liberados através dos processos erosivos dos corpos de bota-fora	Nos corpos de bota-for a, a eventual lixiviação e carregamento das partículas sólidas finas, compostos e íons, potencializa a contaminação do solo e corpos d'água, alterando as interações físico-químicas	A alteração do processo tende a não ser significativa
		Rejeitos líquidos: derivados da frente de lavra, quando do desmonte hidráulico, ou da dragagem e de usina de concentração. Geralmente dispostos em reservatórios (barragens, bacias ou tanques de decantação)	Aceleração da erosão nos pontos de lançamento. As estruturas de contenção desses rejeitos favorecem a intensificação da ação erosiva, por constituírem superfícies artificiais desconformes com os terrenos locais, em termos de elevação e declividade, e por interceptarem linhas de escoamento superficial	Os reservatórios para contenção desses rejeitos captam e retêm as águas de escoamento superficial, acumulando-as com risco potencial de rompimento da barragem e extravasamento de rejeito, exigindo um dimensionamento hidráulico	Os rejeitos em meio líquido devem ser contidos em tanques ou bacias. Vazamentos podem contribuir para intensificar o processo de partículas sólidas	A contaminação da água e do solo com o rejeito líquido pode alterar o processo de interações. Nos rejeitos em meio líquido existe, em geral, intensa atividade coloidal, com grande quantidade de partículas sólidas finas, compostos e íons	
	Estocagem do produto	Armazenamento do produto e do minério de baixo teor geralmente em pilhas	O material estocado em pilhas desprotegidas, favorece a intensificação do processo erosivo das águas pluviais, principalmente se for de partículas finas	As pilhas de estocagem constituem corpos que obstruem o escoamento superficial laminar, provocando acumulação de água e sua própria instabilização	Este processo está condicionado, em grande parte, à quantidade de materiais liberados através dos processos erosivos das pilhas de estocagem	A estocagem em pilhas desprotegidas pode contaminar a água e o solo e alterar suas interações físico-químicas, dependendo das características químicas do produto	
	Carregamento e transporte do produto	Expedição ou transferência do produto dos silos aos pátios de estoque, por caminhões	O produto transportado de forma desprotegida, principalmente quando de partículas finas, favorece a intensificação dos processos erosivos das águas pluviais	A alteração no processo tende a não ser significativa	A alteração no processo tende a não ser significativa, desde que controlados os processos erosivos eólicos e hídricos	Vazamento pode intensificar localmente as interações	

Continua...

Tabela 8 - Método para reconhecimento de impactos no meio físico

Fase	Processo do meio Físico / Processo Tecnológico		Erosão pela água	Escoamento das águas em superfície	Deposição de sedimentos e partículas	Interações físico-químicas na água e no solo	Potencialização e encadeamento de sismos/vibrações
Desativação	Medidas referentes a cava e aos rejeitos para desativação da atividade	Medidas referentes à cava: abatimento do ângulo de taludes da frente desativada, estabilização ou retirada de blocos de rochas instáveis, impedimento de formação de lagoa sem aproveitamento imediato, mediante esgotamento da água e aterramento com material inerte, inclusive rejeito, recomposição da camada superficial de solo previamente estocado no processo de decapeamento e revegetação do local Medidas referentes aos rejeitos: estabilizar pilhas de rejeitos já neutralizados, protegerem os depósitos ressecados mediante a implantação de sistema de captação e adução das águas pluviais e drenagem do corpo de bota-for a e vegetar as pilhas de rejeito	As medidas adotadas na desativação visam garantir a estabilização dos processos do meio físico ao logo do tempo, no sentido de estabelecer um novo patamar de equilíbrio para a área minerada e seu entorno.				

Fonte: Modificado de Fornasari Filho (1992)

2.3.2. Impactos no meio biótico

De acordo com o IPT (2003) o meio biótico também pode ser afetado pelas alterações ambientais causadas pelas minerações, como mostra a Tabela 9, ele abrange a vegetação terrestre, ecossistemas aquáticos e fauna terrestre.

Segundo IPT (1992a) os principais impactos ambientais gerados pela mineração são: mortalidade da ictiofauna, afugentamento de animais silvestres e poluição química provocada despejada nos recursos hídricos gerando a mortandade dos peixes.

Pontes, Farias e Lima (2012) ao analisarem os reflexos e problemas sociais causados pela mineração, devido o uso de explosivos, encontraram como impactos negativos ao meio biótico a migração de aves e mamíferos, situação de estresse para os animais que não conseguem fugir, interferências na morfologia dos vegetais devido à geração de gases e poeira, após a explosão e degradação visual da paisagem.

No RIMA confeccionado pela Serviços de Consultoria em meio Ambiente – CEPEMAR (2009) para a implantação da SAMARCO Mineração, que realize extração de ferro, detectou-se como principais impactos negativos, além dos já citados, são: supressão da vegetação, contaminação de habitats, caça e captura de animais silvestres, aumento do risco de atropelamento de animais, invasão das unidades de conservação.

O aparecimento de queimadas devido à supressão da vegetação implica em um maior risco para a comunidade faunística, além disso, existe a depreciação da qualidade da água superficial em função da turbidez ocasionado por carregamento de finos nas redes de drenagem, destruição de nichos ecológicos, alteração nas águas superficiais e subterrâneas, atração e adensamento de espécies potencialmente transmissoras de doenças, como ratos e gambás (ARAÚJO, 2010; CONSULTORIA E ESTUDOS AMBIENTAIS – CEMA, 2010; CHRISTOFOLETTI; MORENO, 2011).

Tabela 9 - Principais processos do meio ambiente passíveis de alteração negativa, pelas operações das fases de instalação e funcionamento da mineração

Segmento do Meio Ambiente	Processo ou fator considerado Negativo	Principais Impactos Ambientais Negativos
Meio Biótico	Desenvolvimento da vegetação	Perda de habitat da fauna Quebra na cadeia alimentar

Fonte: Modificado de IPT (2003)

2.3.3. Impactos no meio socioeconômico

De acordo com o IPT (2003) a ação humana interfere em situações do meio ambiente de forma positiva ou negativa, gerando impactos ao meio ambiente, como apresenta a Tabela 10.

As atividades de mineração podem gerar vários conflitos com a população e com áreas de conservação e proteção ambientais, e tornam-se mais graves quando as áreas urbanas se aproximam de áreas que exercem estas atividades e, além disso, quando se utiliza explosivos para realização da exploração mineral devido ao impacto visual, a insegurança, o desconforto, a geração de gases residuais da detonação e poeira (IPT, 1992b).

Para Farias (2002) estes conflitos em relação ao uso do solo acontecem devido à falta de planejamento e estudo da intervenção na área, para conhecer a pluralidade dos interesses envolvidos.

Freire (2000) faz sugestões ao minerador para ele se precaver e evitar os problemas de conflito com o uso do solo tomando assim as seguintes precauções:

- se possível, comprar as áreas do entorno do empreendimento
- se possível, arrendar as áreas limítrofes do empreendimento e desenvolver nelas atividades que sejam compatíveis com a mineração
- exercer a política da boa vizinhança e evitar conflitos com os moradores que residem próximos ao empreendimento
- planejamento das operações de lavra e beneficiamento de acordo com a legislação que regulam o uso e cobertura do solo naquela determinada região.

Farias (2002) cita outros impactos causados pela mineração como: são alterações ambientais, depreciação de imóveis circunvizinhos e transtorno ao tráfego urbano.

Farah e Farah (1993) argumentam que a mineração pode causar impactos negativos e positivos, citando como negativos a interferência principalmente na economia da região e os positivos como sendo a geração de emprego e construções residenciais tendendo a formar mini-cidades.

A evolução dos conflitos e a ausência de soluções negociadas, mediadas e institucionalizadas, sobretudo no caso de áreas urbanas, tem levado ora ao cerceamento e fechamento das minerações, ora à manutenção de riscos às populações e usos do solo circunvizinhos (BITAR, 1990). Por outro lado, a expansão da ocupação urbana tem tornado inviável o aproveitamento de muitas jazidas minerais, especialmente quando os assentamentos

se consolidam, impedindo o acesso às matérias-primas potencialmente lavráveis (VALVERDE; KYOTANI, 1986; RUIZ, 1989).

Segundo Bitar (1997) entre os processos de degradação do solo induzidos pelo homem citam a compactação, erosão acelerada, desertificação, salinização e lixiviação e acidificação e conclui que apesar da situação de degradação existente em algumas antigas áreas de mineração, há uma crescente tendência no sentido de ocupá-las. Isto tem sido feito comumente de maneira desordenada, irregular e até clandestina, como pode ser percebido nos depósitos de lixo e resíduos perigosos, bem como as invasões e habitações de baixa renda instaladas em muitos desses locais, geralmente criando situações de risco.

Tabela 10 - Principais processos do meio ambiente passíveis de alteração negativa, pelas operações das fases de instalação e funcionamento da mineração

Segmento do Meio Ambiente	Processo ou fator considerado Negativos	Principais Impactos Ambientais Negativos
Meio Antrópico	Trânsito	Aumento de congestionamentos Aumento da ocorrência de acidentes de trânsito

Fonte: Modificado de IPT (2003)

2.4.Passivos ambientais: origem, classificação e recuperação

Passivo ambiental representa obrigações que "exigirão a entrega de ativos ou prestação de serviços em um momento futuro, em decorrência das transações passadas ou presentes e que envolvem a empresa e o meio ambiente" (RIBEIRO; LISBOA, 1999).

Segundo Ribeiro e Gratão (2000) os passivos ambientais são notoriamente conhecidos por uma conotação negativa, ou seja, os empreendimentos que agridem o meio ambiente são aqueles que poluem e são obrigadas a arcarem com grandes quantias para terceiros, correm o risco de serem multadas e ainda devem recuperar as áreas degradadas. Mas esta visão nem sempre é correta uma vez que é importante identificá-los para que se determinem as medidas preventivas necessárias, evitando assim conseqüências ainda maiores.

Segundo a Eletrobrás (2000) a determinação econômica dos passivos ambientais é de grande importância para a gestão das organizações, pois contribui para um pensamento mais racional das ações a serem desenvolvidas nas diversas áreas, auxiliando assim na alocação dos

recursos, sempre limitados, de que dispõem as empresas, sendo esta determinação mais valorizada quando as organizações têm a intenção de realizar processos como: associação, fusão, compra ou venda, de parte ou de todo o empreendimento. Ainda ressalta que o comprador do empreendimento passa a ser o titular do ativo ou do passivo ambiental.

Para Foladori (2002) um dois mais graves passivos ambientais é a contaminação dos solos e das águas subterrâneas. Para Souza e Ribeiro (2004) já são os gastos gerados devido à necessidade de controle e reversão dos impactos negativos causados ao meio ambiente, onde está inserido o empreendimento, neste caso a mineração.

Paiva (2003) classifica o passivo ambiental como sendo normal ou anormal. O normal seriam aqueles que podem ser controlados, havendo alguma forma de prever e mensurar, ou seja, decorrentes do processo produtivo, onde que sua previsão e mensuração seriam possíveis, como por exemplo, equipamentos, insumos, serviços, etc. utilizados no controle ambiental, enquanto os anormais seriam aqueles eventos imprevisíveis, originários de fenômenos naturais ou acidentes, ou seja, decorrentes de algo anormal, em que a mineração não poderia fazer qualquer tipo de previsão, como por exemplo, um acidente numa lagoa de decantação, reservatório de materiais tóxicos, furacões, terremotos.

Sánchez (2004) define o termo passivo como deveres que necessitam ser cumpridos por uma pessoa, seja ela natural ou jurídica que versam sobre o meio ambiente. Segundo o autor, estes deveres estão relacionados, quase na totalidade, com os aspectos legais, por exemplo, o dever de restaurar uma área degradada ou um dano ambiental. As despesas com a restauração é que representa o passivo ambiental.

O autor supracitado explica que passivo ambiental não pode ser conhecido como a manifestação física do dano ambiental, como uma área degradada por contaminação, uma voçoroca. O verdadeiro sentido da expressão “passivo ambiental” é o valor monetário necessário para reparar os danos ou degradações. Este valor pode ser estimado, contabilizado ou compatibilizado com terceiros.

Sánchez (2004) declara o princípio do poluidor – pagador:

> *A responsabilidade econômica originada pelas obrigações decorrentes dos passivos ambientais deve ser cumprida por um agente privado (poluidor/ degradador) ou público (governo > contribuintes) na falta desses o legado fica para as gerações futuras.*

Lazanha (2005a) já relaciona a definição de passivo ambiental com os custos que eles trazem e define-o como sendo as obrigações que a mineração deve ter com terceiros, sendo

que estas, mesmo sem uma cobrança formal ou legal, devem ser adotadas, principalmente, em face da responsabilidade social do proprietário com os aspectos ambientais.

Portella et al. (2010) classifica os passivos ambientais em quatro categorias: locais e reversíveis, locais e irreversíveis, globais e reversíveis e globais e irreversíveis.

Souza e Ribeiro (2004) já defendem que os passivos ambientais se originam a partir dos seguintes eventos:

- Aquisição de ativos para contenção de impactos;
- Aquisição de insumos que serão inseridos no processo operacional para que estes não produzam resíduos tóxicos;
- Despesas de departamento encarregado do gerenciamento ambiental;
- Gastos com remuneração e tratamento de áreas contaminadas;
- Pagamentos de multas e infrações ambientais, e;
- Gastos para compensar danos irreversíveis, inclusive os relacionados à tentativa de reduzir o desgaste da imagem da empresa.

A classificação de passivos ambientais para a malha rodoviária é: "erosão, assoreamento, escorregamento ou deslizamento, alagamento, invasão de faixa de domínio, áreas de apoio não recuperadas e outros", mas estes podem ser levantados em outros tipos de empreendimentos como as minerações, gerando assim um documento chamado de RPA – Relevância do Passivo Ambiental, que apresenta o grau de risco apresentado por um passivo ambiental.

Os passivos mais relevantes cadastrados no SIAR – Sistema de Informações Ambientais Rodoviárias devem se enquadrar nas condições apresentadas na Tabela 11, os outros tipos de passivo devem ser cadastrados, mesmo em seu grau mínimo de relevância. O SIAR é um exemplo de banco de dados que pode ser útil para a classificação e levantamento de passivos ambientais em outros empreendimentos (DER, 2007).

A partir desta análise sobre a origem do passivo, o Ambiente Brasil (2011), classifica-o apenas em dois aspectos: o administrativo e o físico, sendo o aspecto administrativo as normas e legislações vigentes que uma mineração deve seguir para funcionar legalmente e o aspecto físico representando pela área geral deste empreendimento, seus equipamentos e sua geração de resíduos.

Existe, ainda, outra classificação feita por Portella et al. (2010) utilizando quatro categorias: locais e reversíveis, locais e irreversíveis, globais e reversíveis e globais e

irreversíveis; assim sendo, são inúmeras as classificações sobre os passivos ambientais e cada uma delas tem uma visão diferenciada, priorizando os interesses da empresa geradora do mesmo.

Segundo Schianetz (1999) o trabalho mais importante é o reconhecimento destes passivos, pois gasta-se muito tempo neste trabalho e requer mão de obra especializada, além de ser muito dispendioso, pois geralmente os passivos não podem ser vistos a olho nu, mas nem todos eles apresentam um perigo agudo, por isso, o autor considera que o grande passo da legislação brasileira foi à elaboração de diretrizes legais e normas válidas para todo o país para analisar, identificar e recuperar os passivos ambientais.

Conforme Hendriksen, Van Breda (1999) para ser possível de se reconhecer um passivo, ele deve ser mensurável. Entretanto, somente porque um passivo não pode ser medido, não quer dizer que não é um passivo – continua sendo um passivo não reconhecido.

Segundo Schianetz (1999) um agravante dos passivos ambientais é diagnosticar qual é o potencial de risco da área contaminada. A Figura 1apresenta um esquema de como se devem iniciar as investigações e quais devem ser as tomadas de decisão quando se encontra um passivo ambiental.

Hendriksen e Van Breda (1999) argumentam que o reconhecimento não ocorre automaticamente, apenas por ter sido definido, pois muitas vezes é complexo mensurá-lo, mas Itoz, Castro Neto e Kowalski (2006) declaram que a partir do momento em que o passivo ambiental é reconhecido ele deve ser obrigatoriamente mensurado utilizando algum método que se enquadre naquela situação.

Tabela 11 - Características mínimas para o cadastro de passivos ambientais

Tipos	Dimensões
Erosão	Acima de 0,30m de profundidade, de 0,20m de largura ou de 3m de extensão.
Assoreamento	Acima de 2m de extensão perpendicular ao eixo da linha de drenagem; Franjas com mais de 2m de extensão em tanques e/ou reservatórios lindeiros à rodovia.
Escorregamento ou estabilidade de taludes	Taludes com mais de 3m de altura e trincas de tração com mais de 2m de extensão; Taludes com mais de 3m de altura apresentando: blocos rochosos em sua base, degrau de abatimento, cicatrizes de escorregamento, queda de blocos e/ou rastejo; Taludes em rocha distante a menos de 1m da borda do acostamento apresentando sinais de quedas de blocos e/ou blocos soltos.
Alagamento	Acima de 5m de extensão paralela ao eixo da rodovia e em trecho com alagamento com freqüência; Vestígios de material particulado em ponto baixo, com extensão acima de 3m.

Fonte: Modificado de DER (2007)

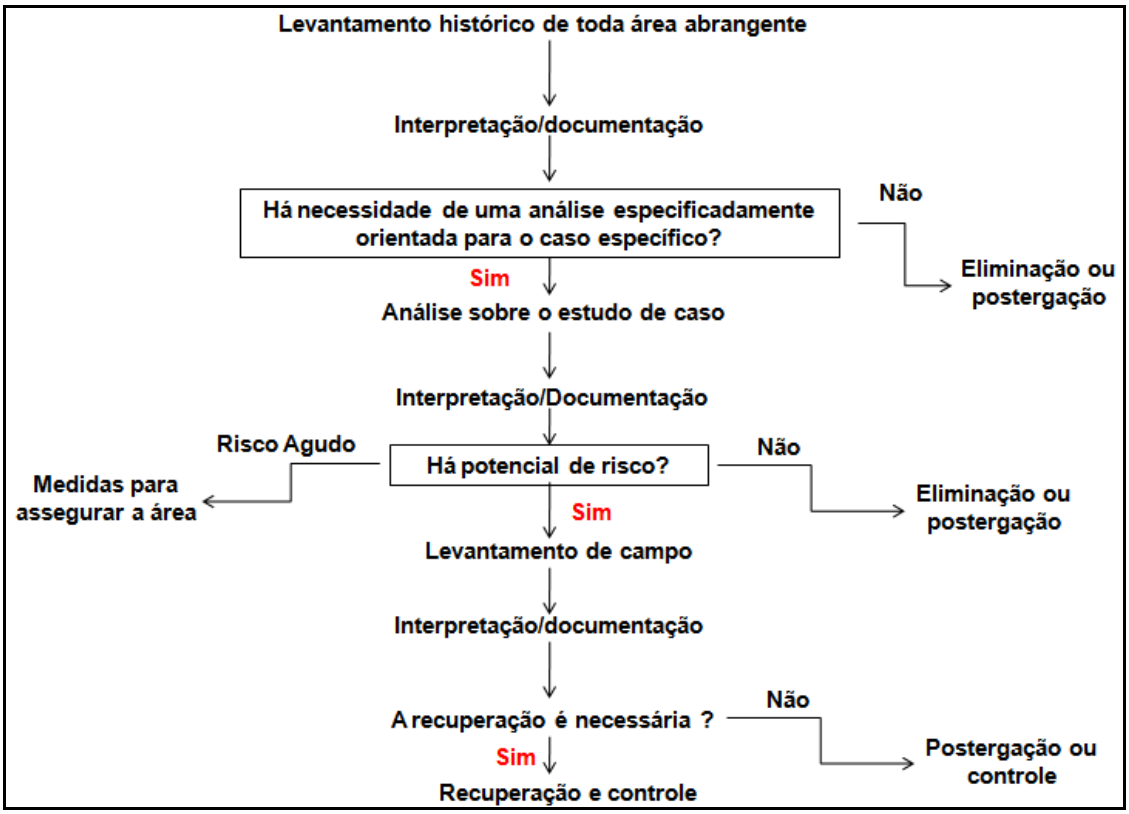


Figura 1 - Esquema de ação, levantamento, avaliação e recuperação de passivos ambientais
Fonte: Modificado de Schianetz (1999)

A CETESB, de acordo com Amicci (2010) é o órgão pertencente ao Estado de São Paulo, que no ano de 2000, criou o cadastro de áreas contaminadas facilitando assim o reconhecimento dos passivos ambientais no Estado.

Maia (2011) afirma que este reconhecimento esta sendo muito utilizado nos processos de negociação de empresas e em privatizações, pois a responsabilidade e a obrigação da restauração ambiental podem recair sobre os novos proprietários.

Para Tinoco e Kraemer (2004) realizar o levantamento de um passivo ambiental em um empreendimento minerário significa: identificar e caracterizar os efeitos ambientais adversos, de natureza física, biológica e antrópica, proporcionados pela construção, operação, manutenção, ampliação ou desmobilização de um empreendimentos ou organização produtiva.

Para Lazanha (2005a) o levantamento dos passivos ambientais proporciona uma tomada de decisão no sentido de valorar e quantificar as despesas gastas com ambientes que estejam contaminados e necessitem de recuperação. Como maneira de identificar e mensurar estes passivos pode-se utilizar *Due Diligencies* que é um trabalho focado para a identificação de

todos os aspectos econômicos, financeiros e físicos que estejam afetando, ou poderão vir a afetar o estado patrimonial da empresa.

Duarte (2008), com isto, afirma que o início de uma conscientização empresarial sobre o levantamento do passivo ambiental é um procedimento muito recomendado. Estes passivos podem ser corriqueiros ou previstos, isto é, tanto podem ser processos que já se manifestam como processos que deverão ocorrer no futuro, em função de um conjunto de transformações ambientais identificados no presente.

Segundo Kraemer (2005) em avaliações ambientais do local do *diligence*, verifica-se o seguinte:

- inspeção do local
- verificação de fontes de poluição fora do local
- revisão das ferramentas ambientais e relatórios da propriedade
- revisão dos aspectos ambientais legais.

Itoz, Castro Neto e Kowalski (2006) aconselham que seja necessário fazer um levantamento minucioso de todos os gastos possíveis com os passivos ambientais para que posteriormente possa mensurá-lo.

Para Hendriksen e Van Breda (1999) o objetivo mais importante de se mensurar um passivo é a contabilização de despesas e perdas para se determinar o resultado da entidade e a apresentação útil aos investidores e credores da entidade.

Segundo Souza e Ribeiro (2004) mensurar um passivo ambiental é uma tarefa muito complexa devido ao fato deste levar anos para ser concluído e da variação dos custos no decorrer deste período.

Na prática, Faria (2008) diz que os passivos ambientais são iguais a obrigações e custos, pois correspondem ao valor relativo aos custos gastos na recuperação das áreas contaminadas, multas e outros custos advindos da não observância da legislação ambiental e de cuidados com o meio ambiente, assim como os custos relacionados ao atendimento das normas e certificações, incluindo, sujeito a alguns significados, a responsabilidade pela preservação de unidades de conservação e o próprio impacto negativo causado.

Segundo Ferrero (2009) estimar o valor correto do passivo ambiental é muito complexo, pois exige muitas considerações. Botelho (2009) concorda com Ferrero ao afirmar que o trabalho de mensuração de um passivo, como praticado na maioria das vezes tende a se preocupar apenas com as grandezas monetárias do bem que, muitas vezes, não são

representadas no valor que realmente o objeto avaliado tem na sua essência. Com este entrave, vários atributos de um objeto não estão devidamente inseridos ou qualificados em seu valor monetário expresso contabilmente.

Para Schianetz (1999) as plantas terrestres superiores e o conhecimento de fundamentos hidrogeológicos desempenham um papel de grande importância para a avaliação e auxílio na minimização dos passivos ambientais. A água, também exerce uma grande influência sobre o solo e vice e versa, portanto a formação geológica do subsolo e a composição das rochas influenciam na geração destes passivos, de modo que a percolação dos contaminantes possa criar um passivo ambiental de maior risco. Este autor, além disso, argumenta que o conhecimento do tipo de aqüífero é importante para facilitar no tratamento dos passivos ambientais, principalmente quando a água subterrânea também está contaminada, determinando assim mais um passivo a ser tratado.

Bertazi (2010), portanto, conclui que a melhor ferramenta para minimizar e/ou eliminar estes passivos é a gestão ambiental, pois com ela é possível identificar e compreender quais os impactos responsáveis por agredirem o meio ambiente.

2.4.1. Passivos ambientais e mineração

Segundo Griffith (1980) as técnicas de recuperação das minerações devem ser desenvolvidas de acordo com cada tipo de minério e a forma como este é extraído.

Para FASB (2002/2003 apud FARIAS, 2004) o passivo é definido como possíveis sacrifícios futuros de melhoramentos econômicos devido às obrigações atuais da mineração, quanto à transferência de ativos ou prestação de serviços a outras companhias no futuro, em conseqüência de transações ou eventos passados. Para Candido (2004) passivo ambienta são as áreas degradadas pelas minerações, compostas por cavas e pilhas de bota-fora.

Diante desta situação Souza e Ribeiro (2004) afirmam que as minerações estão tendo o cuidado de reconhecer os passivos ambientais pelos seguintes motivos: descoberta de passivos ambientais por estudos internos; necessidade de se efetuar a remediação do meio ambiente, durante o estudo das alternativas de recuperação e sua viabilidade; após o estudo das alternativas de recuperação e sua viabilidade, quando então está definido o método a ser usado para recuperar o meio ambiente; quando notificado pelas autoridades; à medida que os custos de recuperação incorrem.

Outro instrumento de identificação de passivos ambientais são os Estudos Ambientais, como por exemplo, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), que tem como um de seus objetivos: identificar os aspectos e os efeitos ambientais causados por cada atividade exercida pela mineração (LAZANHA, 2005).

Itoz, Castro Neto e Kowalski (2006) afirmam que esta responsabilidade econômica tem sido exigida pela sociedade atualmente e que se deve destinar parte dos lucros da mineração para a execução as obrigações que decorrem dos passivos ambientais, evitando assim uma provável perda futura. Para Este levantamento "significa, para mineração, evidenciá-lo de maneira tal, que reflita em toda a sociedade a responsabilidade social, os fatores éticos e morais de sua parte".

Segundo Roche (2008) para que a mineração seja capaz de corrigir os impactos ambientais negativos causados por ela, devido à execução das suas atividades, deve-se investir na mitigação ou eliminação destes impactos, este investimento corresponde ao passivo ambiental.

Para a instalação de uma mineração em uma determinada região, Duarte (2008) informa que ela deve estar ciente dos tipos de obrigações decorrentes do passivo ambiental, como mostra a Tabela 12.

Duarte (2008), portanto, aconselha a mineração, reconhecer em seus relatórios financeiros a ocorrência desses passivos e verificar as suas obrigações antes de se instalarem no local.

O CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL – COPAM n° 145 (2009) define passivo ambiental em seu art1°, inciso V:

> Qualquer estrutura, área ou equipamento abandonado que esteja localizado dentro do empreendimento minerário, no qual não tenha sido executada nenhuma ação ou projeto no sentido de recuperação ambiental, independente da situação em que se encontra a atividade minerária.

Para Maia (2011) para evitar ou reduzir este passivo, usa-se o conceito de tecnologia limpa, que pode ser adquirida com o uso do filtro ambiental, esta é uma norma da empresa para impedir a entrada de qualquer coisa que possa causar problemas ambientais no processo produtivo que possa influenciar negativamente, do ponto de vista ambiental, os produtos e serviços oferecidos pelas minerações.

Magalhães et al. (2012) afirma que o passive ambiental mais degradante é a perda de solo, causado pela atividade mineradora, pelos processos erosivos, pela recuperação e surgimento de um novo solo, ser um método bastante oneroso.

Tabela 12 - Obrigações decorrentes do passivo ambiental

Tipo	Obrigação
Legal	Quando a entidade tem uma obrigação presente e regida por leis, pois gerou um passivo ambiental no passado e agora deve arcar com as conseqüências. Esta obrigação legal surge por forma de um contrato, através da legislação ou de outro instrumento de lei, entre o Estado e prefeituras das cidades onde o empreendedor se compromete a reparar qualquer dano que possa vir a causar.
Implícita	É quando uma entidade mediante um fato passado ou por declarações feitas cria uma expectativa válida frente a terceiros e, por conta disso, assume um compromisso, mas sem que estas responsabilidades legais obriguem a empresa a reparar estes danos.
Construtiva	São aquelas práticas onde a empresa se dispõe a cumprir de forma espontânea, fazendo assim, algo mais do que é exigido legalmente. Geralmente isso acontece quando ela está preocupada em manter sua reputação com o mercado e a comunidade local ou pelo empreendedor estar ciente de sua responsabilidade social e usar de seus meios para proporcionar o bem-estar da sociedade.
Justa	Quanto à obrigação reflete a consciência da empresa sobre a responsabilidade social que ela exerce na comunidade, mediante suas razões de fatores éticos e morais, também exercida de modo espontâneo.

Fonte: Modificado de Duarte (2008)

2.5. Geoprocessamento

Em 1992 definiu-se geoprocessamento como sendo:

> *"um ramo do processamento de dados que opera transformações nos dados contidos em uma base de dados referenciada territorialmente (geocodificada), usando recursos analíticos, gráficos e lógicos, para a obtenção e apresentação das transformações desejadas"*
>
> (XAVIER-DA-SILVA. 1992, p. 48 apud MOURA, 2003, p. 9)

A palavra geoprocessamento é a união do grego *gew* (Terra) com o latim *processus* (progresso), denotando impor um processo que traga progresso na representação da superfície terrestre. Alguns exemplos de uso do geoprocessamento estão apresentados na Tabela 13.

D'Alge (2002) afirma que o principal motivo da forte relação interdisciplinar entre Cartografia e Geoprocessamento é o espaço geográfico. Enquanto que a Cartografia preocupa-se em desenvolver um modelo de representação de dados para os processos que ocorrem no espaço geográfico, o Geoprocessamento representa a área do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais, fornecidas pelos SIG, para tratar os processos que ocorrem no espaço geográfico, isto traduz de forma clara a relação interdisciplinar entre ambos.

Tabela 13 - Exemplos de geoprocessamento

Exemplo	Mapas
Determinação de aptidão agrícola	Mapas de solo, de declividade e de precipitação de determinada região submetidos a uma escala de medida de qualidade, o cálculo da média ponderada entre o tipo de solo, o valor da declividade e a quantidade de precipitação média mensal indica como boa, média ou ruim a aptidão agrícola das porções dessa região
Indicação de susceptibilidade à urbanização	Mapas de inclinação do relevo conjugados ao uso e à ocupação do solo permitem a definição de áreas vulneráveis à expansão urbana, caracterizadas por relevo de baixa inclinação e próximas a áreas já consolidadas
Definição da taxa de expansão urbana	Delimitação e cálculo do tamanho da mancha urbana identificada em imagens de uma mesma área datadas sucessivamente

Fonte: Modificado de Florenzano (2002)

Corvalán (2005) define o geoprocessamento como sendo "um conjunto de tecnologias voltadas à coleta e tratamento de informações espaciais para um objetivo específico", já Rocha (1999) pensa ser uma tecnologia multidisciplinar, pois integra várias disciplinas, ferramentas, *softwares*, processamentos e análises, além da coleta de dados e diferentes metodologias, tudo isto associado a mapas digitais georreferenciados.

Câmara e Medeiros (1996), afirma que o geoprocessamento pode ser entendido como a junção de técnicas matemáticas e computacionais, mostrando assim uma evolução na área da cartografia. O geoprocessamento, portanto, segundo Couto (2011) é fazer uso de computadores como instrumentos de manuseio de dados para representação digital do espaço geográfico, sendo sua principal ferramenta o SIG.

No Brasil o uso o geoprocessamento se estende à: AIA em grandes reservas, sistema de gerência de estradas e navegação de veículos, planejamento agrícola e desenvolvimento sustentável, planejamento regional e de comunidade, mapeamentos ambientais, identificação de áreas de risco, identificação de conflitos no uso da terra, cadastro e manutenção de redes de água, arquitetura paisagística, arqueologia e gestão em grandes empresas públicas e privadas entre outros recursos (STASSUN, 2009).

Geoprocessamento é uma tecnologia formada pela confluência de outras tecnologias, a saber: Sistema de Posicionamento Global (GPS); Sensoriamento Remoto; Processamento

Digital de Imagens (PDI); Cartografia Digital; Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD); Sistemas de Informações Geográficas (SIG) (COUTO, 2011).

Cada ferramenta é dona de características que as singularizam, sendo, ainda, agrupadas entre as que admitem a aquisição de dados (Sensoriamento Remoto, Cartografia Digital e GPS), as que permitem a organização, o gerenciamento e a apresentação dos dados (SGBD, Cartografia Digital e SIG) e as que possuem o processamento dos dados (PDI, SGBD e SIG). Algumas se enquadram em mais de um grupo devido às amplas possibilidades de trabalho que nelas existem. Porém, todas convergem no SIG (COUTO, 2011).

De acordo com Rocha (2011) alguns empreendimentos minerários utilizam o geoprocessamento para sobrepor os elementos que compõem o cenário da mineração, objetivando uma melhoria na distribuição e visualização desses elementos na paisagem em ambientes de realidade virtual.

A partir de ferramentas de geoprocessamento e de SIG, o autor supracitado reconstituiu o relevo, utilizando pilhas de estéril, modificado pela extração do ferro da empresa Terrativa, com o objetivo de minimizar os impactos causados pelas cavas.

Niemann (2012) utilizou técnicas de geoprocessamento para o levantamento do meio físico na Microbacia do Ribeirão Putim, localizada no município de São José dos Campos (SP), onde foi possível verificar as diferentes propriedades dos solos e demonstrar a heterogeneidade existente na área de estudo.

Moura et al. (2013) gerenciou a região do Vale do Sereno, no município de Nova Lima, para isso o geoprocessamento fez papel de ferramenta de planejamento, classificando a região em interesses ambientais, urbanos, empreendedores e legais.

Catelani et al. (2003) concorda com Moura et al. (2013) ao demonstrar que as técnicas de geoprocessamento juntas com o sensoriamento remoto formam um importante conjunto de ferramentas aplicáveis ao zoneamento ambiental, principalmente em nível regional, com o objetivo de usar estas ferramentas para a gestão do município.

2.5.1. Sensoriamento remoto

A fotogrametria é muito utilizada na geração de dados cartográficos e foi a partir dela que surgiu o sensoriamento remoto, sendo esse definido pioneiramente por Lillesand e Kiefer

(1994) como a ciência e a arte de obter informações de um objeto, área ou fenômeno através da análise de dados adquiridos por meio de um dispositivo que não está em contato com o objeto, área ou fenômeno que está sob investigação (tradução do autor).

O início da era do sensoriamento remoto foi marcado pelo lançamento do primeiro satélite de sensoriamento remoto, ERTS – 1, posteriormente denominado de Landsat1, feito pelos EUA, em 1972. O sensor imageador multiespectral possibilitava a obtenção simultânea de quatro imagens nas faixas do espectro do visível e do infravermelho próximo e uma imagem no termal, portanto mais evoluído do que as fotografias aéreas (MENESES; ALMEIDA, 2012).

O INPE participou juntamente com a NASA da Missão 96, onde se realizou um levantamento com diversos tipos de sensores imageadores, ou seja, o objeto imageado é registrado pelo sensor por meio da radiação eletromagnética. Este teste foi executado na região do Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais, projetando o Brasil como uma nação pioneira a dominar esta tecnologia no hemisfério sul (MOREIRA, 2011; MENESES e ALMEIDA, 2012).

Há vários satélites em operação como: Landsat, Spot, CBERS, Ikonos, Quickbird e NOAA, sendo os cinco primeiros destinados ao monitoramento e levantamento dos recursos naturais terrestres, enquanto que o NOAA tem como objetivo os estudos climáticos e atmosféricos, mas também pode ser utilizado em estudos dos recursos terrestres (MOREIRA, 2011).

Segundo Veras (2013) no Brasil as imagens são adquiridas por satélites com missões específicas de observação da terra, onde, dados e informações são coletados a partir de inúmeras plataformas, que através do INPE mantém um banco de imagens dos seguintes satélites: CBERS-2 (China-Brasil), CBERS-2B (China-Brasil), LANDSAT1, LANDSAT2, LANDSAT3, LANDSAT4, LANDSAT5, LANDSAT7 (EUA), RESOURCESAT-1 (Índia), TERRA (EUA) e AQUA (EUA).

Algumas das aplicações relevantes do SR, conforme Schowengerdt (1997) são: monitoramento e avaliação ambiental, agricultura, exploração de recursos naturais não-renováveis e mapeamentos em geral (topografia, geomorfologia, uso do solo, etc.).

Crepani et al. (1996) afirma que o uso de imagens de satélite serve como base para a visualização e definição de diferentes unidades na paisagem, também chamadas de UTB

(Unidade Territorial Básica), sendo estas definidas por interpretação visual em imagens de sensores remotos, evidenciando a utilização de ferramentas de análise espacial.

Hayakawa (2007) utilizou produtos gerados a partir do sensoriamento remoto, baseados em imagens orbitais CBERS/2, para a interpretação de dinâmicas fluviais, na tentativa de avaliar e intercorrelacionar os dados espectrais contidos nas cenas orbitais com os dados das vistorias de campo, visando também à compreensão da dinâmica e de possíveis alterações sedimentológicas, hidrológicas e geomorfológicas na área de estudo, além de avaliar se estes produtos são viáveis ou não para análises fluviais.

Marcelino (2004) utilizando técnicas de SR realizou o mapeamento quantitativo de áreas suscetíveis a escorregamento, no município de Caraguatatuba, localizado no litoral norte do estado de São Paulo, a fim de diminuir a subjetividade deste tema. Para isso o autor utilizou seis métodos de fusão (Brovey, HSV, PCA, IHS, WTVE e WTYO) para a geração do mapa de inventário, com a finalidade de identificar a fusão mais adequada para a visualização das cicatrizes de escorregamentos.

O sensoriamento remoto trabalha com uma faixa espectral que abrange desde a região do visível até a região de microondas, pois as imagens não são definidas num específico comprimento de onda, mas sim através de pequenos intervalos, chamados de bandas espectrais, estas estão em função da absorção da radiação eletromagnética, estas cores podem ser identificadas pelo ser humano, como mostra a Tabela 14. A Tabela 15 representa os intervalos que, realmente, se podem obter imagens a partir de sensores instalados em aeronaves ou satélites.

Venturieiri et al. (2013) realizou uma análise da dinâmica das queimadas, ressaltando os usos prévios, do ano de 2008 e posteriores, do ano de 2010, destinados às áreas queimadas no Estado do Mato Grosso, utilizando ferramentas de sensoriamento remoto e concluiu que o maior problema para o estado do Mato Grosso é a atividade de pastagem que sofrem mais queimadas do que as áreas agrícolas.

Quirino et at. (2013) comparou dados de uma estação pluviométrica com dados obtidos pelo satélite TRMM – *Multisatellite Precipitation Analysis*, a fim de avaliar o desempenho das estimativas de chuva por satélite por meio da correlação dos mesmos sobre a região de Goiânia – GO e obteve como resultado 95% de correlação quando comparado os dois métodos.

Existem vários pontos positivos para o uso do sensoriamento remoto, dentre eles podem se destacar: imageamento de áreas de difícil acesso; caráter sinóptico aliado ao recurso de imageamento contínuo e sua repetitividade; custo decrescente devido ao crescente número de usuários; combinação de bandas, proporcionando capacidade de identificação de feições/alvos (CORREIA et al., 2005).

Tabela 14 - Intervalos espectrais e suas respectivas cores

Cor	Intervalo de comprimento de onda (µm)	Comprimento de onda típico (µm)
Violeta	0,390 – 0,455	0,430
Azul Escuro	0,455 – 0,485	0,470
Azul Claro	0,485 – 0,505	0,495
Verde	0,505 – 0550	0,530
Amarelo – verde	0,550 – 0,575	0,560
Amarelo	0,575 – 0,585	0,580
Laranja	0,585 – 0,620	0,600
Vermelho	0,620 – 0,700	0,640

Fonte: Modificado de Moreira (2011)

Tabela 15 - Intervalos espectrais possíveis de serem usados pelos sensores óticos e micro-ondas

0,45–0,76µm visível	toda faixa	Região responsável pela interação com os minerais e que dá origem às suas cores e com os pigmentos da vegetação. O problema dessa faixa espectral é o alto espalhamento da radiação solar incidente pelos gases atmosféricos, que pode reduzir o contraste da reflectância dos alvos terrestres. É chamada de visível, porque o olho humano é sensível a essa região espectral.
0,76 –1,2 µm infravermelho próximo	0,76 – 0,91 1,00 – 1,12	É o intervalo onde ocorrem importantes interações da REM com os níveis de energia eletrônica dos átomos, gerando feições espectrais que são diagnósticas para identificar a natureza de vários tipos de rochas, principalmente as de composição mineral com metais de transição (Fe, Ni, Cr, Mn...)
1,2–3,0µm infravermelho de ondas curtas	1,19 – 1,34 1,55 – 1,75 2,05 – 2,40	Região espectral geológica, porque é nesta faixa espectral que os vários minerais de alteração hidrotermal têm as suas diagnósticas feições de absorção. Também é a região onde os comprimentos de onda em 1,4µm e em 1,9µm são totalmente absorvidos pelas moléculas de vapor d'água da atmosfera, proibindo o uso do sensoriamento remoto e, por consequência, de se determinar nos materiais terrestres a presença de água molecular nas suas estruturas.
3,0 – 5,0µm infravermelho médio	3,5 – 4,2 4,5 – 5,0	Somente alvos com elevadas temperaturas, como vulcões e incêndios, podem ser detectados, pois agem como fontes próprias de emissão de radiação. É uma região espectral pouco usada no sensoriamento remoto, à exceção de sensores metereológicos ou atmosféricos.
5,0 µm–1mm Infravermelho termal	8,0 – 9,2 10,2 – 12,5	Conhecido como região termal. A melhor janela atmosférica nessa região espectral para imageamento orbital é o intervalo de 8,0µm a 14,0µm, porque acima de 30km, a camada de ozônio absorve toda a radiação além de 14µm emitida pela Terra. Ótima faixa espectral para detecção de quartzo de veios nas rochas.
1mm–100cm micro-ondas	3,0 – 100	Região de uso de sensores ativos (radar), que utilizam fontes artificiais para a geração da REM. Por causa do tamanho do comprimento de onda, o radar Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto 21 tem a habilidade de operar em condições atmosféricas adversas, e pode operar tanto de dia como à noite. Importante para a geologia estrutural e mapeamento geológico, porque a interação das micro-ondas com as rochas é controlada pelas texturas de relevo.

Fonte: Meneses e Almeida (2012)

2.5.2. Sistema de informação geográfica – SIG

A união do sensoriamento remoto com o geoprocessamento possibilita a criação de SIGs mais ricos em informações e sofisticados, portanto a integração destes dois elementos depende do banco de dados existente em um SIG.

A partir do tratamento das informações obtidas através do SR, é recomendável a utilização do Sistema de Informação Geográfica (SIG). Este sistema realiza operações matemáticas e métodos computacionais para tratamento de dados, através de correlações espaciais, temáticas, temporais e topológicas. Dentre os usos mais fundamentais do SIG, destacam-se: a produção de mapas; ferramenta suporte para análise espacial; ou como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de dados (CÂMARA; MEDEIROS, 1998).

May e Alexandrini (2007, p. 21) narra que:

> A história relata diversas iniciativas efetivas no sentido de empregar a tecnologia computacional no processamento de dados espaciais. Entretanto, o primeiro SIG que se tem notícia surgiu em 1964 no Canadá (Canada Geographic Information System) por iniciativa do Dr. Roger Tomlinson, que só publicou seus trabalhos uma década depois. A partir deste período começou um grande desenvolvimento do lado tecnológico dos SIG‘s, que começaram a ser comercializados e empregados na administração pública como importante ferramenta para aumento de arrecadação.

Corvalán (2009) afirma que o planejamento ambiental com muitas variáveis se torna mais dinâmico, eficiente e simplificado quando se utiliza SIG e ferramentas do SR, além disso, a autora assegura que uma das características mais importantes de um SIG é “a capacidade de combinar e integrar dados de diversas fontes, em formato digital, sendo um sistema que permite a manipulação, gerenciamento e visualização de dados georeferenciados”.

A partir do surgimento do *Google Maps*, do *Google Earth* e do *WikiMapia*, a população passou a interagir com ferramentas SIG, sendo necessário apenas ter acesso a internet, garantindo assim acesso à qualquer parte do planeta por meio de aplicações que agregam imagens de satélite, fotografia aérea, sistemas de informação geográfica, modelos 3D e GPS (STASSUN, 2009).

Atualmente existem vários *softwares* de SIG, com especificações e limitações para cada trabalhos, muitas vezes, específicos, como exemplo, pode-se citar: ArcGS, GRASS, gvSIG,

IDRISI, Map Window, Quantum GIS, SPRING, Terra View, dentre outros (AMARAL, 2010).

Para Câmara et al. (2008) com uso do SIG é possível armazenar dados geográficos e atributos que estão georeferenciados, ou seja, atributos da superfície terrestre, além disso, este sistema possui cinco componentes: interface com usuário, entrada e integração de dados, funções de processamentos gráficos e de imagens, visualização e plotagem e um banco de dados georreferenciado, como apresentado na Figura 2.

O SIG permite que diferentes níveis de informações sejam combinados para uma melhor análise dos dados, de acordo com a necessidade de cada operador, além disso, ele possui ferramentas capazes de realizar a ponderação de fatores nos cruzamentos de informações, sendo esta na forma de *raster* ou *vector*, e mapas, permitindo que sejam gerados mapas temáticos otimistas ou pessimistas, em análise de riscos, suscetibilidade e de potencialidades (CORVALÁN, 2005; MIRANDA, 2005).

Outras vantagens são a utilização dos SIGs para melhorar a capacidade de extração de informações de imagens, através de dados ambientais especiais relacionados, como a análise de padrões especiais dos elementos da paisagem, onde os resultados obtidos podem ser importados e incorporados na base de um banco de dados (BENINI, 2009).

Costa et al. (2006) justifica que o uso desta tecnologia em análises de risco ambiental, auxilia em um melhor planejamento e rapidez na aquisição dos resultados.

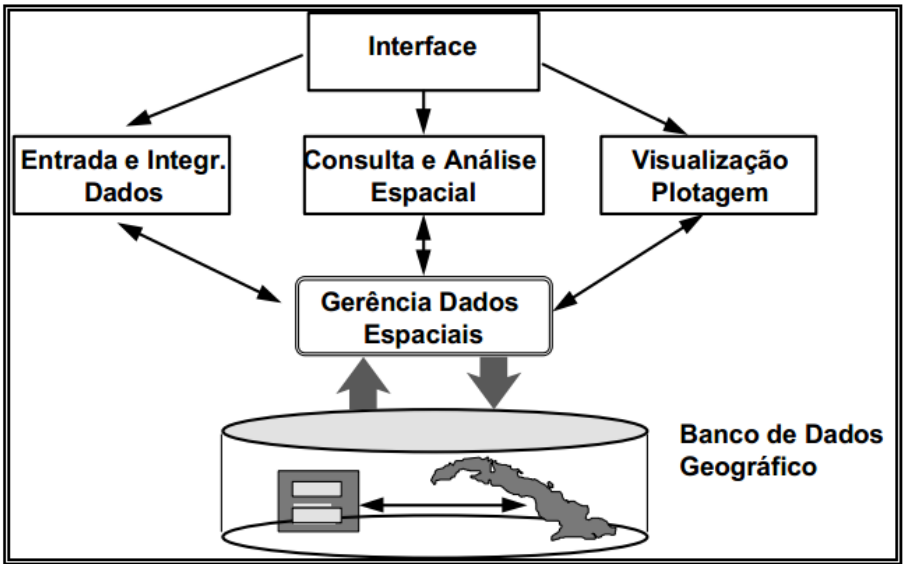


Figura 2 - Arquitetura do SIG
Fonte: Câmara et al. (2008)

O uso do SIG é passível de revisão e incorporação de dados a qualquer momento, por isso este sistema possui maior agilidade e potencialidade de aplicação em processos de tomada à decisão, devido à sua permissão em armazenar, editar, transportar, documentar e analisar informações integradas, além de gerar mapas temáticos e informações descritivas.

Segundo Simões (1993) um SIG é capaz de manipular e analisar diferentes tipos de dados, como mostra a Tabela 16.

Diferentes técnicas têm sido elaboradas para o cruzamento de mapas a partir de dados confeccionados em ambiente SIG, destacando-se a Inferência Booleana, a Média Ponderada, a AHP e a Probabilidade Condicional (BONHAM-CARTER, 1996; CÂMARA; MONTEIRO, 2001).

Alkimim, Lani e Veloso (2013) fizeram uso do SIG para realizar a integração dos dados sobre o meio físico (geologia, pedologia, uso e cobertura) como forma de gerenciar os recursos hídricos da bacia do rio Benevente, localizada no Espírito Santo, que engloba cinco municípios.

Tabela 16 - Entrada de dados em um SIG

Tipo de dado	Exemplos
Pontos	A localização de cidades, localização de poços de petróleo etc., bem como os atributos e características a eles associados
Linhas	Localização e características de rios e redes de drenagem
Polígonos	Áreas que representam e delimitam tipos de solo, ocupação urbana, unidades geológicas, classes de vegetação

Fonte: Modificado de Simões (1993)

2.5.3. Modelo digital do terreno – MDT

Segundo Corvalán (2009) o MDT pode ser definido como sendo "uma representação matemática computacional da distribuição de um fenômeno espacial, que ocorre dentro de uma região da superfície terrestre". Os dados de MDTs são muito importantes em aplicações de geoprocessamento desenvolvidas no ambiente SIG.

Para Fagundes (2010) é um modelo que auxilia na percepção da dinâmica das águas, uma vez que esta é diretamente influenciada pela morfologia de superfície, pois é "representação espacial da superfície a partir de pontos que descrevem a topografia do terreno ou a elevação tridimensional de

uma grade de dados a intervalos regulares ou irregulares" (MONTGOMERY, 2003 apud SANTOS et al., 2007).

Para Barbosa et al. (2011) o MDT tem sido muito utilizado em estudos de bacias hidrográficas, porém a fidelidade do modelo depende muito do *software* utilizado e do método pelo qual ele foi criado. Diante disto, através deste modelo é possível visualizar com facilidade as nuancias do relevo, sendo também um plano de informação essencial para se gerar o mapa de declividade e o de curvatura.

Augusto Filho (2013) afirma que o Modelo Numérico do Terreno (MNT) e o Modelo Digital de Elevação (MDE) são sinônimos do Modelo Digital do Terreno (MDT), que é um dos planos de informação (PI) mais importantes em SIG, pois a partir dele são criados outros PI, podendo realizar assim várias análises espaciais de interesse, principalmente na área ambiental.

A modelagem digital de terrenos é uma das ferramentas disponíveis na fase de manipulação dos SIGs e auxilia no tratamento e a análise das demais informações existentes, através da representação destes dados por uma superfície que expressa à variação de uma determinada propriedade. Conforme Simões (1993) esta superfície é representada digitalmente por um modelo digital de terreno (MDT) como mostra a Figura 3.

No geral, existem duas maneiras de gerar o MDT em um SIG, utilizando ou o módulo *Topo To Raster* (modelo de grade regular retangular) ou o *TIN - Triangular Irregular Network* (modelo de grade irregular triangular).

O primeiro módulo faz uma interpolação especificamente projetando os dados para criar MDT hidrologicamente corretos. É baseado no programa ANUDEM e adquirido pela ESRI desenvolvido por HUTCHINSON (1989 *apud* FELGUEIRAS, 2001). Esse programa estima um *grid* (grade) regular de uma superfície plana discretizado através de um grande número de dados de elevação irregularmente espaçados, dados de curva de nível, pontos cotados e rede de drenagem. Essas características permitem que mesmo utilizando uma grade regular retangular, o *Topo To Raster* possui a opção de utilizar a drenagem, suavizando e aumentando sensivelmente a precisão dos modelos gerados. (AUGUSTO FILHO, 2011; FELGUEIRAS, 2001).

O segundo módulo adota critérios específicos para construção de uma malha triangular. Uma dessas malhas, muito utilizada na prática nos SIGs atualmente em uso profissional ou científico, é a malha de Delaunay, mais conhecida como triangulação de Delaunay, onde o

critério utilizado é o de maximização dos ângulos mínimos de cada triângulo, ou seja, a malha final deve conter triângulos o mais próximo de equiláteros evitando-se a criação de triângulos afinados, que possuem ângulos internos muito agudos (FELGUEIRAS, 2001).

A Tabela 17 mostra os dois modelos citados acima e suas principais diferenças.

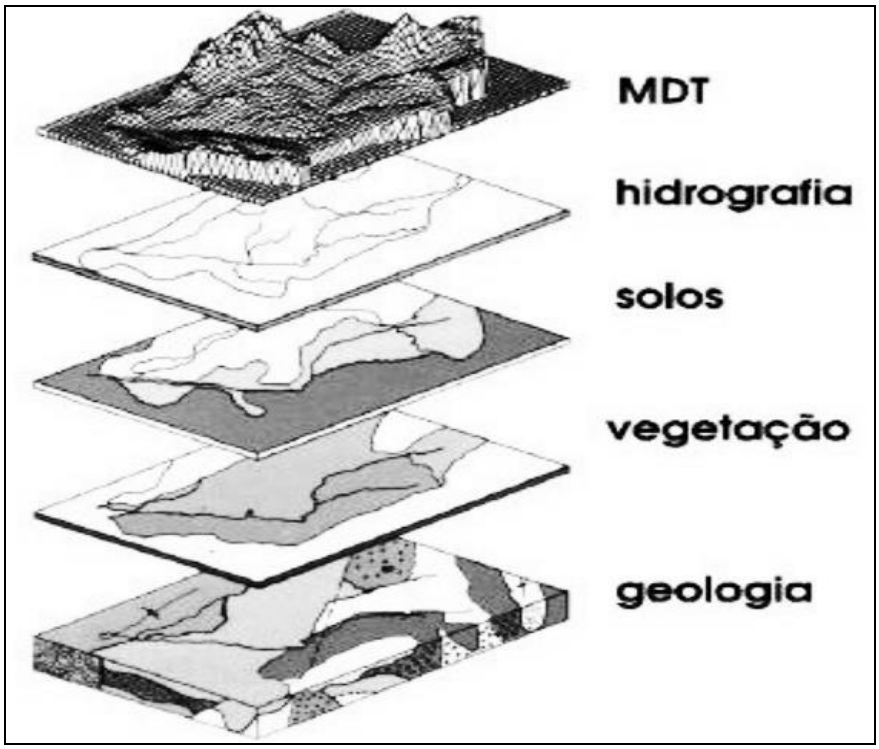


Figura 3 - MDT como parte integrante de um SIG
Fonte: Simões (1993)

Tabela 17 - Comparação entre os modelos

Grade Regular Retangular	Grade Irregular Triangular
Apresenta regularidade na distribuição espacial dos vértices das células do modelo	Não apresenta regularidade na distribuição espacial dos vértices das células do modelo
Os vértices dos retângulos são estimados a partir das amostras	Os vértices dos triângulos pertencem ao conjunto amostral
Apresenta problemas para representar superfícies com variações locais acentuadas	Representa melhor superfícies não homogêneas com variações locais acentuadas
Estrutura de dados mais simples	Estrutura de dados mais complexa
Relações topológicas entre os retângulos são explicitas	É necessário identificar e armazenar as relações topológicas entre os triângulos
Mais utilizado em aplicações qualitativas e para análises multiníveis no formato "*raster*"	Mais utilizado em aplicações quantitativas.

Fonte: Felgueiras (2001)

2.5.4. Mapa de declividade e curvatura do terreno

Os mapas de declividade e curvatura do terreno podem ser feitos no papel, ou seja, em formato não digital, através de ábacos e foto interpretação, porém com a era digital hoje são feitos principalmente no formato digital, a partir do MDT. O mapa de declividade é a primeira derivada do MDT, enquanto o mapa de curvatura do terreno é a segunda derivada.

No software ArcGIS, o mapa de declividade de um terreno é feito da seguinte forma: calcula-se a taxa máxima de mudança do valor da célula inicial para seus vizinhos. Basicamente, a alteração máxima em elevação ao longo da distância entre esta célula e seus oito vizinhos identifica o declive mais íngreme a partir da mesma (ESRI, 2010).

O mapa de declividade é uma forma de auxiliar a visualização das inclinações de um terreno em relação a um eixo horizontal, sendo de grande valia em avaliações geotécnicas dos terrenos, pois representa um atributo importante principalmente por constituir-se em um fator limitante para determinados tipos de uso, como apresenta a Tabela 18 (SANTOS, 2004).

Lollo (1991) cita alguns métodos manuais (em papel), utilizados para a elaboração do mapa de declividade, como o método do Gabarito e o da Contagem de Curvas de Nível, e outros métodos digitais (computador) existentes, como o método do MDT.

Independente do método utilizado o importante é verificar a inclinação do terreno, pois quanto mais inclinado for o relevo, maior é a velocidade do escoamento superficial e este é um dos fatores determinístico da suscetibilidade aos processos erosivos (Cruz et al., 2010).

O mapa de curvatura do terreno auxilia o operador a visualizar a geomorfologia do terreno, ou seja, realizar uma análise sobre erosão hídrica, onde ela for côncava (coletora) existirá a convergência das águas, possibilitando uma erosão mais localizada com tendência a formação de voçorocas e sulcos e deposição de material nas partes mais baixas, enquanto a geomorfologia convexa (dispersora) favorece a divergência de águas com erosão mais uniforme e laminar (GIMENES, 2013; REZENDE, 1985).

Tabela 18 - Classes de declividades definidas em função das recomendações do uso e restrições e/ou problemas esperados

Classes de Declividade	Recomendações de uso e Restrições e/ou problemas esperados
<2% Terrenos planos ou quase planos, onde o escoamento superficial é muito lento ou lento.	Favorável a atividade agrícola intensiva e ao uso de máquinas agrícolas. Áreas sujeitas à inundação.
2-5% Terrenos com declividades suaves nos quais o escoamento superficial é lento ou médio e os problemas de erosão requerem práticas simples de conservação.	Favorável ao uso agrícola mecanizado. Favorável a implantação de rodovias e ferrovias principais.
5-10% Terrenos inclinados, geralmente com relevo ondulado, nos quais o escoamento superficial é médio e rápido, porém com poucos problemas de erosão superficial.	Exige práticas simples de conservação. Corresponde ao limite máximo para a implantação de saneamento, ferrovias e indústrias. Favorável ao uso de máquinas agrícolas.
10-15% Terrenos muito inclinados ou colinas, onde o escoamento superficial é rápido. Apresentam problemas de erosão superficial, exceto quando ocorrem solos permeáveis e pouco arenosos.	Propício para o uso de máquinas agrícolas, ainda que com dificuldade. Áreas recomendadas para culturas perenes, pastagens ou reflorestamentos. Limite de vias principais e loteamentos perpendiculares às curvas de nível.
15-20% Terrenos fortemente inclinados onde o escoamento superficial é muito rápido, com problemas de erosão superficial.	Propício para a implantação do sistema viário local. Viável a implantação de lotes paralelos às curvas de nível. Classe limitante para a implantação de residências individuais e estradas.
20-25% Terrenos fortemente inclinados com escoamento superficial muito rápido, e com problemas de erosão superficial.	Classe limite para estruturas de engenharia.
25-30% Terrenos fortemente inclinados com escoamento superficial muito rápido, susceptível a processos erosivos.	Classe limitante máximo por lei para ocupação de encostas sem projetos especiais.
30-47% Terrenos íngremes com escoamento superficial muito rápido, sujeito a movimentos de massa e queda de blocos.	Classe limite para operação de veículos tracionados, uso como áreas de recreação ou qualquer tipo de ocupação. Limite máximo para corte de madeira, sem projeto de exploração sustentada.
47-70% Terrenos muito íngremes ou escarpados, com desenvolvimento de solos muito rasos eextremamente susceptível à erosão.	
>70% Terrenos escarpados, em geral sem o desenvolvimento de solos e com exposição de rocha.	

Fonte: Modificado de INSTITUTO GEOLÓGICO (1993)

Uma curvatura negativa indica que a superfície é convexa e uma curvatura positiva indica que a superfície é côncava, já o valor zero indica que a superfície é plana. Sendo assim, as superfícies convexas possuem como característica a migração de água pluvial e sedimentos,

tendo a seu favor a gravidade, enquanto que nas superfícies côncavas predominam o acúmulo destes materiais (ESRI, 2010; STABILE; VIEIRA, 2009; VALERIANO, 2003).

Segundo o tutorial da ESRI (2010) a ferramenta *Curvature* para a geração do mapa de curvatura do terreno considera os valores dos oito vizinhos ao redor da célula principal, como mostra a Figura 4, e a partir disto gera o perfil das encostas.

Benini (2009) uniu uma imagem sombreada da área de estudo com a análise da curvatura de vertentes e assim foi possível verificar a existência de áreas de alto grau de dissecamento de relevo e outras que apresentavam características côncavas, indicando depósitos mais modernos.

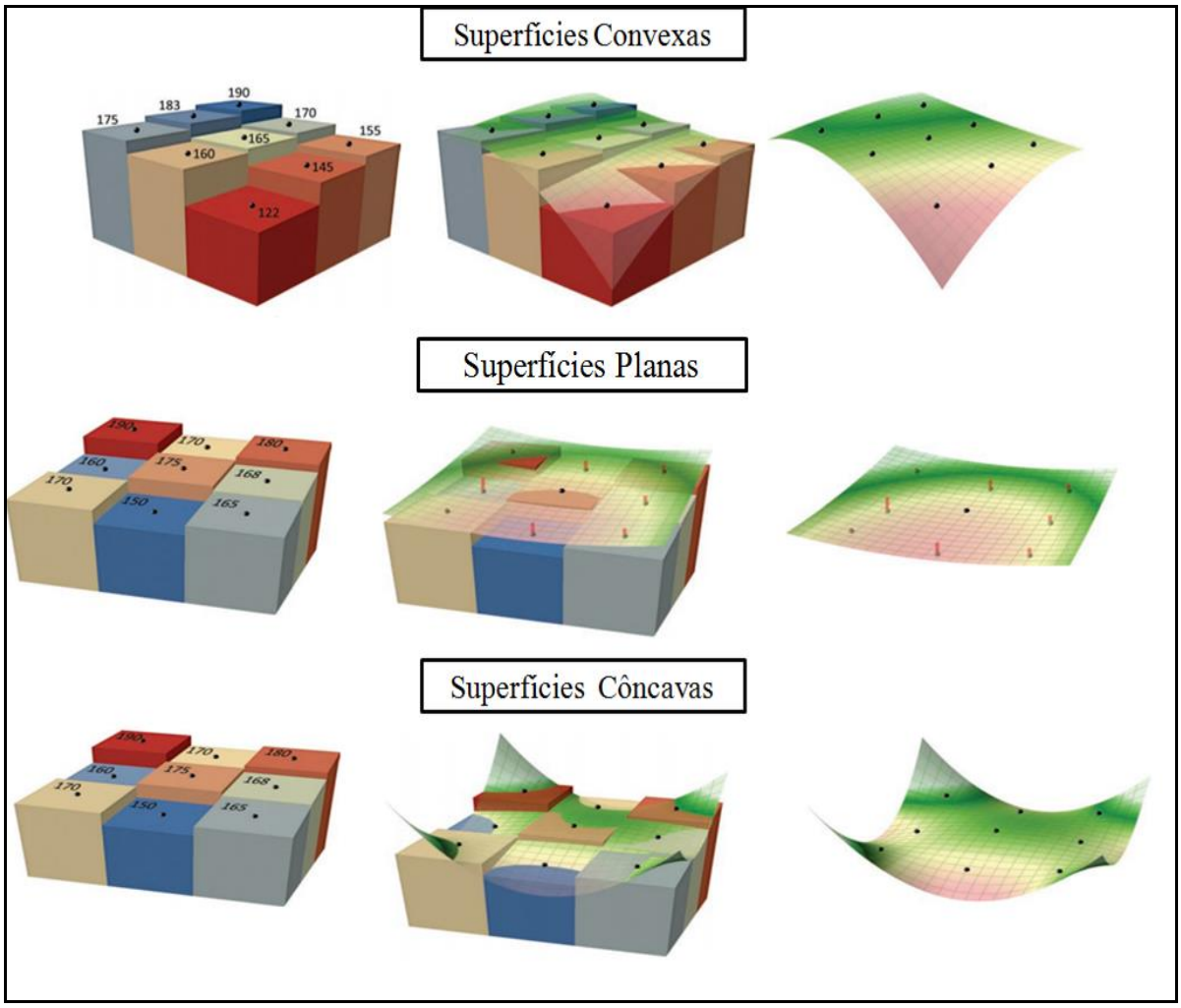


Figura 4 - Exemplo do cálculo de curvatura
Fonte: Jenness (2013)

2.6. Suscetibilidade a Erosão Pluvial

O DAEE e o IPT consolidaram um convênio, no período de 1985 a 1997, para a realização do estudo de diagnóstico e prognóstico da erosão e do assoreamento, através do projeto "Orientação para o combate a erosão no Estado de São Paulo" e utilizou como metodologia, para a elaboração do mapa a suscetibilidade à erosão, uma análise integrada da paisagem ponderando-se o comportamento da água e incidências dos processos erosivos, em relação aos fatores geológicos, geomorfológicos e pedológicos, dividindo também este mapa em suscetibilidade à erosão, em dois, sendo um devido, às ravinas e boçorocas e outro, à erosão laminar (KERTZMAN, 1995).

Kopezinski (1999) realizou a caracterização geológico-geotécnica do material inconsolidado existente em uma área degradada por mineração e concluiu que o surgimento dos processos erosivos é condicionado por vários fatores como: o tipo de solo, as formas de relevo, declividade, presença ou ausência de vegetação, as variações climáticas da região e os demais processos antrópicos necessários à atividade mineira. O autor observou também que as feições erosivas ocorrem mais em solos arenosos do que nos argilosos, devido as diferença das propriedades físico-química e geotécnicas que ambos apresentam.

Gonçalves e Nogueira (2007) afirmam que existem dois métodos para abordar o assunto erosão: o primeiro é o método direto que se baseia em coleta de amostras e o segundo é o indireto, que faz uso de modelagens matemáticas, utilizando como, por exemplo, técnicas de geoprocessamento e de AHP. Os autores ressaltam ainda que o mapa de erosão confeccionado pelo segundo método reflete uma tendência à formação de processos erosivos, onde as áreas estão mais predispostas à formação destes processos.

Chuquipionde (2007) realizou um estudo comparando estes métodos, diretos e indiretos, de obtenção do potencial de erodibilidade, através de ensaios em laboratório, mas utilizou a Equação Universal de Perda de Solo e a equação de Perda de Solo Modificada – MUSLE, ao invés da modelagem matemática.

A partir das características geotécnicas dos terrenos da RMSP, Bitar (1997) pôde distinguir as principais unidades e suas respectivas suscetibilidades aos processos do meio físico, realizando assim, uma correlação dessas unidades com os principais domínios geológico-

geomorfológicos evidenciando os processos erosivos e os problemas que eles acarretam na produção mineral.

Para Corvalán (2009) a vulnerabilidade do solo à erosão é representada por suas características químicas e físicas, por isso quando solos diferentes são expostos as mesmas condições ambientes, um sofre maior erosão que o outro.

Junior et al.(2009) analisou a velocidade de infiltração básica com diferentes tipos de solo e verificou que no relevo plano e uma boa infiltração de água, os solos Latossolo Amarelo (LA) e Areia Quartzosa (RQ) possuem baixa suscetibilidade a erosão, enquanto que os Latossolo Vermelho (LV) e o Latossolo Vermelho Amarelo (LVA) estão propensos a serem menos resistentes as erosões.

A cobertura vegetal é muito importante também para retardar os processos erosivos, pois evita a compactação do solo, o embate das gotas de chuva, e auxilia no processo de infiltração das águas pluviais (CREPANI et al.,1996).

Os autores supracitados descrevem uma metodologia, baseada nos conceitos de Ecodinâmica (TRICART, 1977), para se gerar o mapa de Vulnerabilidade Natural a Erosão. Nela os materiais necessários são: imagem de satélite, mapas temáticos (geológico, pedológico, cobertura vegetal), cartas topográficas do IBGE e como material de apoio deve-se realizar um levantamento bibliográfico da área.

Para a carta de suscetibilidade a erosão, Almeida, Souza e Carvalho (2009) utilizaram como metodologia o cruzamento do MDT com a imagem de satélite, *QuickBird* do ano de 2007, o mapa de zonas homôlogas do relevo e o mapa de uso e cobertura do solo, relacionado a área de estudo; concluindo que este método é capaz de contribuir com informações significativas para a compreensão das áreas que possuem maior potencial de susceptibilidade a processos erosivos.

Almeida (2010) gerou o mapa de suscetibilidade natural à erosão das APPs através do cruzamento de mapas vetoriais, dos fatores físicos (geologia, pedologia e isoietas), além do uso de fotointerpretação de ortofotos (resolução de 1m) e o mapa matricial de declividade, sendo atribuído pesos de 1 a 3 para os atributos e sua classe. Posteriormente todos os dados vetoriais foram passados para a forma matricial para o cruzamento dos mesmos.

Rosário (2010) ao gerar o mapa de risco de erosão para a área de Itabirito (MG), concluiu que as áreas mais suscetíveis à erosão são aquelas que apresentam declividades mais

acentuadas, além de litossolos e filitos e as menos suscetíveis, são as que possuem menores declividades, fragmentos de mata e latossolo.

Magalhães et al.(2012) confeccionou o mapa de suscetibilidade a erosão laminar para a bacia hidrográfica do rio Vieira, localizada no município de Montes Claros (MG), através do cruzamento dos mapas de declividade, uso e cobertura e tipo de solo, chegando à conclusão que o Argilosso Vermelho Amarelo é o solo mais susceptível a erosão laminar.

Camargo (2012) utilizou os mapas: declividade, uso e cobertura, geomorfológico, pedológico e dados de erosividade para a geração da carta de suscetibilidade à erosão. Como método foi utilizado à combinação linear pareada, depois os dados cartográficos foram transformados em arquivos matriciais e padronizados em escala de adequabilidade *fuzzy*, esta varia de 0 a 255, sendo que no valor mais alto há a possibilidade maior de ocorrência dos processos erosivos. Os pesos para cada atributo e suas classes foram atribuídos com o método AHP.

A Tabela 19 cita alguns autores e a metodologia utilizada por eles, para a confecção do mapa de suscetibilidade à erosão, observa-se que estes métodos foram utilizados para diferentes finalidades relacionados aos vários tipos de processos erosivos existentes, desde o natural até as boçorocas.

Tabela 19 - Métodos para geração do mapa de suscetibilidade à erosão

Métodos	Exemplo de autores (ano)
Método Pedológico – considera somente parâmetros físicos e químicos do solo.	Wischmeier e Smith (1978)
Métodos aerofotogramétricos – apresentam informações qualitativas sobre a suscetibilidade.	Zachar (1982)
Índice de Fournier – contempla somente fatores climáticos.	Bertoni e Lombardi Neto (1999)
Métodos que contemplam três fatores do meio físico – topografia, clima e solo.	Bertoni e Lombardi Neto (1999)
Método que emprega equações e ábacos para determinação de características hidrológicas do solo, mudanças climática e o fator declividade da encosta.	Lobo *et al.* (2005)
Método com a Equação Universal de Perda de Solo – considerando os fatores erosividade, erodibilidade, comprimento da rampa e declividade.	Pedro e Lorandi (2004); Alvares e Silva (2005) e Zaroni (2006)
Cruzamento de mapas temáticos, como: pedologia, uso e cobertura, declividade, dentre outros.	Magalhães et at. (2012)
Mapas temáticos e método AHP	Camargo (2012)

2.7. Ponderação de Variáveis pelo Processo de Análise Hierárquica (AHP)

O Processo Analítico Hierárquico (AHP) foi desenvolvido por Thomas L. Saaty na década de 70. Ele versa sobre a criação de uma hierarquia de decisão, composta por vários níveis de atributos permitindo uma visão integrada das relações existentes entre estes atributos dentro do processo.

Para estabelecer a importância relativa de cada atributo na hierarquia Thomas elabora matrizes de comparação para cada nível, onde os resultados das matrizes são ponderados entre si (SILVA; NUNES, 2009), portanto, o método AHP divide todo o problema em avaliações de menor importância, enquanto mantém, ao mesmo tempo, a participação desses problemas menores na decisão geral.

O método AHP de Saaty (1980) é um processo de escolha fundamentado na lógica de comparação par a par, onde diferentes fatores, que influenciam na tomada de decisão, são organizados hierarquicamente e comparados entre si, e um valor de importância relativa (peso) é atribuído a relação entre estes fatores, conforme uma escala pré-definida, que varia de 1 a 9 e expressa a intensidade com que um fator predomina sobre outro em relação à tomada de decisão. (SILVA; NUNES, 2009).

Segundo Saaty (1990) as ponderações feitas pelo julgador não necessariamente são precisas, mas sim um valor estimado, pois é sabido pela teoria de autovalores que um especialista pode fazer pequenos erros no julgamento, causando uma pequena perturbação em torno de um autovalor simples, e o autovalor principal pode não ser mais consistente, mas ainda sim é recíproco.

O IPT em convênio com outras instituições geraram o mapa de suscetibilidade à erosão a partir da ponderação dos fatores do meio físico e do comportamento das águas, juntamente com a incidência dos processos erosivos (KERTZMAN *et al.*, 1995).

Miara e Oka – Fiori (2007) sugere este método para análises ambientais, por apresentar um desempenho muito bom devido à sua capacidade de agrupar dentro de uma única avaliação um grande número de variáveis.

Faria (2011) escolheu este método para elaboração do mapeamento de risco em áreas urbanas precárias, por ter uma maior integração entre as variáveis levantadas pela autora.

Além disso, ela considerou este método muito difundido na literatura, diminui a subjetividade, fácil e portátil, podendo ser utilizado até em visitas de campo.

Pinesse Júnior e Rodrigues (2012) utilizaram o método AHP para o auxílio na geração do mapa de vulnerabilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Piedade (MG), considerando para isto quatro indicadores: declividade, pedologia, geologia e uso e cobertura; pois segundo eles, o uso do método possui a grande vantagem de diminuir a subjetividade dos resultados.

Werneck e Silva (2010) empregaram o método AHP para a geração do mapa de suscetibilidade a degradação ambiental para a bacia hidrográfica do Rio Macaé (RJ), utilizando como variáveis a declividade, o uso e cobertura e a geologia. Para eles a declividade foi o principal fator condicionante para a degradação ambiental.

Rosário (2010) utilizou o método AHP para gerar o mapa de riscos de Erosão, mas atribuíram-se pesos maiores para os solos e a geologia, enquanto que a declividade e o uso e cobertura receberam pesos menores.

Magalhães et al. (2012) utilizou o método AHP para a confecção do mapa de suscetibilidade a erosão laminar para a sub-bacia hidrográfica do rio Vieira, localizado em Montes Claros (MG), considerando como indicadores a declividade, o uso e o tipo de solo, considerando o mais importante o de declividade e com o menor peso o mapa do tipo de solo.

2.7.1. Julgamentos paritários

Um julgamento ou comparação é a representação numérica de uma relação entre dois elementos que possuem o mesmo par. O grupo de todos esses julgamentos pode ser representado por uma matriz quadrada, na qual os elementos são comparados entre si. Cada julgamento representa a dominância de um elemento da coluna à esquerda sobre um elemento na linha do topo (Saaty, 1994).

A escala criada por Saaty (1991), varia de 1 a 9, como mostra a Tabela 20, sendo o valor 1 a indiferença de importância de um critério em relação ao outro, e 9, a extrema importância de um critério sobre outro. Além disso, as comparações entre os próprios critérios, são representadas pelo valor 1 na escala, sendo necessário fazer apenas metade das comparações, porque a outra metade constitui-se das comparações recíprocas na matriz de comparações, que são os valores recíprocos já comparados.

Saaty (1994) ressalta que o julgamento das comparações paritárias é baseado em experiência, intuição e dados qualitativos ou quantitativos.

Para exemplificar a comparação par a par, Teknomo (2006) selecionou três frutas como mostra a Figura 5, e estabeleceu um grau de importância para cada uma delas.

Na estruturação da matriz de comparação, os valores que se encontram à esquerda do número 1, inserem-se o número inteiro na matriz; caso contrário, o valor recíproco é inserido, conforme a forma matricial apresentada na Figura 6.

Após a confecção da matriz deve-se realizar o somatório de cada coluna e fazer a normalização da matriz, através da multiplicação de cada linha pela sua respectiva somatória de coluna. O próximo passo é realizar o somatório das linhas e colunas da matriz normalizada, conferindo sempre se a soma das colunas desta nova matriz é igual a 1.

Para o cálculo do *autovetor* ou vetor de prioridades deve-se realizar a média aritmética da somatória de cada linha.

Tabela 20 - Comparações do método AHP

Intensidade de importância	Definição	Explicação
1	Mesma importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra.
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra.
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra; sua dominação de importância é demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza.
2, 4, 6 e 8	Valores intermediários entre os valores adjacentes	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.

Fonte: Saaty (1990)

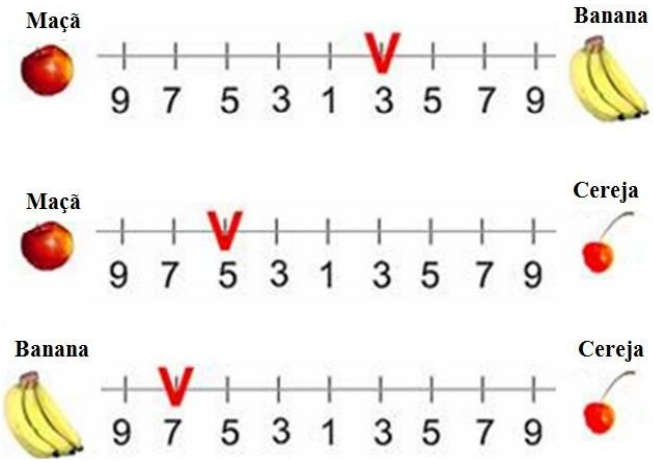


Figura 5 - Exemplo de comparação par a par
Fonte: Teknomo (2006)

	Maçã	Banana	Cereja
Maçã	1	1/3	5
Banana	3	1	7
Cereja	1/5	1/7	1

= Matriz A_{3x3}

Figura 6 - Matriz de comparação dos julgamentos feitos na Figura 5
Fonte: Teknomo (2006)

2.7.2. Análise da consistência dos julgamentos

A coerência dos julgamentos é baseada no cálculo do *autovetor* (λ_{max}), para isso, basta multiplicar o somatório das colunas da matriz, pelo *autovetor* encontrado na matriz normalizada, como mostra a equação a seguir:

$$\lambda_{\max} = \sum_j \times w$$

onde, *j* é a coluna e *w* são os *autovetores* de cada linha.

Para aferir se as ponderações dos atributos estão corretas é necessário calcular o Índice de Consistência, como mostra a equação a seguir:

$$IC = (\lambda_{max} - n)/(n-1)$$

onde, *n* é a dimensão da matriz.

Para o cálculo da Razão de Consistência (RC), o IC é comparado com o Índice de Consistência Aleatório (CA).

O CA representa o valor que seria adquirido em uma matriz de comparações paritárias de ordem *n* em fossem realizados julgamentos ilógicos, preenchendo-se os elementos com valores aleatórios. SAATY (1980) calculou o índice de consistência aleatória para uma amostra de 500 matrizes recíprocas positivas, de ordem de até 11 por 11, geradas aleatoriamente, encontrando os valores apresentados na Tabela 21.

Tabela 21 - Valores de consistência aleatória (CA) em função da ordem da matriz

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CA	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51

A RC permite ponderar o grau de violação da proporcionalidade e transitividade dos julgamentos do julgador, sendo calculada como mostra a equação a seguir:

RC = IC/CA

Ela é aceitável para valores menores ou iguais a 0,10 (10%). Para valores que excedem estes 0,10, podem existir sérias inconsistências nos julgamentos e o resultado da aplicação do AHP pode ser considerado “pobre” (incoerente). Neste caso, sugere-se realizar a revisão da matriz de comparações no intuito de rever os julgamentos, buscando torná-los lógicos e mais coerentes (SAATY, 1990).

2.8.Bacias Hidrográficas como Unidades de Planejamento Territorial

O padrão de drenagem constitui o arranjo, em planta, dos rios e cursos d’água dentro de uma bacia hidrográfica. O conhecimento das ramificações e do desenvolvimento do sistema de drenagem permite avaliar a velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica.

Na análise de rede de drenagem costuma-se hierarquizar os cursos d’água de uma bacia, desde os afluentes menores, de cabeceira, até o curso principal. Uma das classificações mais utilizadas é a de Strahler, os cursos d’água de primeira ordem, de cabeceira, são os que não

recebem afluentes; os de segunda ordem só recebem afluentes de primeira ordem; os de terceira recebem de segunda e assim sucessivamente (CHRISTOFOLETTI,1980).

Os padrões de drenagem são indicativos da permeabilidade relativa do terreno e dos controles exercidos pelas estruturas e pelos tipos de rocha sobre a infiltração e os movimentos da água subterrânea.

Para Silveira (1993), uma bacia hidrográfica é formada por uma área de captação natural de água precipitada, onde os escoamentos convergem para um único ponto. Para Prochnow (1990, p. 75) "a bacia hidrográfica pode ser considerada como unidade de planejamento e possui aceitação internacional". Tal fato, de acordo com Silva (2000), justifica-se não apenas porque a bacia compõe uma unidade física bem caracterizada, tanto do ponto de vista da integração como da finalidade de seus elementos, mas também porque não há qualquer área de terra, que não esteja dentro de uma bacia hidrográfica.

Complementando os autores supracitados Polette (1993), revela que alterações observadas nos fatores bióticas, topográficos e uso do solo, influenciados pela ação antrópica sobre uma bacia hidrográfica, devem ser observados para futuros projetos de planejamento ambiental de tal bacia.

Prochnow (1990) concorda com Pollete ao dizer que as ações sofridas em uma bacia hidrográfica ao longo do tempo é função de dois grandes fatores: os de ordem natural (geomorfologia, geologia, pedologia, topografia, etc) e os antrópicos, os quais compreendem as ações humanas que alteram de forma direta e indireta o andamento das bacias podendo deflagrar e/ou acelerar processos de degradação do meio.

Segundo Corvalán (2005) o estudo das bacias hidrográficas permite a representatividade espacial do relevo, vegetação e drenagem, além de apresentarem atributos próprios, como forma, tamanho, grau de circularidade, dentre outros.

Segundo Oliveira et al. (2012) depois de feito o diagnóstico dos atributos ambientais que atuam na bacia hidrográfica é possível compreender sobre os processos de infiltração e erosão hídrica presente na mesma, permitindo assim um planejamento mais acertado sobre o uso do solo.

Para Cunico (2007) a bacia hidrográfica é um instrumento fundamental para ser utilizado na gestão ambiental, por ser considerada uma unidade de análise adequada para estudos de cunho ambiental, enfatizando seu caráter sistêmico. Sendo assim, a autora realiza um

zoneamento ambiental da bacia hidrográfica do Rio Marumbi, localizada no município de Morretes - PR, para que este estudo auxilie na efetividade de um planejamento ambiental.

No desenvolvimento de um zoneamento ambiental podem-se utilizar várias técnicas. Collares (2000) utiliza técnicas de geoprocessamento e análise estatística multivariada de variáveis morfométricas como subsídios ao zoneamento geoambiental da bacia hidrográfica do rio Capivari, na região de Campinas – SP. As técnicas utilizadas no geoprocessamento são descritas, detalhadamente, em Collares e Rodrigues (2001) e a análise estatística das variáveis morfométricas em Collares et al. (2002). A metodologia proposta por Collares (2000) envolve a análise temporal de parâmetros morfométricos da rede de drenagem de bacias hidrográficas.

Segundo Rosa (2006) o geoprocessamento proporciona o suporte tecnológico para o processamento dos dados espaciais, interando conceitos de geodésia, cartografia digital, aerofotogrametria, sensoriamento remoto, modelagem digital de terrenos e sistemas de informações geográficas com o objetivo de produzir mapas associados a uma base de dado.

Dentre os instrumentos utilizados por esse autor, Rossi (1999) ressalta a fotointerpretação e define-a como obrigatória quando houver dificuldades de acesso à área, além de agilizar e facilitar o mapeamento dos elementos da paisagem, porém sem dispensar os trabalhos de campo, no detalhamento e comprovações desses elementos.

Utilizando-se do conceito de bacia hidrográfica Mendes (2007), fez um estudo para verificar a influência das atividades antrópicas na bacia do ribeirão Caraça e considerou como um de seus indicadores as atividades minerárias presentes na área.

Moschini (2005) realizou o estudo da dinâmica da paisagem envolvendo alterações do uso da terra e de suas relações com fatores físicos, biológicos, sócio-econômicos e políticos representaram uma condição essencial na definição de estratégias viáveis no planejamento ambiental, o que é um dos itens do zoneamento ambiental. Ainda neste estudo, foram identificados tipos de uso da terra e subdivididos em classes, sendo uma delas a mineração.

Silva (2000) realizou o zoneamento ambiental da bacia do Piçarrão e considerou as atividades minerárias como sendo uma atividade antrópica e avaliou-a no item atividade modificadora do meio ambiente, além disso, realizou o levantamento de alguns impactos causados pela mineração e citou medidas de recuperação para a mesma.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo escolhida foi o município de São Carlos (Figura 7), este está inserido na região central do Estado de São Paulo, a aproximadamente 228km da capital, 120km de Campinas e 100km de Ribeirão Preto. Ele possui uma área de 1.135km² e uma densidade demográfica de 195,15hab/km², tendo aproximadamente 222mil habitantes. Está inserido no bioma Cerrado (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2010).

Em relação ao desenvolvimento econômico, segundo o Relatório de Leitura do Plano Diretor, o município está em uma situação privilegiada, pois possui uma malha viária composta pelo sistema Anhangüera-Bandeirantes, da rodovia Washington Luís e da malha ferroviária; estando, ainda, na região de influência do gasoduto Brasil-Bolívia e da Hidrovia Tietê-Paraná (INSTITUTO POLIS, 2002; EMPLASA, 2011).

São Carlos pertence ao "cinturão do leite" do Estado de São Paulo, produzindo também laranja, cana de açúcar, tomate, café, milho, arroz, ovos, frango e carne. O município é um dos pólos de alta tecnologia no Brasil, abrigando diversas indústrias instaladas, das quais mais de 70 produzem itens de alta tecnologia. São Carlos possui duas universidades públicas (USP e UFSCar), duas unidades de pesquisa da EMBRAPA, e uma faculdade particular, contando aproximadamente 8mil universitários e 2.500 pesquisadores (IBGE, 2010).

Existe também uma base industrial composta por fábricas da Volkswagen (motores), Tecumseh (compressores), Faber Castell (lápis), Electrolux (geladeiras e fogões), além de empresas têxteis, de embalagens, de máquinas, tintas, lavadoras, equipamentos ópticos e uma grande quantidade de indústrias médias e pequenas dos mais diversos setores de produção (KLINTOWITZ, 2005).

O município limita-se ao norte com os municípios de Rincão, Luís Antônio e Santa Lúcia; ao sul com Ribeirão Bonito, Brotas e Itirapina; a oeste com Ibaté, Araraquara e Américo Brasiliense e a leste com Descalvado e Analândia.

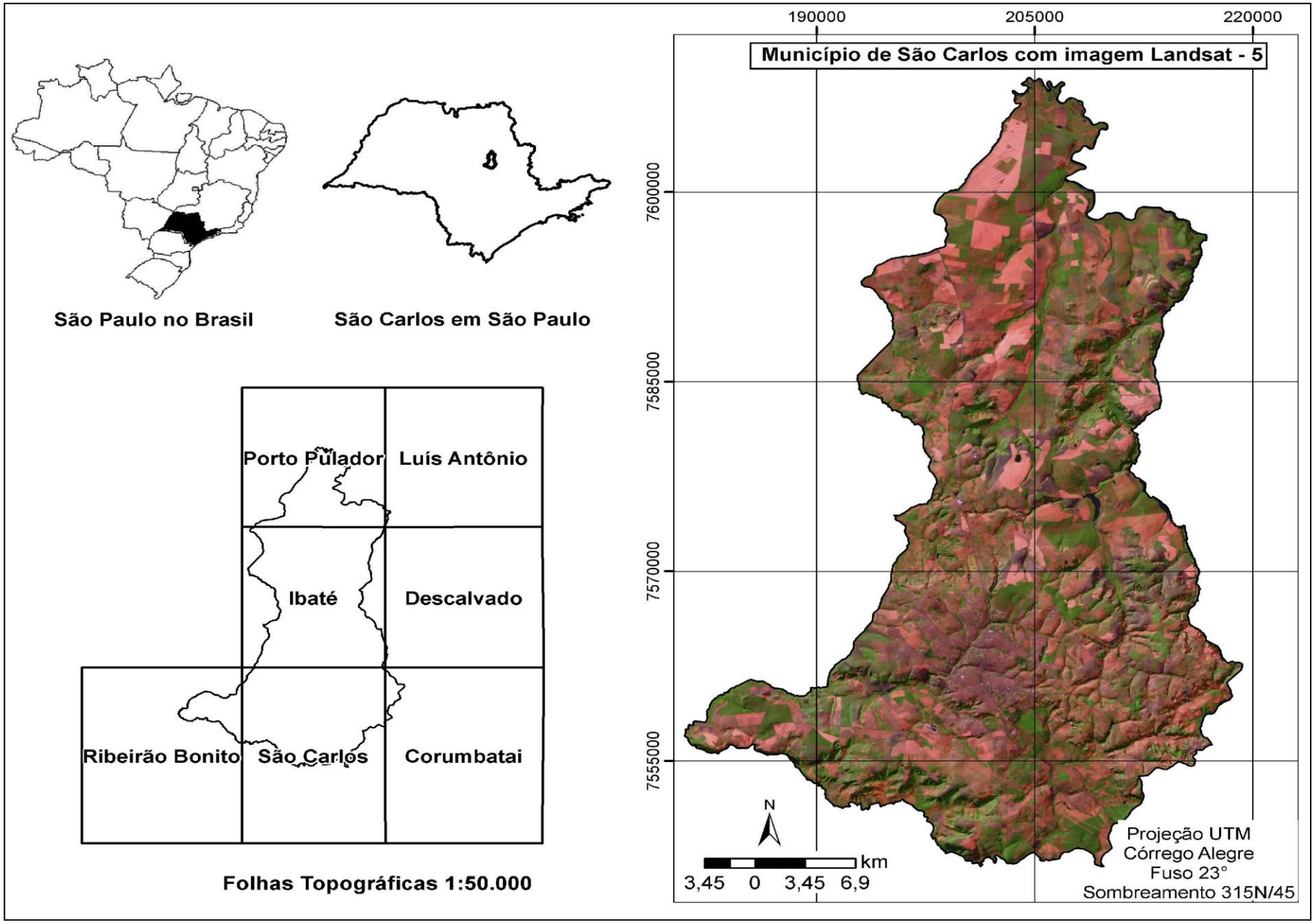


Figura 7 - Localização da área de estudo

3.1. Atividades Minerárias

O Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) é uma autarquia federal, ou seja, é o órgão governamental responsável por gerir e fiscalizar as atividades de mineração em todo o território nacional. De acordo com ele, portanto, o município de São Carlos possui minerações de areia, arenito, argila e basalto, como mostra a Tabela 22, contabilizando um total de 13 minerações já instaladas e em atividade.

Segundo Fernandes (2007) no que consta em relação ao setor minerário, o município de São Carlos não possui grandes jazidas com significância no mercado nacional, extraindo apenas os insumos utilizados na construção civil, com ênfase para a areia e a brita.

Tabela 22–Minerações e os bens minerais extraídos no município de São Carlos

Empreendimentos	Substância extraída
6	Areia
4	Arenito
1	Argila
2	Basalto
13	**Total**

Fonte: DNPM (2013)

3.2. Aspectos Topográficos e Geomorfológicos

São Carlos faz parte da província geomorfológica das *Cuestas* Basálticas, localizada entre as províncias do Planalto Ocidental (unidade morfoestrutural) e da Depressão Periférica Paulista, representando os derrames basálticos e os arenitos (GUEDES PINTO, 1996).

A bacia hidrográfica do Monjolinho, em associação com estas "cuestas" demarcam topograficamente grande parte do núcleo urbano, por isso, esta bacia é considerada como a mais urbanizada (FERNANDES, 2007).

Nishiyama e Zuquette (1994) realizaram uma análise geomorfológica e verificaram que o município de São Carlos é constituído por grupos de encostas predominantemente suaves (declividades menores que 15º), separadas por uma zona de escarpas com declividades que variam de 45 a 70º.

A topografia é plana a ligeiramente acidentada, com escarpas e encostas situadas em algumas regiões (SOARES; SILVA; LIMA, 2003). O Planalto de São Carlos engloba a região de São Carlos até Ibaté, sendo constituído por relevo de morros arredondados e colinas médias (IPT, 2000).

3.3.Aspectos Geológicos e Pedológicos

O município de São Carlos está inserido na Bacia Sedimentar do Paraná, unidade geotectônica estabelecida sobre a Plataforma Sul-Americana a partir do devoniano Inferior (IPT, 1981).

A caracterização geológica do município foi baseada nos mapas e informações fornecidos por: Aguiar (1989); Almeida e Barbosa (1953); Bartorelli e Haralyi (1998); IPT (1981); Milani et al. (1994); Muro (2000); Nishiyama (1991); Nishiyama e Zuquette (1994); Perinotto e Lino (2012); Pons (2006); Schneider et al. (1974) e Sousa (2002).

Ao realizar o mapeamento geológico do estado de São Paulo, na escala 1:500.000, o IPT, em 1981, identificou no município de São Carlos três grupos principais: São Bento, Passa Dois e Bauru. De acordo com o IPT (1981) a Formação Corumbataí está inserida dentro do Grupo Passa-Dois, enquanto que o Grupo São Bento é composto pelas Formações Pirambóia, Botucatu e Serra Geral, ou seja, provêm das *cuestas* basálticas. A Formação Itaqueri é composta por um conjunto de arenitos predominantemente vermelhos.

Alguns autores discordam, porém, da ocorrência do Grupo Bauru na área de estudo. Almeida e Barbora (1953), estudando a “série Bauru” na região das serras de Rio Claro e São Carlos, propuseram sua divisão em Formação Itaqueri (inferior) e Formação Marília (superior).

Freitas (1955) distinguiu o membro inferior ou Itaqueri e o membro superior ou Bauru. Posteriormente Freitas (1964) sugeriu o abandono da designação Itaqueri. Sousa (2002) e Pons (2006) já não concordam com Freitas e afirmam se tratar da Formação Itaqueri. A seguir segue a descrição das formações geológicas citadas anteriormente.

- ***Depósitos aluvionares:*** se caracterizam por acompanharem os drenos de primeira e segunda ordem principalmente e por serem constituídos por areias, siltes, argilas e cascalhos (BARTORELLI; HARALYI, 1998).
- ***Formação Botucatu:*** encontra-se principalmente entremeada com os basaltos da Serra Geral. Esta formação compreende as áreas mais extensas entre os rios Piracicaba e Moji-Guaçu, esse se encontra no limite do município de São Carlos. Esta formação se constitui quase inteiramente de arenitos de granulação fina a média, uniforme, com boa seleção de grão e alta esfericidade, de origem eólica (IPT, 1981; PONS, 2006). Ocorrem no estado de São Paulo, nas áreas de cuestas com até 150m de espessura. Essa formação é muito importante em relação às águas subterrâneas, pois é a principal formadora do "Aquífero Guarani", de ocorrência em todo o MERCOSUL (MILANI et al., 1994; NISHIYAMA; ZUQUETTE, 1994; PERINOTTO; LINO, 2012).
- ***Formação Corumbataí:*** tem como principal litologia os siltitos e argilitos cinza-avermelhados/esverdeados e arroxeados, intercaladas a essas rochas mais finas, ocorrem também lentes e camadas de arenitos muito finos (PERINOTTO e LINO, 2002). Além disso, possui em geral uma espessura de até 130m em superfície. (SCHNEIDER et al., 1974; MILANI, FRANÇA e SCHNEIDER, 1995).
- ***Formação Itaqueri:*** há o predomínio de seixos de quartzo, fortemente cimentados por óxido de ferro e atingindo poucos metros de espessura. É composta predominantemente por arenitos finos a conglomeráticos, imaturos, com espessuras que raramente ultrapassam os 30m na região (ALMEIDA; BARBOSA, 1953)
- ***Formação Pirambóia:*** se caracterizam por seus arenitos avermelhados e esbranquiçados, de granulometria média a fina, localmente conglomerático, de estratificação cruzada acanalada e planar, ocupando apenas uma pequena porção ao sul do município de São Carlos (IPT, 1981; MILANI, FRANÇA e SCHNEIDER, 1995).
- ***Formação Serra Geral:*** se constitui de rochas basálticas e corpos intrusivos devido à ruptura precoce do Gondwana e da abertura do Atlântico Sul, além disso, esse derramamento gerou um empilhamento de até 2000m de basalto sobre os sedimentos da Bacia do Paraná, observando também a freqüente ocorrência de diques e soleiras de intrusão (IPT, 1981; MILANI, FRANÇA e SCHNEIDER, 1995). Sua ocorrência está associada principalmente as regiões de fundo de vale, onde geralmente os cursos d'água existentes na área ocorrem sobre

a rocha sã ou pouco alterada e as áreas das cuestas basálticas, onde é possível encontrar empreendimentos minerários (PONS, 2006).

A caracterização das unidades pedológicas da área de estudo, foi baseada nas pesquisas e mapas desenvolvidos pelos seguintes autores: Bartolomeu (2012); EMBRAPA (1995); Fernandes (2007); IBGE (2007); Lorandi (1985); Muro (2000); Oliveira (1984); Pfaltzgraff et al. (1996).

A região apresenta diferentes tipos de solos: Terra Roxa Estruturada, Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho-Escuro, Latossolo Vermelho-Amarelo, Litólico, Areia Quartzosa profunda, Podzólico e Hidromórficos (EMBRAPA, 1995; MURO, 2000).

De acordo com Lorandi (1985) os solos do município de São Carlos desenvolvem-se a partir de alteração e desagregação de basaltos, diabásios, arenitos e sedimentos modernos, além disso, eles possuem baixo pH, com teores bastante altos de alumínio, são pobres em matéria orgânica e com baixa fertilidade.

Segundo Fernandes (2007) o solo do município de São Carlos é formado por zonas de Latossolo Vermelho-Amarelo e de Areia Quartzosa profunda, tendo como característica predominante a alta permeabilidade. A seguir segue a descrição das unidades pedológicas citadas anteriormente.

- ***Areias Quartzosas:*** profundas estão associadas ao retrabalhamento de rochas arenosas, a fração areia é igual ou superior a 70%, enquanto que a fração argila é inferior a 15% (BARTOLOMEU, 2012; OLIVEIRA; PRADO, 1984).
- ***Latossolos Vermelho – Amarelos:*** são solos com coloração vermelho – amarelados, bem drenados, profundos, com textura média a muito argilosa relacionado à alteração de arenitos (BARTOLOMEU, 2012; IBGE, 2007; OLIVEIRA; PRADO, 1984).
- ***Latossolos Roxos:*** são originados da decomposição das rochas basálticas, possuem textura argilosa a muito argilosa, com teor de areia grossa inferior a 10%, além disso, apresentam teores de óxido de ferro e titânio, superiores a 3% (BARTOLOMEU, 2012; OLIVEIRA; PRADO, 1984).
- ***Latossolos Vermelho-Escuros:*** possuem coloração vermelho escura, são caracterizados por homogeneidade ao longo do perfil, bem drenados e bastante profundos. Estes solos possuem textura média argilosa, originados de sedimentos finos, como siltitos e argilitos, com variada contribuição de rochas basálticas (IBGE, 2007; OLIVEIRA, 1984).

- ***Solo Litólico:*** são solos minerais originados do basalto em decomposição, pouco desenvolvidos, rasos, textura é bastante variável e está relacionada com a naturaza do substrato, apresentam constantes afloramentos de rochas, o lençol freático é profundo e varia de 5 a 23m, possui densidade de drenagem alta, ocorre em relevo montanhoso, com altitudes maiores que 400m e declividade de 30 a 60 % (CORIDOLA, 2006; OLIVEIRA, 1984).
- ***Solo Podzólico:*** caracteriza-se por ter textura argilosa a muito argilosa, são moderadamente profundos a profundos, com cores desde vermelho até amarelo (OLIVEIRA; PRADO, 1984; PFALTZGRAFF, 1996).
- ***Terras Roxas Estruturadas:*** tem textura argilosa a muito argilosa e se originam de rochas basálticas, pertencentes à Formação Serra Geral, sendo bastante porosos geralmente, bem drenados. Este solo é caracterizado pela sua cor avermelhada, devida à presença do mineral magnetita, um óxido de ferro (BARTOLOMEU, 2012; OLIVEIRA; PRADO, 1984).

3.4. Aspectos Hidrológicos, Climáticos e da Cobertura Vegetal

Segundo Fernandes (2007) o município de São Carlos está localizado sobre um divisor de águas que limita as bacias hidrográficas dos rios Mogi-Guaçu e Tietê, tal fato traz como conseqüência um maior número de nascentes dentro dos limites do mesmo. Na área urbana pode-se encontrar uma grande quantidade de córregos muito importante, como, por exemplo: córregos do Monjolinho, Mineirinho, Gregório, Tijuco, Medeiros, Lazarini, Água Quente e Água Fria, compondo a bacia de Ribeirão Monjolinho (BARROS, 2005).

Além disso, o município de São Carlos é uma das áreas de recarga do aqüífero Guarani, onde há a presença de solos arenosos, desenvolvidos sobre a formação Botucatu e Pirambóia. Estas áreas são potencialmente frágeis aos processos erosivos e é necessário que se tenha um maior cuidado para não permitir a rápida ocorrência destes processos, necessitando assim de um plano de manejo e conservação do solo (HAMADA et al., 2003).

O clima da região é classificado entre CWA e AW no sistema de Köppen, o que representa uma transição entre tropical quente com clima de inverno seco, para tropical com inverno seco e verão úmido, com temperaturas médias variando entre a máxima de 26,9°C e a mínima de 16,2°C. A precipitação média anual é de 1468 mm, com predomínio da chuva, entre

novembro e fevereiro. Geada ocorre geralmente uma vez ou duas vezes por ano, principalmente em áreas mais altas (SETZER, 1966; PRIMAVES et al., 1999).

A vegetação é bastante heterogênea, primeiramente por causa das condições climáticas e do solo, mas principalmente devido à interferência humana. Muito fragmentada, consistindo principalmente de cerrado (savana arbórea pouco, curto-arbusto savanas e prados húmidos), cerradão (savana arbórea), semidecíduas, matas ciliares e áreas de regeneração.

Segundo Fernandes (2007) a vegetação original é o cerrado, apresentando uma fisiografia que varia desde campo de cerrado até cerradão, atingindo até 6 metros de altura. Esta tem sido muito alterada por outras atividades como: agricultura, reflorestamento, loteamento e mineração, sendo bastante reduzida a fragmentos florestais. Algumas das espécies arbóreas mais freqüentes na região são: *Stryphnodendron barbatiman* (barbatimão), *Paratecoma peroba* (pequi), *Tabebuia Ipê* (ipê-amarelo), *Anacordium Nanum* (cajueiro do campo), *Pterodon pubescens* (faveiro), *Xylopia* aromática (pindaiva brava), *Micinia rubiginosa* (quaresmeira do campo) e *Ocotea pulchella* (canela de folha dura).

Uma curiosidade é que o pinheiro-do-paraná (*Araucária angustifólia*), nativo e árvore-símbolo de São Carlos, que lhe atribuiu anteriormente o nome de São Carlos do Pinhal, atualmente são encontrados em baixa freqüência na área urbanizada e em seu entorno.

3.5. Uso e Restrições Ambientais Legais

Segundo Klintowitz (2005) a ocupação na área central do município é subutilizada, pois mostra uma contradição ao notar-se que enquanto áreas de risco e Áreas de Preservação Permanente (APP) são ocupadas, existem lotes vazios inseridos na área urbana consolidada. Comparando os mapas de densidade demográfica com o de acréscimo e decréscimo populacional, verificou-se que em 2000 ocorreu um processo de adensamento na periferia e desadensamento do centro. Concluiu-se, portanto, que a cidade cresceu sobre as áreas impróprias, ocasionando graves problemas de erosão, drenagem e de proteção dos mananciais.

Segundo Fernandes (2007) no município de São Carlos há conflito entre as minerações que se encontram na área de recarga do Aquífero Guarani e também com as demais formas de uso

e cobertura do solo, por isso estes empreendimentos passam por grandes dificuldades quando tentam ser regularizados devido à falta de conhecimento técnico da burocracia legal e institucional que regulam a matéria e, também, devido à existência de conflitos entre os moradores de bairros residenciais localizados muito próximos das jazidas.

Segundo o autor supracitado, o uso do solo para as atividades agropecuárias é muito diversificado, apesar das culturas de cana-de-açúcar ocupar 40% da área rural, ainda há o cultivo de laranja, áreas de pastagem, criação de aves, bovinos e suínos, além de outras culturas.

3.5.1. Área de Preservação Ambiental e Estações Ecológicas

De acordo com Corvalán (2009) a APA Corumbataí-Botucatu-Tejupá é dividida em três perímetros distintos: Perímetro Corumbataí, com 2.727km², Perímetro Botucatu, com 2.183km² e Perímetro Tejupá, com 1.588km².

A APA Corumbataí foi criada pelo Decreto Estadual n° 20.960, de 8 de junho de 1983. Os municípios envolvidos pela APA são: São Carlos, Analândia, Brotas, Itirapina, Corumbataí, Ipeúna, Rio Claro, Dois Córregos, Torrinha, Mineiros do Tietê, Barra Bonita, Santa Maria da Serra, São Pedro, Charqueada e São Manuel (Ilha do Cerrito).

Ela foi criada para proteger as Cuestas Basálticas, morros testemunhos, recursos hídricos superficiais, em especial, o Aquífero Guarani, por ser fonte significativa de água potável para a região, remanescentes de vegetação nativa e patrimônio arqueológico.

Em relação ás Estações Ecológicas (EE) existe a EE de São Carlos e a EE de Jataí. A primeira foi criada pelo Decreto 26.890, de 03 de dezembro de 1987, enquanto que a segunda, pelo Decreto 18.997, de 15 de junho de 1982. Todas duas são de administração estadual e não estão inseridas dentro do município, mas partes das zonas de amortecimento destas duas EE se encontram na delimitação do mesmo.

Tanto a APA Corumbataí e as EE de Jataí e São Carlos pertencem ao grupo de Unidades de Uso Sustentável, conforme a Lei n°9.985/2000, e estão inseridas no bioma Cerrado, lembrando que apenas as EE possuem zonas de amortecimentos. A Figura 8 mostra a disposição estas áreas no município de São Carlos.

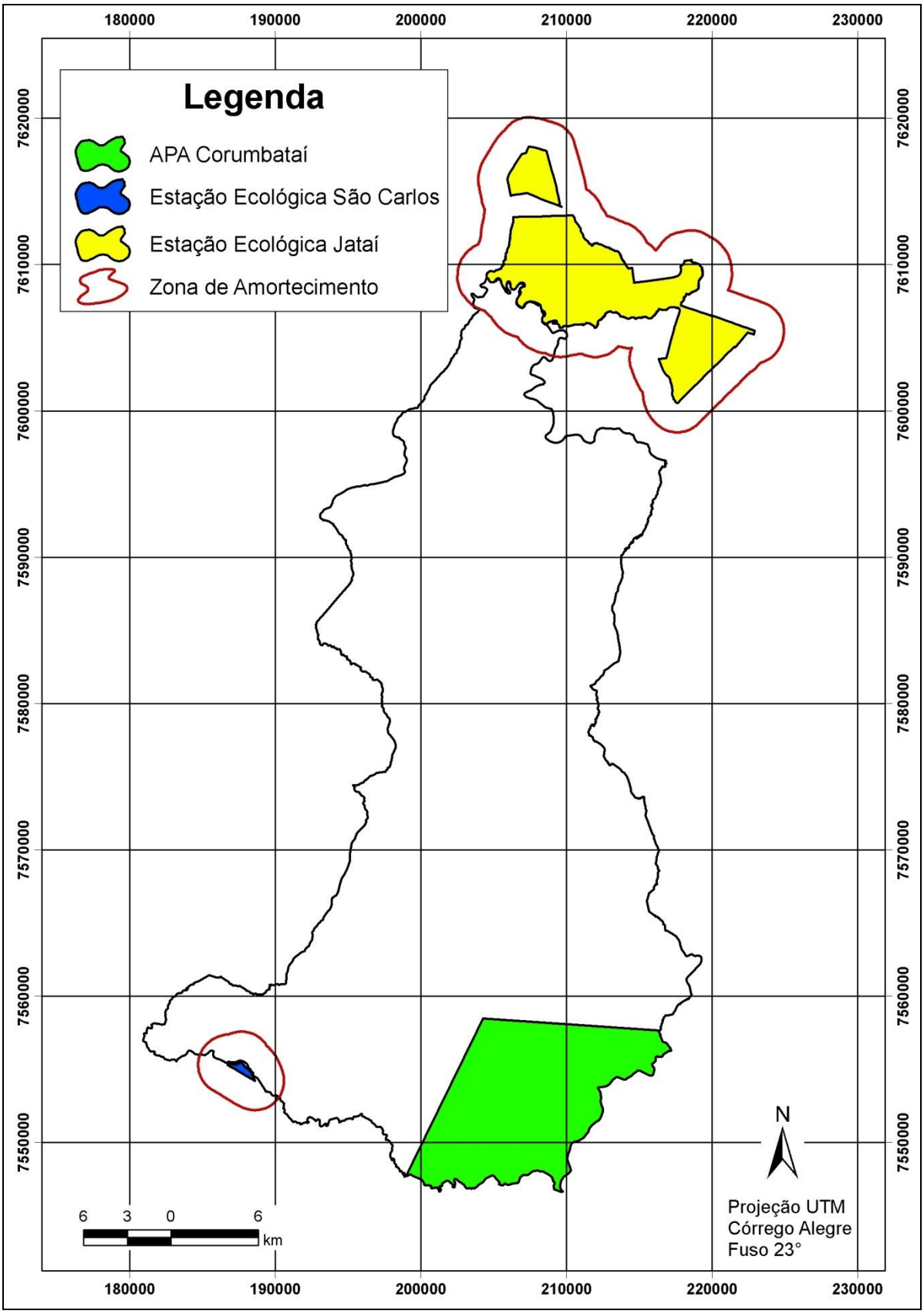


Figura 8 – Unidades de conservação ambiental inseridas em São Carlos, SP

4. ETAPAS DA PESQUISA E MÉTODO

A escala de trabalho adotada foi 1:50.000, por ter como base as cartas topográficas do IBGE e a disposição dos arquivos digitais, também nesta mesma escala. Os mapas gerados foram apresentados nas escalas 1:100.000, para impressão no formato A1 (Mapa de Documentação e Base Cartográfica), ou nas escalas de 1:15.000 até 1:100.000, onde podem ser observados trechos da áreas de estudo, nas impressões no formato A4.

A pesquisa consistiu em cinco etapas como é apresentado na Figura 9, e que está descrita mais detalhadamente abaixo.

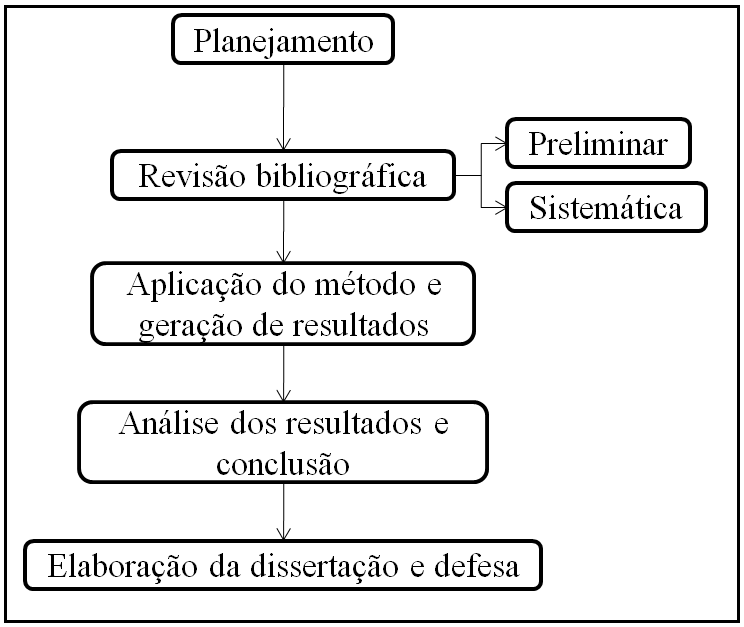


Figura 9 – Principais etapas e atividades da pesquisa

4.1. Planejamento

Essa etapa englobou atividades voltadas à preparação da pesquisa, envolvendo a definição do tema e dos objetivos do trabalho.

Dado a pesquisa estar relacionada à utilização de ferramentas computacionais e banco de dados de natureza espacial, nesta etapa também se fez a escolha do SIG para cumprir esta função. Optou-se pelo *ArcGIS 9.3*, devido a familiarização da autora com este *software*, além

do amplo leque de ferramentas que existe dentro do mesmo e pelo Departamento de Geotecnia dispor da licença de uso.

A definição da área de estudo também aconteceu nesta etapa.

4.2.Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica foi dividida em duas etapas, preliminar e sistemática. A primeira foi realizada particularmente no banco de dados das diferentes unidades da Universidade de São Paulo (USP), utilizando as palavras chaves: mineração, meio ambiente, passivo ambiental, planejamento territorial municipal, impactos e São Carlos. A segunda já abordou outros bancos de dados, como: as bibliotecas das universidades, os institutos de pesquisa e outras fontes de referência, como congressos, simpósios e revistas científicas.

Levantou-se também trabalhos cartográficos no formato digital, na escala 1:50.000 que abrangessem o município de forma parcial ou totalmente.

4.3.Aplicação do Método e Geração dos Resultados

O método proposto foi aplicado no município de São Carlos. A partir do levantamento no DNPM, foi possível gerar resultados preliminares. Estes foram confirmados nas vistorias de campo e alguns dados gerados em escritório tiveram que ser ajustados.

Esta etapa também foi importante para verificar se os indicadores escolhidos na etapa de planejamento eram consistentes e se estes representavam as características mais marcantes do município.

4.4. Análise dos Resultados, Conclusão e Defesa

Esta etapa consistiu em três diferentes tipos de análise. A primeira foi em relação aos mapas analíticos gerados, a segunda foi uma análise destes mesmos mapas considerando a área requerida por cada mineração e por fim, realizou-se uma análise em relação às sub-bacias, as atividades minerárias e a existência de passivos ambientais.

A conclusão, portanto, foi baseada nos resultados encontrados para o município de São Carlos, também nesta etapa deu destaca para aqueles resultados mais importantes, foram feitas sugestões para modificações no Plano Diretor de São Carlos e algumas propostas de medidas mitigadoras estruturais para as minerações que já realizam a extração de bens minerais.

Depois de realizada todas as etapas descritas acima foi possível então elaborar a dissertação e marcar assim a defesa de mestrado.

4.5. Método Proposto

A seguir serão descritas as etapas do método proposto. Os aspectos levantados nesta pesquisa foram de natureza geológico-geotécnica e sócio-biótica. Os processos de erosão pluvial foram selecionados como indicador principal das alterações ambientais existentes e potenciais decorrentes das atividades minerárias, pois além de ser um aspecto relevante no município de São Carlos, a erosão pluvial está relacionada a outros impactos de natureza geológico-geotécnica do meio físico, tais como, perda de solo agricultável, assoreamento, redução da qualidade dos recursos hídricos, inundações, geração de riscos, impactos visuais, dentre outros.

Para o meio sócio-biótico foram levantadas as RLs (Reservas Legais) e APPs (Áreas de Proteção Permanente), foram pesquisadas, também, as EEs (Estações Ecológicas) e as APAs (Áreas de Proteção Ambiental) inseridas no município ou próximas a ele, além dos usos e coberturas. Entre estas reservas ambientais, no plano de manejo, consultado, das respectivas

APAs e das EEs encontradas no município, não constou nenhuma restrição quanto ao uso do solo.

A utilização do SIG em todas as etapas desta pesquisa tornou-se imprescindível para a diversificação e otimização das análises espaciais fundamentais para elaborar o diagnóstico e o prognóstico dos impactos potenciais e existentes no município de São Carlos.

4.5.1. Planejamento

Os indicadores, geológico-geotécnicos e sócio-bióticos, foram selecionados nesta etapa para posterior confecção dos mapas analíticos. Além disso, foi selecionado o método AHP para a ponderação e integração dos atributos, assim como a definição das classes de suscetibilidade à erosão e de danos e de restrições ambientais.

O município de São Carlos foi escolhido devido à facilidade de locomoção, a disponibilidade de dados secundários e de mapas no formato digital imprescindíveis para o desenvolvimento da pesquisa.

Nesta etapa também foi realizado um levantamento preliminar no bando de dados SIGMine do DNPM.

4.5.2. Levantamento das Atividades no DNPM

Os bancos de dados, SIGMine e o Cadastro Mineiro, do DNPM foram utilizados como base de dados primários em relação às atividades minerárias presentes no município de São Carlos.

Nos anos de 2011 a 2013 realizou-se este levantamento, onde foi possível obter informações como: área, coordenadas geográficas (graus), licenças e autorização (CETESB e CPRM), número do processo, legenda (autorização de pesquisa, requerimento de pesquisa, licenciamento, concessão de lavra, disponibilidade ou registro de extração), endereço, identificação, substância extraída e destinação.

A partir deste levantamento alguns processos foram desconsiderados por não possuírem uma área representativa dentro do município de São Carlos.

Algumas áreas requeridas apresentaram vários processos e o mesmo proprietário, sendo neste caso, considerado apenas um único polígono como representativo da área total do empreendimento nas análises espaciais.

Além disso, alguns processos se sobrepunham, ou seja, possuíam diferentes proprietários para uma mesma área requerida, para estes houve um ajuste do polígono, considerando primeiramente a situação dos processos (ativo ou inativo) e para os processos que tiveram a mesma situação optou-se por reduzir a área aquele que possuísse maior área requerida.

Inicialmente classificaram-se os processos em ativos ou inativos, posteriormente, foi feita uma segunda classificação, verificando, a partir dos processos, se os empreendimentos estavam instalados ou não.

4.5.3. Elaboração da Base Cartográfica Digital e Modelo Digital do Terreno (MDT)

Esta etapa englobou um levantamento bibliográfico a fim de obter mais informações básicas digitais sobre a área de estudo como: cartas topográficas, vias, delimitação do município, bacias hidrográficas e outros mapas que tivessem alguma informação sobre a mesma.

A base georreferenciada foi construída na plataforma SIG. O documento base utilizado para delimitação das bacias e do município, definição da sua redes de drenagem, foram as cartas topográficas do IBGE, na escala 1:50.000, referentes as folhas: Porto Pulador (SF23-V-C-IV-1), Luís Antônio (SF23-V-C-IV-2), Ibaté (SF23-V-C-IV-3), Descalvado (SF23-V-C-IV-4), São Carlos (SF23-Y-A-I-1), Corumbataí (SF23-Y-A-I-2), e Riberão Bonito (SF22-Z-B-III-2) (Figura 7, p.61). Estas folhas foram agrupadas para a confecção de um mosaico, em coordenadas geográficas, realizando um controle do erro admissível. Este mosaico foi projetado depois para coordenadas UTM.

A base topográfica digital foi disponibilizada, em formato *shape*, pelo EIA/RIMA referente ao licenciamento ambiental dos Condomínios Residenciais Eco – Esportivos

DAMHA (2005) contendo curvas de nível com espaçamento de 20m, pontos cotados, hidrografia e vias de acesso.

A partir do mosaico e da base topográfica digital escolheu-se o *datum* Córrego Alegre, fuso 23°, com as coordenadas em UTM, pois este foi o que proporcionou um melhor ajuste entre o mosaico e a base topográfica digital.

Foram obtidas imagens de satélite Landsat – 5 do ano de 2011, em formato *raster*, na escala 1:50.000. Para as imagens do *Google Earth*, de 2010 a 2012, necessitou fazer o georreferenciamento das mesmas e construir um mosaico para a área de estudo.

Identificou-se, então que alguns dados estavam desatualizados, principalmente quanto ao traçado da linha férrea e da hidrografia. Estes sofreram ajustes manuais com o uso do mosaico, com as cartas do IBGE, das imagens de satélite cedidas pelo INPE e pelo *Google Earth* e dos arquivos, em formato *raster*, obtidos dos trabalhos de Fagundes (2010) e de Scarpinella (2012).Todos os dados em *shapes* foram ajustados na base, e depois transformados em formato *raster*.

O MDT no formato *grid* foi gerado a partir da ferramenta *Topo To Raster*. Os dados de entrada foram as curvas de nível (com eqüidistância de 20m), pontos cotados e o sentido da rede de drenagem. O tamanho da malha (*grid*) utilizada na interpolação foi de 10m, inferior ao de 25m, recomendado como erro cartográfico admissível para a escala adotada.

Este método de interpolação foi estruturado especificamente para criação do modelo digital de elevação hidrologicamente consistente (MDEHC). Foi utilizada a ferramenta *filter*, para executar a suavização do relevo do MDT e depois ele foi validado empregando duas metodologias, sendo uma qualitativa e outra quantitativa.

O primeiro método consiste em interpolar curvas de nível a partir do MDT gerado e realizar uma comparação visual com a disposição das curvas de nível originais, este procedimento é uma proposta que pode ser encontrada no manual do *software ArcGIS* (ESRI, 2010).

O segundo se baseia no cálculo do erro quadrático médio, utilizando uma malha regular de amostragem (SILVA, 1999). Criou-se uma malha de pontos de amostragem com espaçamento médio de 500m sobre as curvas de nível originais. Para cada ponto desta malha, foram extraídos os valores de cota interpolados no MDT para depois realizar o cálculo *Root Mean Square Error* – RMS ou erro médio quadrático. Para a extração destas cotas, utilizou-se a ferramenta *extract values by points* do módulo *Spatial Analyst Tools*.

$$RMS = \sum_{i=1}^{N} \sqrt{(z_0 - z_i / N}$$

Onde, N é o número de pontos, z_0 é a cota da curva de nível original no ponto e z_i é a cota do MDT no ponto.

Para uma melhor análise, dividiu os RMS individuais em classes, sendo que o número de classes (K) foi obtido pela equação:

$K=1 + 3{,}3\log_{10}N$

4.5.4. Elaboração dos Mapas Temáticos

Esta etapa abrangeu a produção de mapas temáticos digitais com os atributos e suas classes. Estes mapas foram utilizados posteriormente para a elaboração dos mapas de suscetibilidade à erosão pluvial e de danos e restrições ambientais.

a) <u>Mapa de declividade e curvatura do terreno</u>

O mapa de declividade, em porcentagem, foi gerado a partir do MDT utilizando a ferramenta *Slope*. Ele foi reclassificado primeiramente, em cinco classes: 0 – 6%, 6 – 12%, 12 – 20%, 20 – 30% e >30%, baseado em estudos já consagrados de uso do solo e nos processos erosivos, para depois ser utilizado na ponderação do mapa de suscetibilidade à erosão.

Para ser utilizado no mapa de danos e restrições ambientais dividiu o mapa de declividade em apenas duas classes, sendo esta divisão baseada no Código Florestal de 2012, para identificação das áreas de APPs.

O mapa de curvatura do terreno foi gerado utilizando a ferramenta *curvature*. Os cálculos adotados pelo programa fornecem valores positivos para as curvaturas côncavas, valores negativos para as curvaturas convexas e valores nulos para as curvaturas planas. A divisão deste mapa, em três classes, auxilia na compreensão do escoamento superficial pluvial.

b) Mapas de unidades geológicas e pedológicas

O mapa confeccionado pelo o IPT (1981) serviu como referência inicial para a identificação das unidades geológicas presentes em São Carlos.

O mapa de unidades geológicas final foi gerado a partir da compilação dos mapas disponibilizados por Muro (2000), pelo EIA/RIMA, referente ao licenciamento ambiental dos Condomínios Residenciais Eco – Esportivos DAMHA (2005), na escala 1:50.000, e por Bartolomeu (2012), na escala 1:25.000.

O mapa de unidades geológicas foi classificado em seis classes: Aluviões, Formação Botucatu, Formação Corumbataí, Formação Itaqueri, Formação Pirambóia e Formação Serra Geral.

O mapa pedológico confeccionado pelo IAC (Oliveira, 1984) foi utilizado para uma abordagem inicial e verificação das unidades pedológicas existentes no município de São Carlos, além disso, a descrição das classes feitas por Oliveira (1999) auxiliou na compreensão destas unidades.

Os mapas gerados pela EMBRAPA (1995), por Muro (2000) e pelo EIA/RIMA dos Condomínios Residenciais Eco – Esportivos DAMHA (2005) foram disponibilizados em formato digital, na escala 1:50.000 e a partir destas informações se compilou o mapa de unidades pedológicas final utilizado na pesquisa.

Este foi classificado em oito classes: Areia Quartzosa profunda, Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho escuro, Solo Hidromórfico, Solo Litólicos, Solo Podzólico e Terra Roxa Estruturada.

c) Mapa de drenagens e das bacias hidrográficas

O mapa de drenagens foi confeccionado a partir de arquivos digitais obtidos, em formato *shape*, cedidos pelo EIA/RIMA – DAMHA (2005) e em formato *raster*, disponibilizados pelo IBGE, pelo INPE, pelo *Google Earth*, por Fagundes (2010) e por Scarpinella (2012).

Como já foi dito anteriormente foram feitos ajustes manuais na rede de drenagens, utilizando todos os arquivos citados acima, pois alguns cursos d'água estavam faltando para a composição do mapa da rede hidrográfica. A hierarquização dos cursos d'água, conforme a classificação de Strahler (Christofoletti,1980), também foi feita nesta etapa.

Para as bacias hidrográficas, já foi utilizada a mesma delimitação elaborada pela Secretaria Municipal de Desenvolvimento Sustentável, Ciência e Tecnologia (SMDSCT) de São Carlos. Para a digitalização foi obtido um arquivo, em formato *raster*, com a delimitação das bacias hidrográficas, na escala 1:50.000, porém sem as coordenadas geográficas, portanto, fez-se o georreferenciamento desta imagem e depois a digitalização manual dos polígonos.

d) Mapa de uso e cobertura

Para a elaboração deste mapa foram utilizadas às imagens de satélite Landsat-5 georreferenciada sem o contraste linear das bandas, datadas de 2011, além de imagens do *Google Earth*, dos anos de 2010 a 2012, para auxiliar na classificação dos tipos de uso e cobertura.

A confecção deste mapa baseou-se na classificação manual através da digitalização dos tipos de usos identificados nas imagens de satélite.

O mapa obtido foi cruzado com os mapas e as informações apresentadas por Fernandes (2007), Fagundes (2010) e Scarpinella (2012) para definição final das quatorze classes de uso e cobertura utilizadas na pesquisa (Tabela 23).

Tabela 23 - Tipos de uso do solo no município de São Carlos.

Tipo de Uso	Descrição
1. Agricultura	Áreas ocupadas por culturas anuais ou perenes
2. Áreas peri-urbanas	Áreas pouco ou mediamente adensadas, próximo a área urbana de São Carlos
3. Área urbana	Áreas com predominâncias de construções
4. Brejo	Áreas alagadas, próximo ao leito dos rios
5. Cana-de-açúcar	Áreas cobertas com a cultura cana-de-açúcar em seus vários estádios, inclusive áreas de queimadas e preparadas para seu cultivo
6. Edificações rurais	Sedes de fazendas, currais e galpões que se encontravam no meio rural
7. Espelho d'água	Lagos, represas e barramentos
8. Eucalipto	Plantações de eucalipto para reflorestamento ou fins comerciais
9. Instalações da TAM	Instalações do aeroporto e museu as empresa aérea TAM, localizado próximo a área urbana de São Carlos
10. Laranja	Áreas cobertas com culturas de laranja em seus vários estádios
11. Loteamentos	Áreas loteadas próximo a área urbana do município de São Carlos
12. Fragmentos de mata	Áreas com adensamento da vegetação ou APPs
13. Minerações	Áreas onde se notou a extração de algum bem mineral
14. Pastagens	Áreas ocupadas pela pecuária intensiva e extensiva, ou seja, pelo pasto cultivado e/ou áreas de campo antrópico

4.5.5. Elaboração dos Mapas Analíticos

Para os mapas analíticos digitais com estrutura matricial, adotou-se o mesmo *grid* utilizado para o MDT (10m), pois para estes mapas também foi considerado o erro cartográfico.

Os mapas analíticos gerados foram o de suscetibilidade à erosão pluvial e de danos e restrições ambientais. Para os dois, foi utilizado o método AHP, para a ponderação dos pesos atribuídos aos atributos e suas respectivas classes.

Para a confecção do mapa de suscetibilidade à erosão pluvial foram utilizados os mapas temáticos: declividade, curvatura do terreno, unidades pedológicas e uso e cobertura e para o

mapa de danos e restrições ambientais utilizou-se os mapas temáticos: declividade, rede hidrográfica e uso e cobertura.

Os mapas analíticos foram gerados, então, a partir da sobreposição dos mapas temáticos selecionados.

a) Mapa de suscetibilidade à erosão pluvial

Para a confecção do mapa de suscetibilidade à erosão pluvial foram selecionados os seguintes atributos: declividade, curvatura do terreno, unidades pedológicas e uso e cobertura. Todos os quatro mapas, contendo os atributos e suas classes, foram transformados para arquivo *raster*.

A divisão das classes do mapa de suscetibilidade à erosão pluvial foi feita utilizando a ferramenta *Natural Breaks*, que é um método de classificação baseado em um agrupamento natural de acordo com a amostragem de dados. A quebra da classe é identificada a partir da grande diferença entre dois valores, formando assim a divisão das classes, que se caracteriza por serem grupos com valores semelhantes. O produto gerado foi dividido em cinco classes: muito baixa, baixa, moderada, alta e muito alta, para separação das áreas, de menor até maior, potencial de ocorrência dos processos erosivos.

Para o cruzamento destes mapas utilizou a AHP como método de ponderação dos atributos. Este método consiste em atribuir pesos, de acordo com a escala de 1 a 9, sugerida por Saaty (1990), para os atributos e suas classes. Em seguida foram confeccionadas as matrizes para cada atributo e suas classes, no programa *Excel*, onde se fez então a normalização destas matrizes e o cálculo dos *autovetores*. Todos os julgamentos paritários realizados para a aplicação do método AHP são apresentados no

Apêndice A.II – Mapa de Suscetibilidade à Erosão Pluvial.

Apêndice A.III – Mapa de Danos e Restrições Ambientais

Em todas as matrizes verificou-se a Razão de Consistência (RC) e quando este resultado ultrapassava 10% a matriz era refeita. A seguir segue um maior detalhamento dos atributos e suas classes.

As classes do atributo declividade indicam a potencialidade de ocorrência dos processos erosivos,ou seja, quanto mais alta a inclinação do terreno, maior será o peso atribuído para esta classe, baseado nas orientações de Ross (1992).

Para o atributo pedologia os pesos atribuídos foram baseados no índice de erodibilidade (K) proposto por Bertoni e Lombard (1985) como mostra a Tabela 24. Foi calculada a média do K para as diferentes unidades pedológicas e depois arredondado os valores para facilitar os cálculos.

O atributo curvatura do terreno foi dividido em apenas três classes: côncava, plana e convexa, pois esta divisão facilita a compreensão do fluxo pluvial.

O atributo uso e cobertura foi dividido em quatorze classes, de acordo com os usos encontrados, no município de São Carlos, mas para a utilização do método AHP suas classes foram unidas em cinco grupos devido ao grau de semelhança entre elas e a contribuição de cada uma para a geração de processos erosivos.

Tabela 24 - Índice de erodibilidade (K) de alguns solos do estado de São Paulo

Unidade Pedológica	Índice de erodibilidade (K)
Solo Litólico, Areia Quartzosa, Podzólico Vermelho Amarelo e Vermelho Escuro	0,433 - 0,540
Podzólico Vermelho Amarelo (textura arenosa, distrófico) e Vermelho Escuro	0,329 - 0,432
Podzólico Vermelho Amarelo e Vermelho Escuro, Latossolo Vermelho Amarelo, Latossolo Vermelho Escuro	0,221 - 0,328
Latossolo Roxo, Terra Roxa Estruturada	0,113 - 0,220
Hidromórfico	0 - 0,113

Fonte: Modificado de Bertoni e Lombard (1985)

b) Mapa de danos e restrições ambientais

Para a confecção do mapa de danos e restrições ambientais foi selecionado como atributo o uso e cobertura. Este foi transformado para arquivo *raster*.

A divisão das classes do mapa de danos e restrições ambientais foi feita, também, utilizando a ferramenta *Natural Breaks*. O produto gerado foi dividido em cinco classes:

muito baixa, baixa, moderada, alta e muito alta, para classificação das áreas, de menor até maior, potencial de ocorrência dos danos e restrições ambientais.

Para a reclassificação do mapa de uso e cobertura utilizou a AHP como método de ponderação dos atributos. Foram atribuídos pesos, utilizando a escala de Saaty (1990), para o atributo e suas classes. Em seguida foi gerada a matriz para o atributo e suas classes, no programa *Excel*, feita sua normalização e calculado os *autovetores*. Todos os julgamentos paritários feitos para a aplicação do método AHP são apresentados no Apêndice C.

Em toda a matriz verificou-se a Razão de Consistência (RC) e quando este resultado ultrapassava 10% a matriz era refeita. É apresentado a seguir um maior detalhamento do atributo e suas classes.

Primeiramente, foram delimitadas as áreas de APPs (curso d'água, nascentes e declividades acima de 45°) de acordo com o Código Florestal de 2012, para isto os atributos da rede hidrográfica e o de declividade serviram como base.

Para delimitação das APPs de nascentes fez-se um *buffer* de 50m na cabeceira e para as APPs dos cursos d'água utilizou-se o mesmo procedimento, mas a distância empregada foi de 30m. Para as áreas de APPs com inclinações acima de 45° utilizou-se o atributo declividade, classificando-o em duas classes: 0 a <45° e ≥ 45°. Apenas os polígonos pertencentes a segunda classe foram selecionados. As reservas legais existentes no município, também foram levantadas.

Todos os tipos de APPs e as RLs foram então somados ao mapa de uso e cobertura, passando a serem classificados como áreas de restrição ambiental. Lembrando que foram consideradas as EEs e as APAs, dentro e próximas, ao município de São Carlos, mas como estas não possuíam nenhuma restrição quanto ao uso do solo em seu Plano de Manejo, foram descartadas.

4.5.6. Vistorias de Campo

Em todas as vistorias fez-se uso de um GPS, de uma ficha de campo (Figura 10) e de uma máquina fotográfica para a homogeneização, sistematização e o armazenamento dos dados.

Todas estas fichas foram posteriormente digitalizadas em *Excel* e depois repassadas para o banco de dados do *ArcGIS*.

As vistorias de campo se dividiram em duas fases, inicialmente ocorreu o levantamento sistemático, que englobou várias idas a campo e, posteriormente, foram levantados os pontos de assoreamento dos cursos d'água, as minerações desativadas e não cadastradas no DNPM, os processos erosivos e as áreas de empréstimo.

O levantamento de campo inicial foi realizado depois de todas as etapas descritas acima. Teve como objetivo uma coleta sistemática de informações sobre os empreendimentos e a checagem dos trabalhos realizados em escritório.

À medida que as visitas de campo foram ocorrendo, surgiu a necessidade de se fazer ajustes nos trabalhos de escritório, principalmente nos dados temporários, como, por exemplo, o sistema viário. Verificou-se, também, se as classes encontradas para os mapas analíticos condiziam com a situação encontrada em campo.

A primeira programação das visitas de campo visou o levantamento dos empreendimentos minerários no DNPM, com o objetivo de caracterizar visualmente as alterações ambientais causadas por esta atividade, a identificação de passivos ambientais e impactos positivos e negativos, principalmente.

Na segunda programação foram levantados os pontos de assoreamento nos cursos d'água, as minerações desativadas/abandonadas, os processos erosivos e as áreas de empréstimo. Estas informações forma adquiridas a partir das imagens de satélite do *Google Earth*, dos anos de 2010 a 2012.

Ficha de Campo	
N° da Ficha:	Data da Visita:
Fotos:	
Identificação do empreendimento ( ) Sim ( ) Não	
Coordenada UTM (X):	
Coordenada UTM (Y):	
1)Qual produto está sendo minerado (tipo de extração)?	
2)Situação:	
Mina ativa ( ) Mina desativada ( ) Antiga área de mineração ( )	
3) Apresenta processos ativos?( ) Sim ( ) Não	
(erosão/assoreamento/estabilidade de taludes/mov. de massa)	
Tipo(s):	
4) Existe ocorrência de bota-fora/área de empréstimo? ( ) Sim ( ) Não	
Descrever:	

5) Outros Aspectos (lixo / animais soltos / cercamento / depósitos de rejeito e estéreis/ etc):
Descrever:

6) Impactos ambientais identificados/previstos (supressão da vegetação):

7)Quais passivos ambientais existentes?

8)Contexto geológico-geomorfológico e aspectos geotécnicos:

Figura 10 - Ficha de campo.

4.5.7. Diagnóstico e Prognóstico Regional das Atividades Minerárias no Município

Esta etapa teve como objetivo a geração de um diagnóstico regional ambiental focado nas atividades minerárias, seus impactos e suas características dentro do território municipal. O prognóstico regional baseou-se nas minerações não cadastradas no DNPM e nas alterações ambientais que elas causam. Foram também inclusos os pontos de assoreamento e as áreas de empréstimo encontradas no município de São Carlos.

Tanto para o diagnóstico, como para o prognóstico, regional as minerações foram separadas por polígonos, para que a análise fosse feita para cada empreendimento, considerando apenas a área requerida nos processos minerários. Posteriormente, cada polígono foi cruzado com cada mapa analítico separadamente, utilizando a ferramenta *Clip*. O mesmo procedimento foi feito para os mapas temáticos.

Criou-se então uma ficha resumo para cada mineração, apresentando os resultados da suscetibilidade à erosão pluvial e dos danos e restrições ambientais existentes na área requerida, além de apresentar a localização do empreendimento dentro do município e na imagem do *Google Earth*. No verso desta ficha resumo encontram-se informações obtidas na etapa Vistorias de Campo, dados do DNPM e algumas características particulares do funcionamento.

A partir destes arquivos gerados foi possível compreender a distribuição e a interação das classes de suscetibilidade à erosão pluvial e danos e restrições ambientais em relação às áreas requeridas pelas minerações separadamente e, também, a distribuição das classes por mapa temático. Fez-se também sugestões na tentativa de minimizar e/ou eliminar os impactos identificados nas visitas de campo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Atividades Minerárias no Município de São Carlos

Foram levantados cem processos minerários relativos ao município de São Carlos e a relação destes processos (requerimento de pesquisa – RP, autorização de pesquisa – AP, disponibilidade – D, requerimento de licenciamento – RL, licenciamento – L, requerimento de lavra – RLa e concessão de lavra - CL) e o bem mineral requerido podem ser verificados na Tabela 25. Este total representa cinquenta e cinco empreendimentos, instalados ou não (Figura 11).

Nota-se que há o predomínio de minerações que realizam a extração de areia e seus processos referem-se desde o requerimento de pesquisa até a concessão de lavra, existindo apenas cinco processos inativos.

A extração de água mineral possui apenas três empreendimentos e os processos se referem ao requerimento para autorização de pesquisa.

A partir das visitas de campo foi possível verificar quatro empreendimentos que já realizam a extração do basalto e os outros oito estão em andamento com requerimentos de pesquisa, de autorização de pesquisa e disponibilidade para darem sequência aos processos e poder obter a concessão de lavra que é a ultima solicitação ao órgão pedindo liberação para a exploração do mineral.

Os processos referentes à extração de argila estão ainda no início e o processo de disponibilidade está inativo, portanto, ainda não existe um empreendimento instalado para realizar tal exploração. O mesmo ocorre com o siltito, o processo se refere à autorização de pesquisa.

Em relação à exploração de arenito, dos cinco processos ativos, quatro já estão com os empreendimentos construídos e realizando a extração do mineral.

De acordo com a ultima consulta, realizada em 25 de maio de 2013, no banco de dados SIGMine do DNPM, o processo da substância quartzito era um requerimento de disponibilidade, mas foi encerrado. Salienta-se que no município de São Carlos não ocorrem

rochas metamórficas do tipo quartzito, mas apenas arenitos, algumas vezes com cimento silicático.

Todas as áreas ocupadas ou a serem ocupadas pelas minerações, somadas, abrangem 112,7km², ou seja, aproximadamente, cerca de 10% do território municipal.

Nota-se que apesar da maioria dos empreendimentos estarem ativos, apenas treze estão realmente instalados e já realizando a exploração dos bens minerais.

Tabela 25 - Relação dos tipos de processos minerários e o bem mineral requerido em São Carlos, SP

Substância \ Processos	RP	AP	D	RL	L	RLa	CL	Total
água mineral	0	3	0	0	0	0	0	3
areia	3	12	5 (4)	1	10 (1)	12	1	44
arenito	0	1	1 (1)	1	4	0	1	8
argila	10	11	7 (7)	0	0	1	0	29
basalto	2 (1)	6	2 (1)	0	0	3	1	14
quartzito	0	0	1 (1)	0	0	0	0	1
siltito	0	1	0	0	0	0	0	1
Total	15	34	16	2	14	16	3	**100**

Fonte: DNPM (25/05/2013)

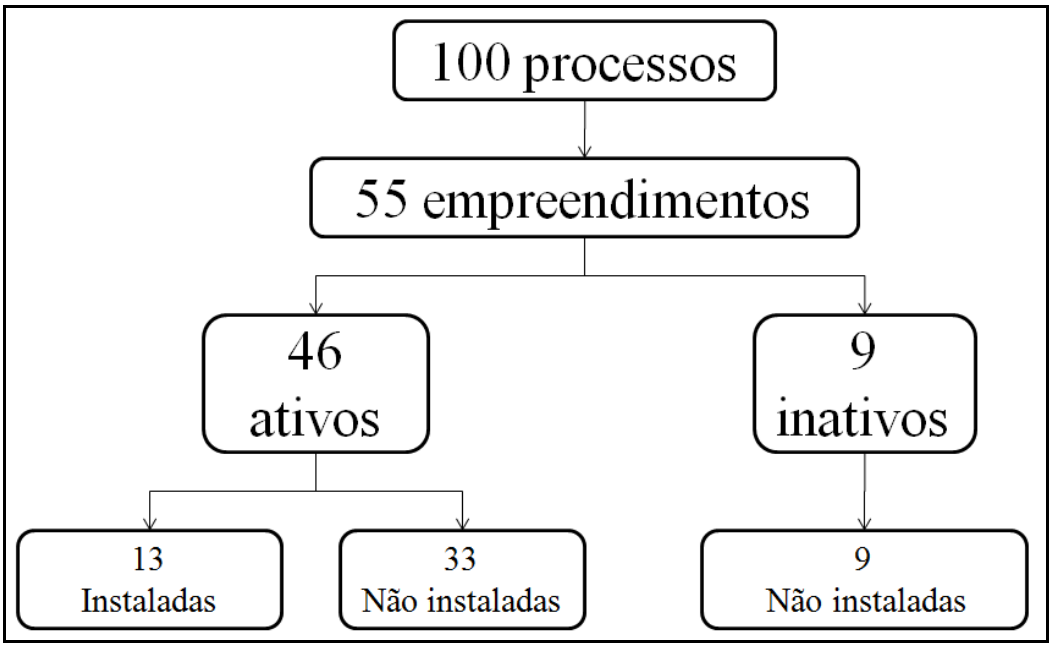


Figura 11 – Processos levantados no DNPM (25/05/2013)

5.2. Base Cartográfica Digital e Modelo Digital do Terreno

Na base cartográfica digital, elaborada nesta pesquisa, constam as seguintes informações de natureza vetorial: os processos do DNPM (25/05/2013), as bacias hidrográficas, o sistema viário principal, a rede de drenagem, a área urbana, as curvas de nível e os pontos cotados (Apêndice A.I).

O traçado da linha férrea foi parcialmente modificado e atualizado. Para a rede de drenagem inseriu-se os cursos d'água que estavam faltando, estando estes localizados principalmente próximos ao limite do município de São Carlos.

O MDT foi gerado a partir das cotas altimétricas e da rede hidrográfica, resultando em altitudes de 508 até 1005m. Fez-se então a validação (erro quadrático médio) deste MDT.

Para método quantitativo foram calculados os RMS individuais para cada um dos 1417. O RMS médio obtido foi de 0,71m, ou seja, menor que 1m, portanto, o MDT produzido pode ser considerado adequado para a escala 1:50.000, que apresenta equidistâncias topográficos originais de 20m.

A Figura 12 apresenta o histograma da freqüência dos valores de RMS obtidos para o MDT. Observa-se que 74,3% dos dados apresentam valores inferiores a 0,5m, estes estão associados às regiões de baixa declividade (0 – 6%), ou seja, áreas com relevo plano. Ao observar a variação dos erros de 1,4 a 2m (2,4%), notou-se que estes valores estão associados aos fundos de vale principalmente, onde se localiza a rede de drenagem.

Na Figura 13 é possível visualizar a validação do modelo pelo método qualitativo. Realizando uma comparação visual, nota-se que geralmente as curvas de nível geradas, em preto, coincidem com as curvas originais (cor verde), existindo apenas algumas áreas de maior elevação, onde as curvas geradas apresentam um traçado diferente do original.

Isto ocorre porque estes pequenos desvios são provenientes do processo de suavização das curvas de nível, feito pelo ArcGIS, ou devido às regiões onde o relevo é mais íngreme. A partir destas duas validações, portanto, foram gerados os mapas derivados do MDT, ou seja, o mapa de declividade e o mapa de curvatura do terreno.

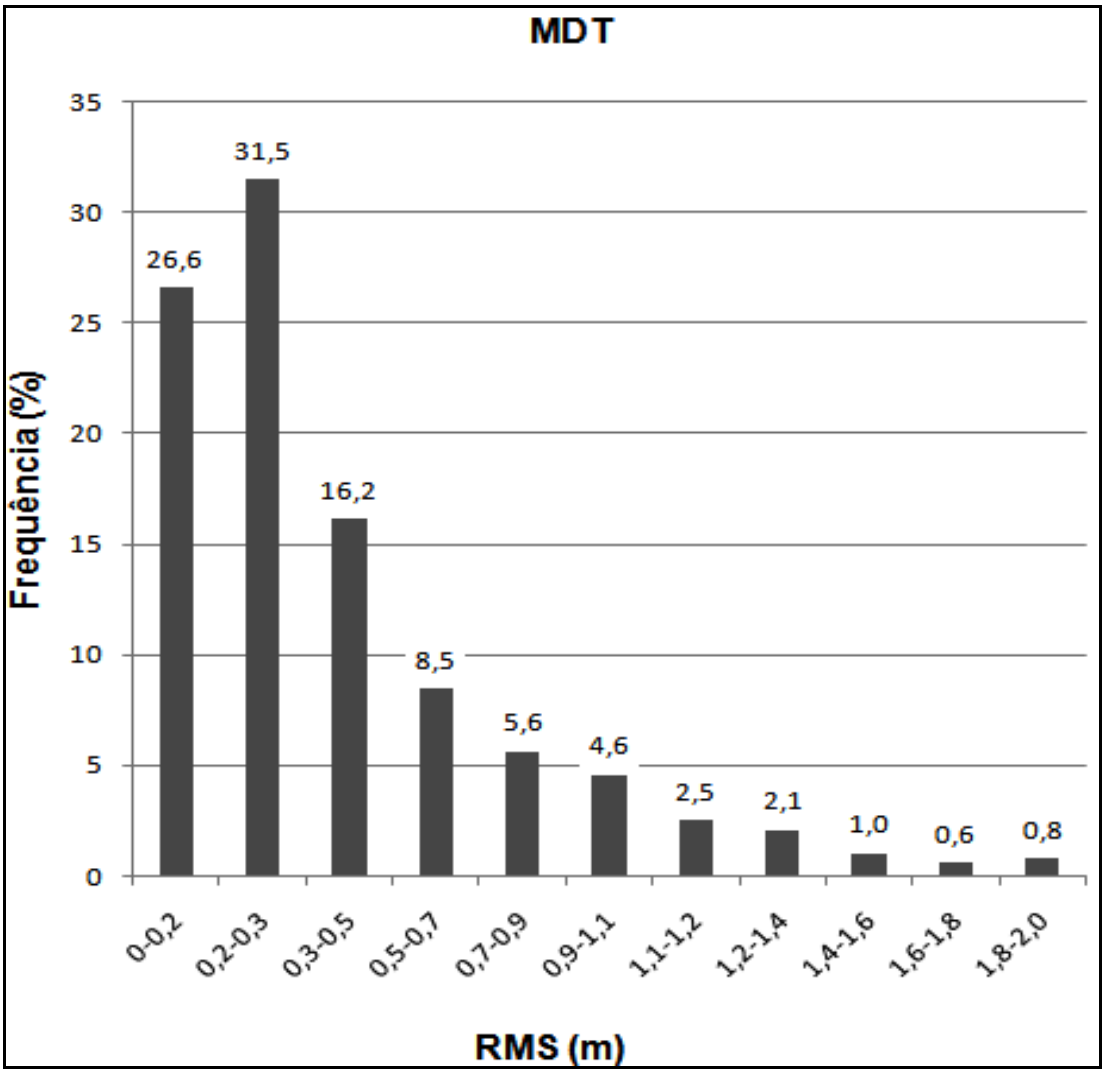


Figura 12 - Histograma de freqüência dos RMS

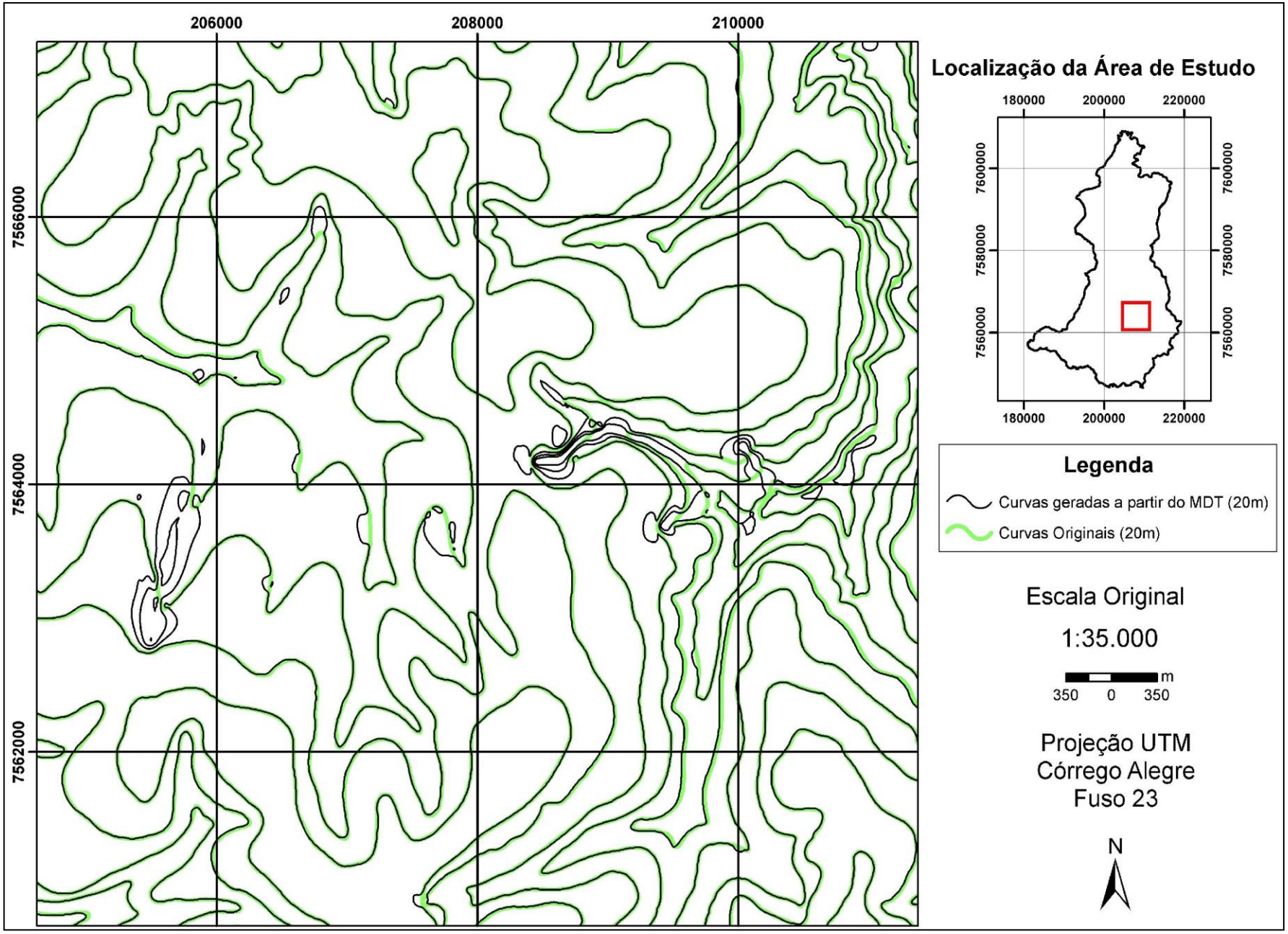


Figura 13 - Ilustração do resultado de validação qualitativa do MDT

5.3.Mapas Temáticos

5.3.1. Declividade e curvatura do terreno

A Tabela 26 sintetiza a distribuição em área das classes de declividade, enquanto que a Figura 14 ilustra o trecho centro-leste do mapa de declividade do município. Este mapa é importante para analisar os processos de dinâmica superficial.

Nota-se, portanto, que a classe predominante é de 0 – 6% (56,1% da área total) e que as classes com relevo pouco íngreme, de 0 – 12% representam 83,7% do total. As áreas muito íngremes (30 a >45%) ocupam apenas 3,1% da área municipal de São Carlos. Desta forma, verifica-se que para este município há o predomínio de relevo suave.

A Tabela 27 sintetiza a distribuição em área das classes de curvatura do terreno, enquanto que a Figura 15 ilustra o trecho centro-leste do município de São Carlos.

Observa-se que as superfícies côncavas coincidem com os fundos de vale e as convexas com os divisores de água. Existe o predomínio de encostas côncavas, 42,8%, da área total, ou seja, estas áreas são coletoras de águas superficiais pluviais (superfícies côncavas), enquanto que 32% das áreas são dispersoras do fluxo pluvial (superfícies convexas) e aproximadamente 25% da área total possuem um fluxo pluvial difuso, que é uma característica das superfícies planas.

Tabela 26–Distribuição em área das classes de declividades no município de São Carlos, SP

Classes de Declividade	Área (km²)	Porcentagem (%)
0 – 6%	636,3	56,1
6 – 12%	313,4	27,6
12 – 20%	108,5	9,6
20 – 30%	42,2	3,7
30 – 45%	22,3	2,0
>45%	12,4	1,1

Tabela 27–Distribuição em área das classes de curvatura do terreno no município de São Carlos, SP

Classes de Curvatura	Área (km²)	Porcentagem (%)
Côncava (coletora)	486,3	42,8
Plana	286,2	25,2
Convexa (dispersora)	362,6	32,0

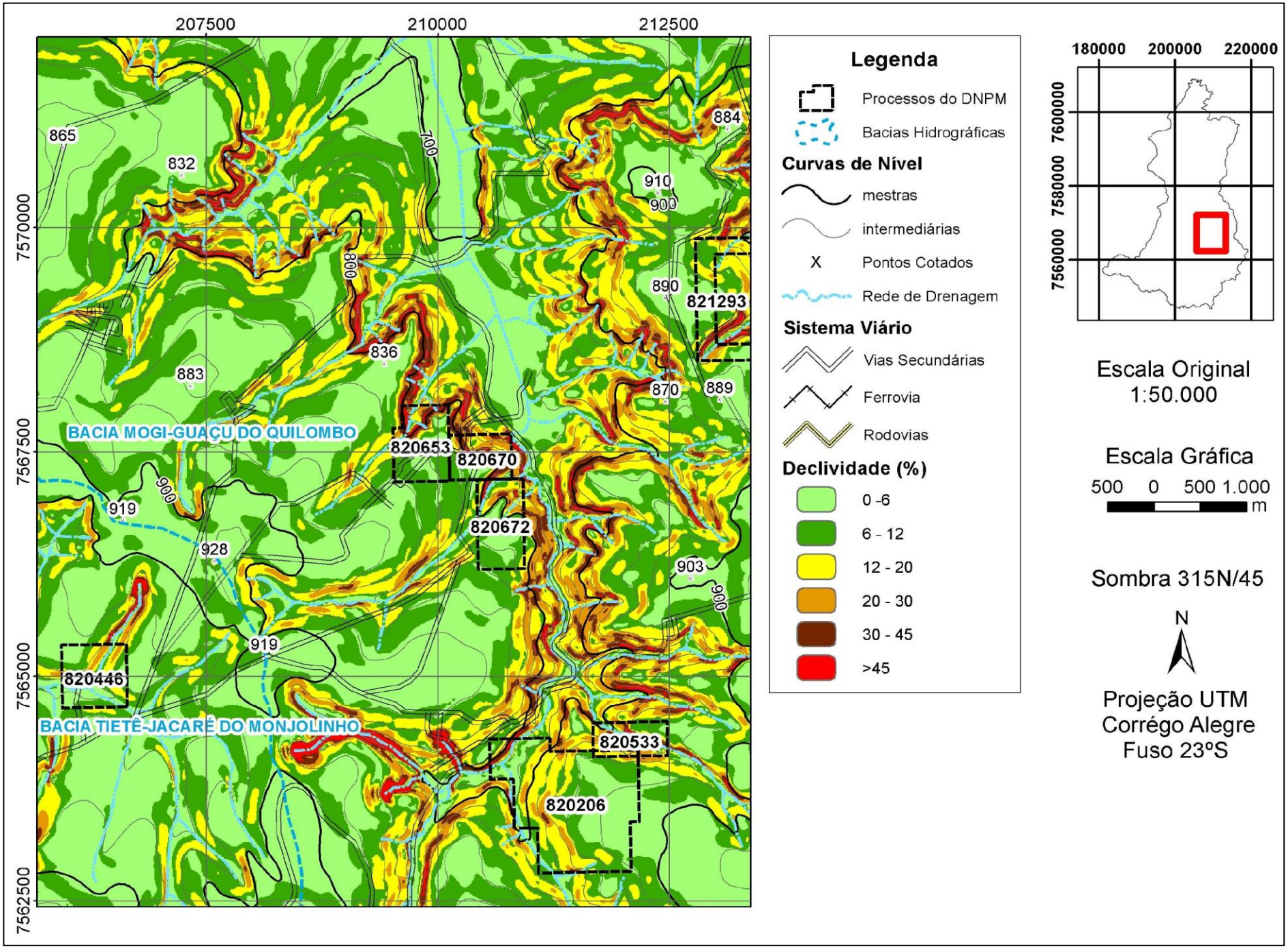


Figura 14 - Trecho centro-leste do mapa de declividade do município de São Carlos

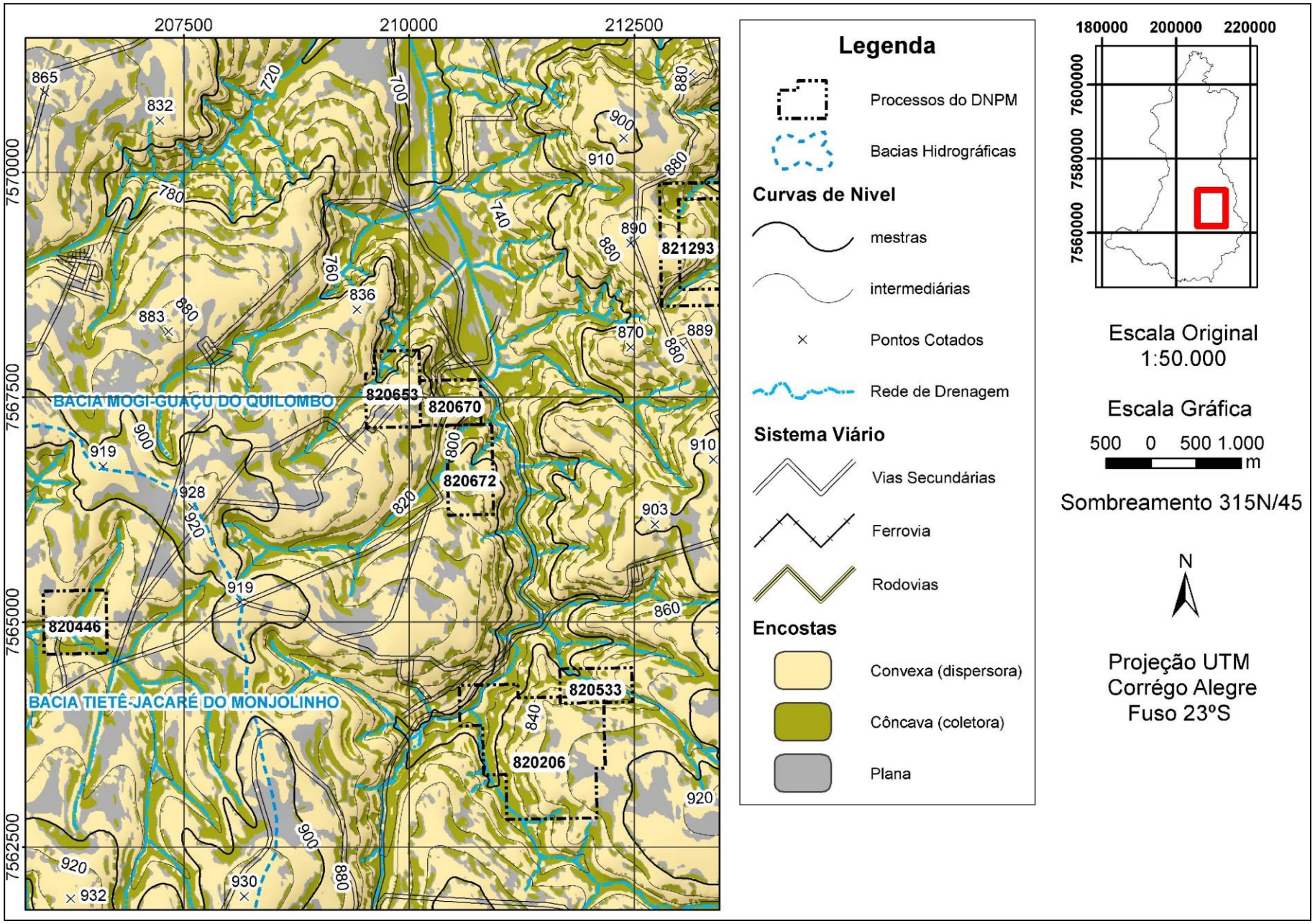


Figura 15 - Trecho centro-leste do mapa de curvatura do terreno do município de São Carlos

5.3.2. Unidades Geológicas

O mapa de unidades geológicas do município de São Carlos apresenta seis classes: Aluviões, Formação Botucatu, Formação Corumbataí, Formação Itaqueri, Formação Pirambóia e Formação Serra Geral. A relação das áreas que cada uma delas ocupa dentro do município, pode ser encontrada na Tabela 28.

As Formações Corumbataí e Pirambóia possuem as menores áreas dentro do município e se localizam na porção sul, já os aluviões mais expressivos estão diretamente ligados ao rio Mogi-Guaçu e se encontram na porção norte do município, como observado na Figura 16.

A Formação Botucatu, constituída de arenitos eólicos principalmente, é a principal área de recarga do Aquífero Guarani e abrange aproximadamente 37% do município, o que implica em se ter um cuidado maior com essas áreas uma vez que a probabilidade de ocorrer à contaminação das águas subterrâneas é maior.

A Formação Itaqueri é constituída também por arenitos, localizando-se na porção centro sul do município de São Carlos. Enquanto que a Formação Serra Geral é formada por rochas basálticas, ocorrendo em vários trechos da área de estudo com uma concentração maior na região centro-norte do município.

Tabela 28 – Distribuição em área das classes geológicas no município de São Carlos, SP

Classes	Área (km²)	Porcentagem (%)
Aluviões	27,6	2,4
Formação Botucatu	417,7	36,7
Formação Corumbataí	0,6	0,1
Formação Itaqueri	390,1	34,4
Formação Pirambóia	6,7	0,6
Formação Serra Geral	292,3	25,8

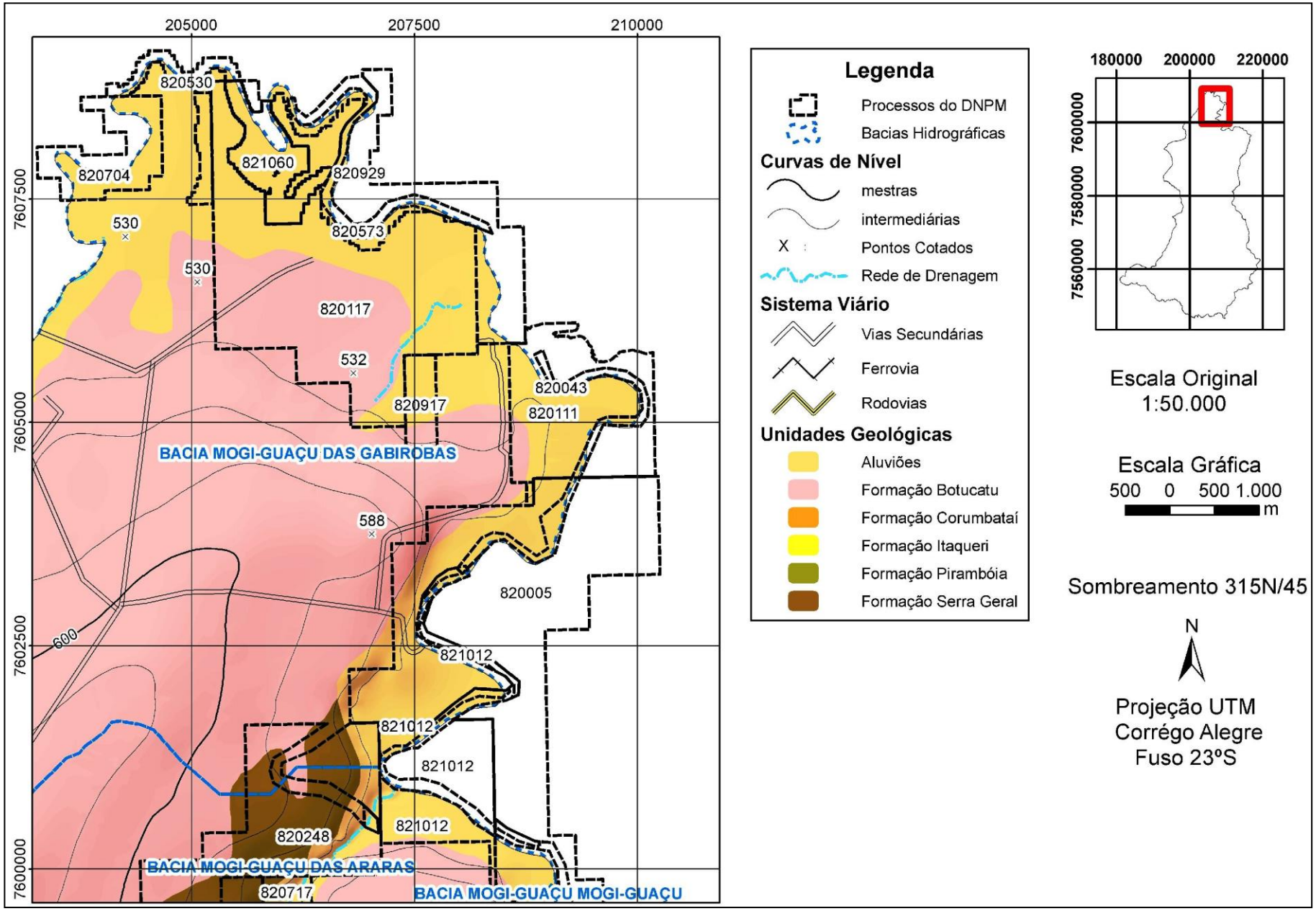


Figura 16 - Trecho norte do mapa de unidades geológicas do município de São Carlos (SP)

5.3.3. Unidades Pedológicas

De acordo com o mapa de Unidades Pedológicas elaborado, a classe predominante é o Latossolos Vermelho Amarelo, seguido pelo Latossolo Roxo, Areia Quartzosa profunda, Latossolo Vermelho Escuro. Os demais solos possuem áreas pouco expressivas dentro do município de São Carlos (Tabela 29 e Figura 17).

Os Latossolos Vermelho – Amarelos predominam no município de São Carlos com aproximadamente 36% da área total, estando a maior parte da área urbana sobre este solo e o restante sobre as áreas de Areia Quartzosa profunda. Os Latossolos Roxo possuem áreas bem fragmentadas ocupando quase 20% de todo o território municipal. As áreas de agricultura estão ligadas a estes dois tipos de solo, principalmente, e, algumas vezes relacionada ao Latossolo Vermelho escuro (13,4%).

Os solos Hidromórficos ocorrem principalmente na porção norte do município ao longo das margens do rio Mogi - Guaçu principalmente. Enquanto os solos Litólicos localizam-se geralmente na porção centro-sul, já os solos Terra Roxa Estruturada possuem áreas na porção centro-leste de São Carlos. Tanto os solos Litólicos como as Terras Roxas Estruturadas encontram-se em locais onde a declividade é mais acentuada.

Os solos Hidromórficos se desenvolvem em condições de excesso de água, ou seja, sob influência do lençol freático, que no neste caso é o rio Mogi-Guaçu e em baixas declividades de 0-6%. Apesar de vários empreendimentos minerários possuírem uma maior concentração neste solo, este tem como característica a baixa porosidade, coloração acinzentada e endurecimento irreversível quando drenados em excesso, portanto existe uma grande preocupação quanto à contaminação do lençol freático, devido o nível d'água ser raso.

Os Latossolos Vermelho Amarelos,menos arenosos, são muito uniformes em características de cor, textura e estrutura em profundidade, porém possuem uma alta porosidade o que pode ser uma preocupação a mais para as minerações de areia e argila presentes neste solo. Na área de estudo eles ocorrem principalmente nas regiões com declividades de 0-6%.

Os Latossolos Roxos são derivados das rochas básicas, basalto e diabásio, e são neles que se concentram as minerações de basalto e diabásio, principalmente. Como sua textura é predominantemente argilosa ou muito argilosa (mais de 35% da fração argila) existe uma dificuldade maior no transporte de contaminantes quando comparado com os solos de textura

arenosa, apresentando grande resistência à erosão, porém o fator declividade também tem que ser considerado. Além disso, são solos bastante porosos, mas se o tráfego for muito intenso pode acarretar o adensamento deste solo, o que dificulta a permeabilidade das águas pluvial e consequentemente um aumento do escoamento superficial.

Os Latossolos Vermelho-Escuro podem sofrer compactação devido ao tráfego existente para o funcionamento das minerações, o que pode acarretar na geração dos processos erosivos, pois apesar de serem muito profundos e bem drenados, são, também, bastante friáveis.

As Areias Quartzosas possuem textura areia, com teores de areia na ordem de 70% e valores inferiores a 15% para as argilas, baixa capacidade de armazenamento de água, devido à alta permeabilidade e são bastante friáveis. Neste solo concentram-se principalmente as minerações, já instaladas, de areia. Um aspecto positivo para as minerações é o lençol freático ser relativamente profundo, o que facilita o seu isolamento, por outro lado possui variável suscetibilidade a erosão pluvial, podendo gerar até boçorocas e acarretar problemas, principalmente nas frentes de lavra.

Tabela 29–Distribuição em área das classes pedológicas no município de São Carlos, SP

Classes	Área (km^2)	Porcentagem (%)
Areia Quartzosa Profunda	199,7	17,6
Latossolo Roxo	225,5	19,9
Latossolo Vermelho Amarelo	409,7	36,0
Latossolo Vermelho Escuro	152,1	13,4
Solo Hidromórfico	39,7	3,5
Solo Litólico	39,1	3,5
Solo Podzólico	40,8	3,6
Terra Roxa Estruturada	28,5	2,5

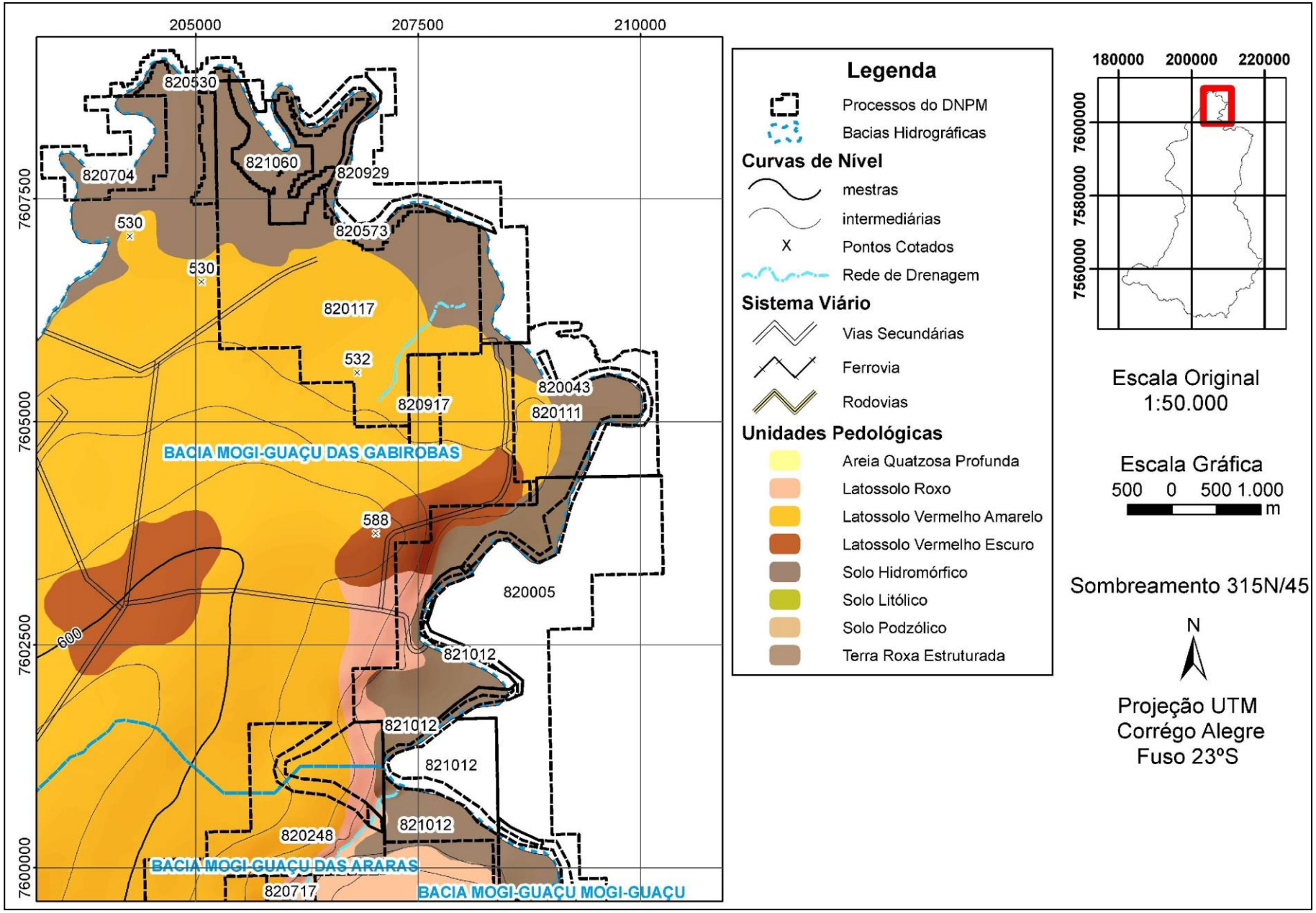


Figura 17 - Trecho norte do mapa de unidades pedológicas do município de São Carlos

5.3.4. Drenagens e bacias hidrográficas

A hierarquização dos cursos d'água, de acordo com o critério de Strahler (CHRISTOFOLLETI, 1980) e a quantidade dos canais e suas respectivas ordens são apresentadas na Tabela 30. A Figura 18 ilustra a distribuição das bacias hidrográficas encontradas no município de São Carlos, onde predomina o padrão de drenagem dendrítica.

Feita, então a união entre os arquivos obtidos em *shape*, com o traçado da rede hidrográfica, juntamente com a digitalização dos cursos d'água que estavam faltando, foram encontrados 624 canais de drenagem, deste total, quatrocentos e quarenta e três são de primeira ordem, cento e quarenta e quatro são de segunda ordem, vinte nove são de terceira ordem, sete são de quarta ordem e apenas uma de quinta ordem (Apêndice A.I).

O município é separado em dois grupos de macro bacias, Mogi-Guaçu e Tietê-Jacaré. O primeiro grupo é composto por sete sub-bacias, sendo elas: Araras, Mogi-Guaçu, Gabirobas, Cabaceiras, Chibarro, Quilombo e Pântano. O segundo já possui três, denominadas de Monjolinho, Feijão e Jacaré-Guaçu, encontradas ao sul do município.

Após a hierarquização dos cursos d'água, observou-se que as bacias das Araras e a do Chibarro, possuem uma rede de drenagem de 4° ordem, enquanto que a Mogi-Guaçi e a Gabirobas são de 2°ordem, já das Cabaceiras e do Pântano são de 3°ordem e a do Quilombro é a única representante de 5°ordem de hierarquização.

As bacias do Monjolinho e do Feijão são de 4° ordem, enquanto que a do Jacaré-Guaçu é de 3° ordem.

Segundo Fernandes (2007) há empreendimentos minerários no curso do rio Mogi-Guaçu, confirmados nas visitas de campo, onde predominam principalmente a extração de areia, além disso, foram encontrados pontos de assoreamento devido às minerações.

Os córregos do Monjolinho, Gregório e Tijuco, já estão comprometidos pelo sistema de vias marginais, ocorrendo algumas inundações e o lençol freático da bacia hidrográfica do Monjolinho, é bastante poluído devido aos elementos existentes na área urbana como os postos de gasolina, cemitério, culturas e parque industrial (FERNANDES, 2007).

Arruda (2008) fez análises de água em dois córregos pertencentes à bacia hidrográfica do rio Monjolinho, o Tijuco Preto e o Gregório, onde se verificou a presença de benzidina, que é

um composto reconhecidamente cancerígeno e mutagênico e pode estar presente em algumas centenas de composições de tintas.

A bacia do Monjolinho é onde se encontra os pontos de captação de água para abastecimento público, ou seja, deve-se ter uma maior atenção para evitar a contaminação dos seus cursos d'água, principalmente por ela ser a mais urbanizada.

Nas visitas de campo, além dos empreendimentos citados por Fernandes (2007) e a presença de compostos citados por Arruda (2008) foram encontrados pontos de assoreamento nestes córregos devido à ação de duas minerações extratoras de areia, também vários entulhos na margem do curso d'água de terceira ordem da mesma bacia hidrográfica. Lembrando que a bacia do Monjolinho é onde se concentra a área urbana.

Na bacia do Feijão, no rio Laranja Seca, observou-se com as visitas de campo a diminuição na lâmina d'água devido às minerações de arenito localizadas a montante deste rio.

Na bacia do Chibarro, não foi encontrado nenhum empreendimento minerário. As bacias das Cabaceiras, Gabirobas, Mogi-Guaçu e Monjolinho predominam minerações de areia e argila. Na bacia do Quilombo há a prevalência de minerações de basalto e diabásio, já na Jacaré-Guaçu existe a presença de apenas empreendimentos que exploram argila e na do Feijão, além de outras, concentram-se todas as minerações de arenito.

Pontos de assoreamento foram detectados também, nas bacias: das Gabirobas, Feijão, Jacaré-Guaçu e Monjolinho, sendo a mais crítica a primeira por englobar o rio Mogi-Guaçu, onde existem minerações, que utilizam a draga para extrair areia no do leito do rio.

Tabela 30 - Ordem de hierarquização da rede hidrográfica no município de São Carlos, SP

Macro Bacia	Bacia	Ordem	Canais de 1° ordem	Canais de 2° ordem	Canais de 3° ordem	Canais de 4° ordem	Canais de 5° ordem
Mogi-Guaçu	Araras	4	55	12	3	1	0
	Cabaceiras	3	30	7	2	0	0
	Chibarro	4	32	6	3	1	0
	Mogi-Guaçu	2	4	2	0	0	0
	Gabirobas	2	3	1	0	0	0
	Quilombo	5	208	48	8	3	1
	Pântano	3	22	5	1	0	0
Tietê-Jacaré	Feijão	4	88	17	4	1	0
	Jacaré-Guaçu	3	107	23	4	0	0
	Monjolinho	4	102	23	4	1	0

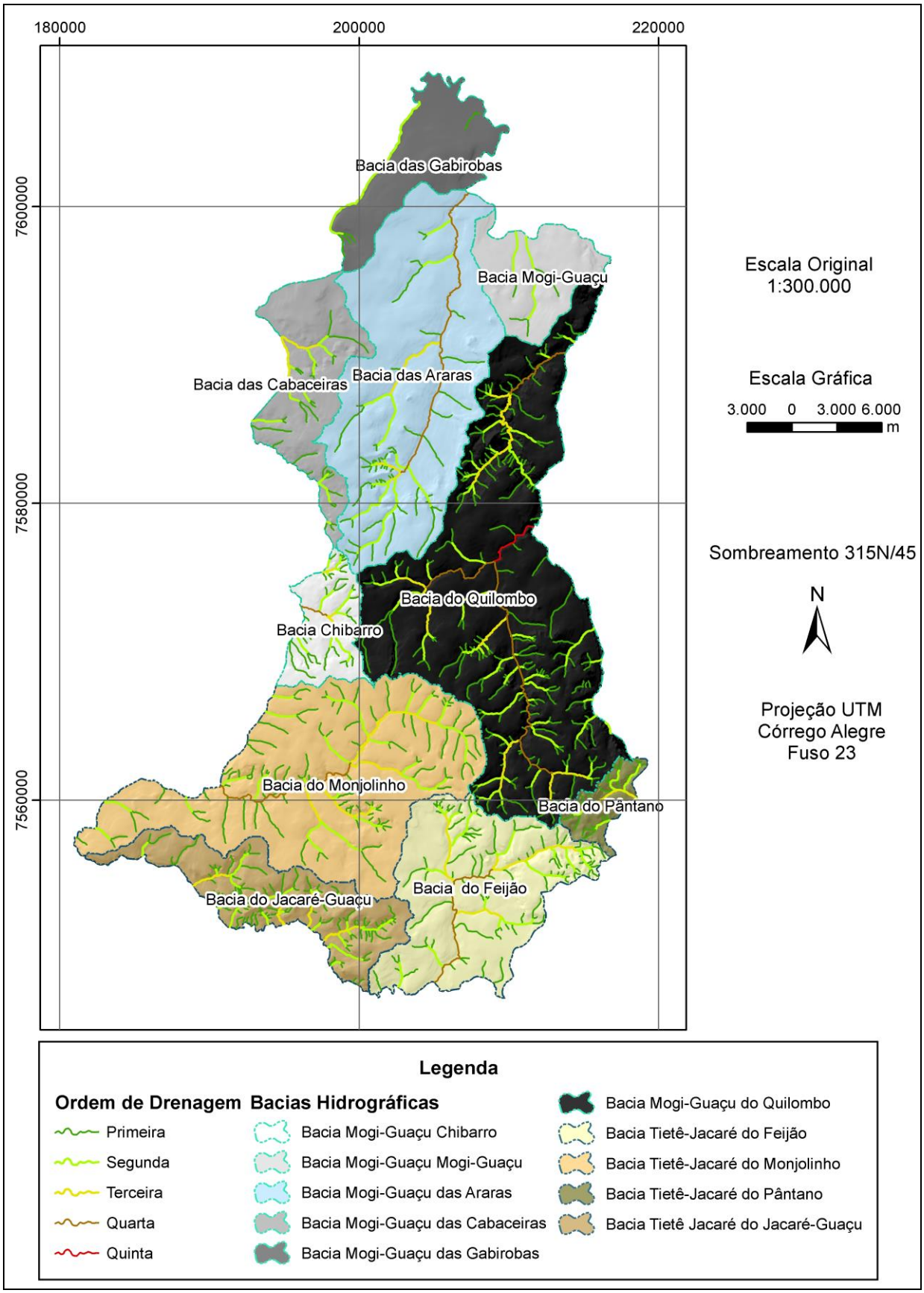


Figura 18- Rede de drenagem e bacias hidrográficas do município de São Carlos

5.3.5. Uso e cobertura do solo

Para o mapa de uso e cobertura foram utilizadas as imagens do INPE, datadas de 2011 e do *Google Earth*, dos anos de 2010 a 2012, e que o resultado obtido foi posteriormente comparado com os trabalhos de: Fagundes (2010) e Scarpinella (2012), que estavam em uma escala maior (1:10.000). O mapa final obtido apresenta 14 classes de uso e cobertura (item 4.6.4, p. 73).

A Tabela 31 apresenta a distribuição em área das diferentes classes de uso e cobertura, enquanto que a Figura 19 ilustra este mapa no trecho centro – leste do município de São Carlos.

Nota-se que as áreas agrícolas, cana-de-açúcar e laranja juntas perfazem 57% de todo o município. As áreas construídas abrangem 5,7% da área total do município.

De acordo com o art. 12º, inciso I e II, Lei nº 12.651/2012 (Novo Código Florestal), toda propriedade rural deve averbar a sua área de Reserva Legal (RL), podendo ser computada as áreas de APPs, no cálculo do percentual de RL quando a soma da vegetação nativa em APP e RL exceder a 25 % da pequena propriedade definida por este código no Estado de São Paulo. Acredita-se que seja por causa desta lei, a existência de fragmentos de mata, totalizando 24,4% da área municipal. Geralmente, estes fragmentos também estão associados às APPs de drenagem.

As plantações de eucalipto (6,1%) concentram-se principalmente na região sudeste no município, enquanto que as áreas peri-urbanas (1%) e os loteamentos (1,3%) localizam-se próximas a área urbana, que se situa na porção sudoeste do município.

A área dos espelhos d'água, representados por lagos e reservatórios perfazem 0,1% da área total, concentrando-se nas regiões rurais. As áreas de brejo com 0,4% da área total localizam-se na região norte do município, associados às planícies de inundação do Rio Mogi-Guaçu.

Em relação às áreas, da classe mineração, foram encontradas 0,2% da área total, representando apenas as áreas das cavas e dos pátios de serviço principalmente, sendo identificadas cavas de basalto, de areia e de arenito.

O município de São Carlos possui três rodovias principais: SP-215, SP-310 e SP-318, uma linha férrea e várias vias secundárias, sendo estas pavimentadas ou não (Apêndice A.I).

Tabela 31 – Distribuição em área das classes de uso e cobertura no município de São Carlos, SP

Tipos de Uso e cobertura	Área (km^2)	Porcentagem (%)
Agricultura	315,8	27,8
Área Urbana	23,0	2,0
Área Peri - Urbana	11,5	1,0
Brejo	4,2	0,4
Cana-de-açúcar	323,7	28,4
Edificações Rurais	12,4	1,1
Espelho d'água	1,3	0,1
Eucalipto	68,9	6,1
Fragmentos de Mata	276,6	24,4
Instalações da TAM	0,8	0,1
Laranja	8,6	0,8
Loteamento	14,2	1,3
Mineração	2,3	0,2
Pastagem	71,8	6,3

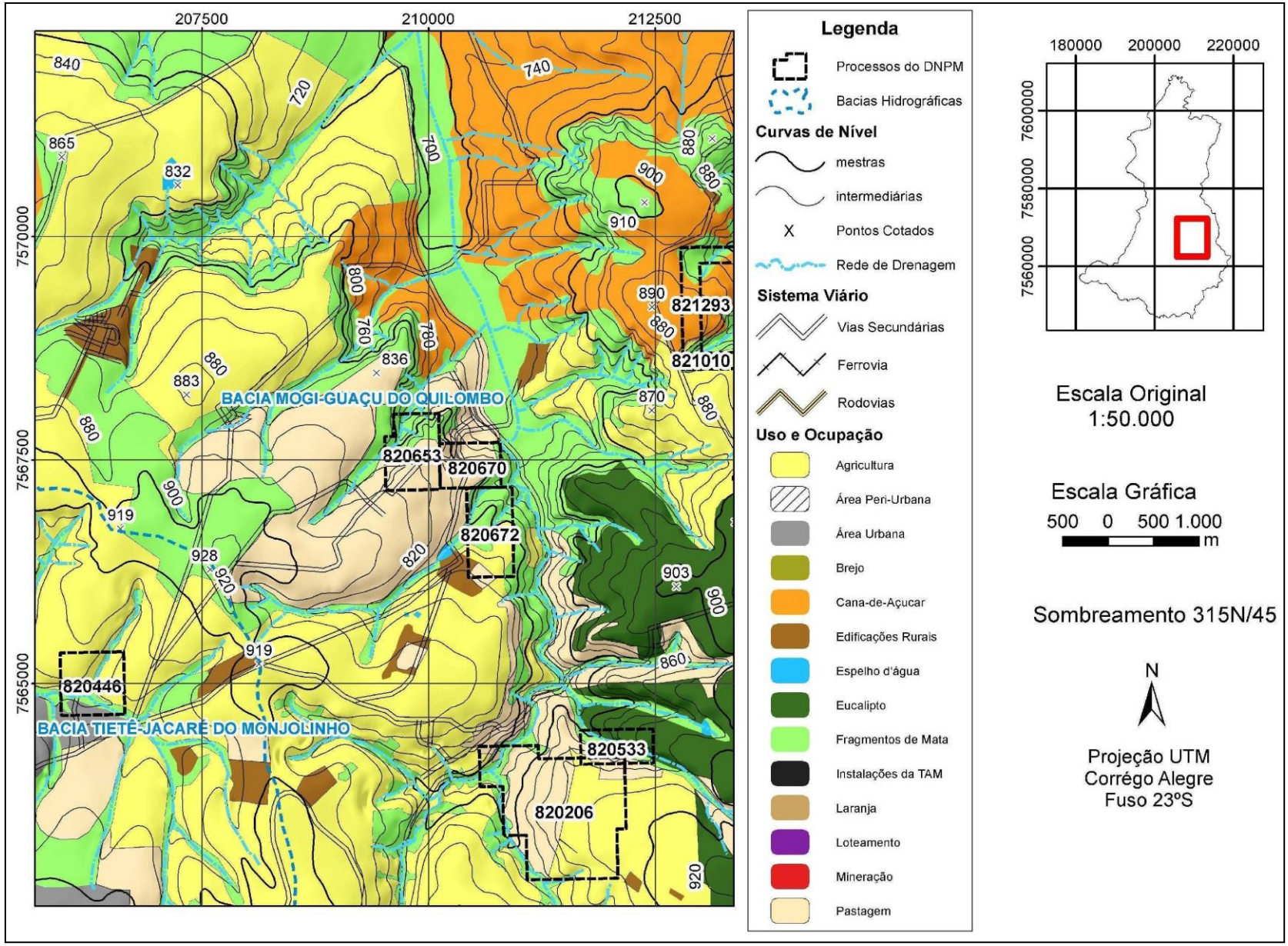


Figura 19 - Trecho centro-leste do mapa de uso e cobertura do município de São Carlos

5.4.Mapas Analíticos

5.4.1. Suscetibilidade à erosão pluvial

Os atributos e suas respectivas classes definidos como necessários para a elaboração do mapa de suscetibilidade à erosão estão indicados na Figura 20. A classificação dos níveis de suscetibilidade à erosão foi feita utilizando o método *Natural Breaks*, conforme descrito no item 4.7.1, da metodologia.

A matriz de decisão com os atributos de suscetibilidade a erosão estão apresentados na Tabela 32. Nota-se que em cinza claro é destacado um exemplo de comparação par a par.

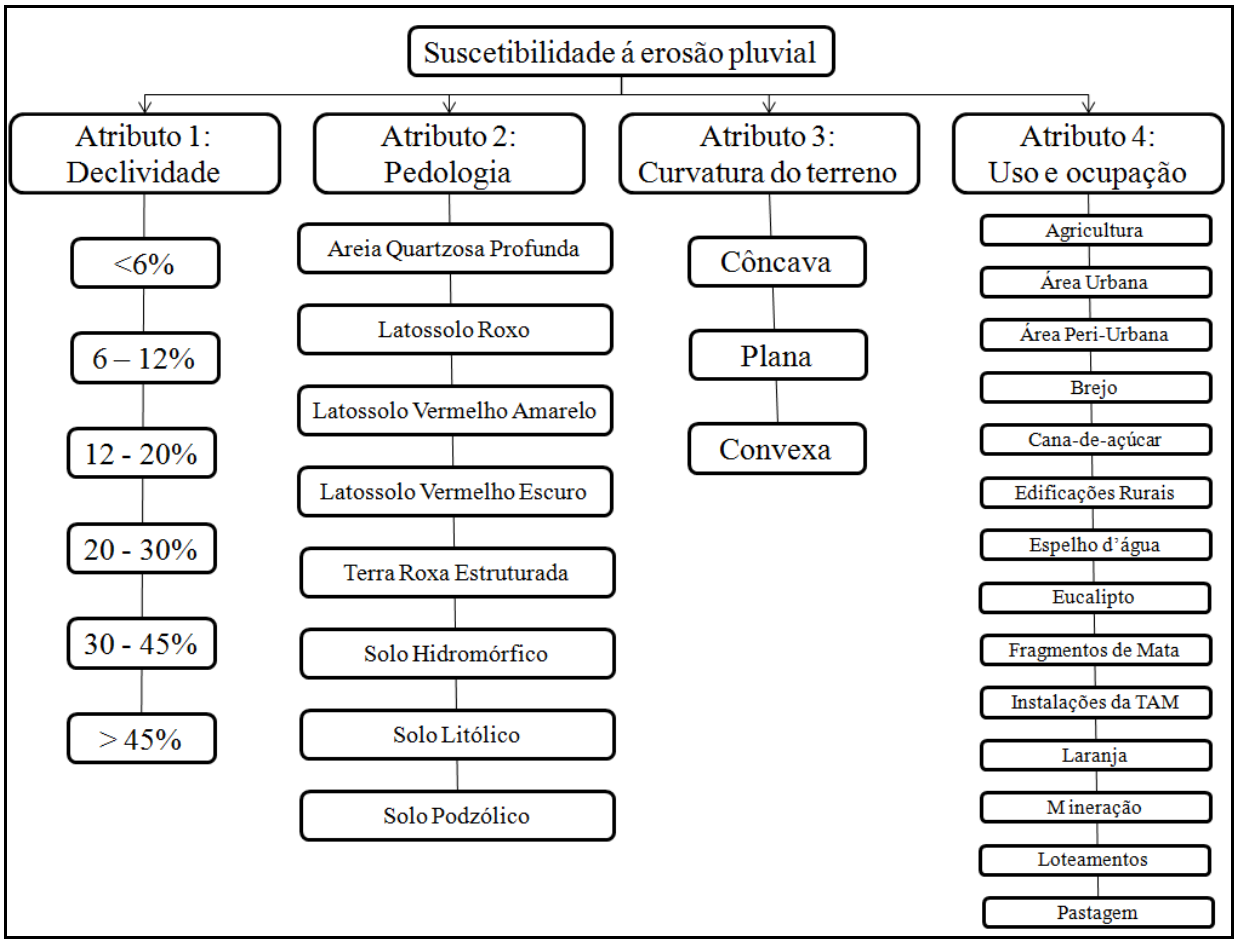


Figura 20 - Atributos e suas respectivas classes definidos para elaboração do mapa de suscetibilidade à erosão

Tabela 32 - Matriz AHP dos atributos de suscetibilidade à erosão

Matriz Recíproca

Atributos	Declividade	Pedologia	Uso e Cobertura	Curvatura
Declividade	1	2	3	4
Pedologia	1/2	1	2	6
Uso e Cobertura	1/3	1/2	1	5
Curvatura	1/4	1/6	1/5	1

Matriz Normalizada

Atributos	Declividade	Pedologia	Uso e Cobertura	Curvatura	AUTOVETOR
Declividade	0,48	0,55	0,48	0,25	0,44
Pedologia	0,24	0,27	0,32	0,38	0,30
Uso e Cobertura	0,16	0,14	0,16	0,31	0,19
Curvatura	0,12	0,05	0,03	0,06	0,07

Análise de Erro

λmáx	4,26
IC	8,68%
CA	0,90
RC	**9,64%**

Como resultados foram obtidos os *autovetores*, que representam a ordem de prioridades dos atributos. Desta forma a declividade aparece como fator mais relevante com 44%, seguida pela pedologia (30%), uso e cobertura (19%) e curvatura do terreno (7%). Esse resultado está consistente com os pesos atribuídos aos atributos e classes de atributos, pois o valor obtido pela razão de consistência foi inferior a 10% e ressaltando que a ordem de importância de cada atributo e sua respectiva classe é baseada nos julgamentos realizados na comparação par a par.

De fato, a declividade exerce uma grande influência no processo erosivo, uma vez que está condiciona à dinâmica hidrológica, alterando a velocidade do fluxo pluvial e também atuando na desagregação, arraste e transporte de partículas sólidas. A pedologia tem sua importância traduzida pela textura e coesão, enquanto que o uso indica o grau de alteração do solo e a curvatura do terreno condiciona regiões acumuladoras ou dispersoras de água pluvial.

Da mesma forma, cada classe de atributos considerada foi ponderada individualmente pelo método AHP para a obtenção dos pesos, conforme mostram as Tabela 33 a 36.

Considerou-se que, quanto maior a declividade, maior seria o potencial para gerar a erosão pluvial. Dessa forma, as cinco classes receberam ordem de importância crescente com a declividade. Como resultado obteve-se como ordem de prioridades: declividades entre 30% e superiores a 45% (46%), em seguida, entre 20 a 30% (33%), de 12 a 20% (12%), de 6 a 12% (6%) e por fim aquelas inferiores a 6% (4%). A RC encontrada para este atributo foi de 6,16%, portanto, é aceitável, pois é um valor inferior a 10%.

Tabela 33 - Matriz AHP das classes de declividade para a suscetibilidade à erosão

Matriz Recíproca

Atributos	0 - 6%	6 - 12%	12 - 20%	20 - 30%	30 a >45%
0 - 6%	1	1/2	1/4	1/7	1/9
6 - 12%	2	1	1/3	1/6	1/8
12 - 20%	4	3	1	1/5	1/4
20 - 30%	7	6	5	1	1/2
30 a >45%	9	8	4	2	1

Matriz Normalizada

Atributos	0 - 6%	6 - 12%	12 - 20%	20 - 30%	30 a >45%	AUTOVETOR
0 - 6%	0,04	0,03	0,02	0,04	0,06	0,04
6 - 12%	0,09	0,05	0,03	0,05	0,06	0,06
12 - 20%	0,17	0,16	0,09	0,06	0,13	0,12
20 - 30%	0,30	0,32	0,47	0,28	0,25	0,33
30 a >45%	0,39	0,43	0,38	0,57	0,50	0,46

Análise de Erro

λmáx	5,28
IC	6,90%
CA	1,12
RC	**6,16%**

Procedeu-se com a ponderação das classes do atributo unidades pedológicas. Esta foi baseada no fator de erodibilidade (K), portanto as Areias Quartzosas Profundas e o solo Litólico receberam maior importância, pois são mais propícios a sofrerem intemperismo, do que os solos Hidromórficos.

A ordem de prioridades resultante foi Areias Quartzosas Profundas e o solo Litólico (46%), Solo Podzólico (28%), Latossolo Vermelho Amarelo e Latossolo Vermelho Escuro (14%), Latossolo Roxo e Terra Roxa Estruturada (7%) e enfim solo Hidromórfico (4%). A RC está dentro do limite aceitável, com o valor de 2,03%.

Em seguida, foi realizada a ponderação das classes do atributo uso e cobertura, esta foi baseada no tipo de uso e cobertura e seu nível de contribuição para os processos erosivos, ou seja, quando menos cobertura vegetal e mais alterada estiver às características da estrutura do solo, maior será a probabilidade de ocorrer processos erosivos, principalmente pela ação das águas da chuva.

As áreas peri-urbanas, loteamentos e minerações foram atribuídas maior importância (37%), pois estas regiões possuem uma quantidade maior de alterações na estrutura física do solo, como compactação, diminuição da permeabilidade, enquanto que os eucaliptos e fragmentos de mata (4%), por possuírem uma cobertura vegetal, fixarem mais a estrutura do solo, ajudarem no aumento da permeabilidade e consequentemente retardarem o escoamento superficial, receberam menor importância, sendo classificados como muito baixo potencial erosivo.

Tabela 34 - Matriz AHP das classes de pedologia para a suscetibilidade à erosão

Matriz Recíproca

Atributos	Areia Quartzosa Profunda e Solo Litólico	Solo Podzólico	Latossolo Vermelho Amarelo e Latossolo Vermelho Escuro	Latossolo Roxo e Terra Roxa Estruturada	Solo Hidromórfico
Areia Quartzosa Profunda e Solo Litólico	1	2	4	6	8
Solo Podzólico	1/2	1	2	5	6
Latossolo Vermelho Amarelo e Latossolo Vermelho Escuro	1/4	1/2	1	2	4
Latossolo Roxo e Terra Roxa Estruturada	1/6	1/5	1/2	1	2
Solo Hidromórfico	1/8	1/6	1/4	1/2	1

Matriz Normalizada

Atributos	Areia Quartzosa Profunda e Solo Litólico	Solo Podzólico	Latossolo Vermelho Amarelo e Latossolo Vermelho Escuro	Latossolo Roxo e Terra Roxa Estruturada	Solo Hidromórfico	AUTOVETOR
Areia Quartzosa Profunda e Solo Litólico	0,49	0,52	0,52	0,41	0,38	0,46
Solo Podzólico	0,24	0,26	0,26	0,34	0,29	0,28
Latossolo Vermelho Amarelo e Latossolo Vermelho Escuro	0,12	0,13	0,13	0,14	0,19	0,14
Latossolo Roxo e Terra Roxa Estruturada	0,08	0,05	0,06	0,07	0,10	0,07
Solo Hidromórfico	0,06	0,04	0,03	0,03	0,05	0,04

Análise de Erro

λmáx	5,09
IC	0,02
CA	1,12
RC	**2,03%**

Tabela 35 - Matriz AHP das classes de uso e cobertura

Matriz Recíproca

Atributos	Área Peri - Urbana, Loteamento e Mineração	Cana-de-açúcar, Edificações Rurais e Pastagem	Eucalipto, Fragmentos de Mata	Área Urbana, brejo, espelho d'água e instalações da TAM	Agricultura e Laranja
Área Peri - Urbana, Loteamento e Mineração	1	6	8	4	1/2
Cana-de-açúcar, Edificações Rurais e Pastagem	1/6	1	2	1/2	1/4
Eucalipto, Fragmentos de Mata	1/8	1/2	1	1/4	1/6
Área Urbana, brejo, espelho d'água e instalações da TAM	1/4	2	4	1	1/2
Agricultura e Laranja	2	4	6	2	1

Matriz Normalizada

Atributos	Área Peri - Urbana, Loteamento e Mineração	Cana-de-açúcar, Edificações Rurais e Pastagem	Eucalipto, Fragmentos de Mata	Área Urbana, brejo, espelho d'água e instalações da TAM	Agricultura e Laranja	AUTOVETOR
Área Peri - Urbana, Loteamento e Mineração	0,28	0,44	0,38	0,52	0,21	0,37
Cana-de-açúcar, Edificações Rurais e Pastagem	0,05	0,07	0,10	0,06	0,10	0,08
Eucalipto, Fragmentos de Mata	0,04	0,04	0,05	0,03	0,07	0,04
Área Urbana, brejo, espelho d'água e instalações da TAM	0,07	0,15	0,19	0,13	0,21	0,15
Agricultura e Laranja	0,56	0,30	0,29	0,26	0,41	0,36

Análise de Erro

λmáx	5,30
IC	7,43%
CA	1,12
RC	**6,64%**

Tabela 36 - Matriz AHP das classes de curvatura para suscetibilidade à erosão

Matriz Recíproca

Atributos	Côncava	Plana	Convexa
Côncava	1	8	5
Plana	1/8	1	1/2
Convexa	1/5	2	1

Matriz Normalizada

Atributos	Côncava	Plana	Convexa	AUTOVETOR
Côncava	0,75	0,73	0,77	0,75
Plana	0,09	0,09	0,08	0,09
Convexa	0,15	0,18	0,15	0,16

Análise de Erro

λmáx	3,0099
IC	0,50%
CA	0,58
RC	**0,85%**

Finalmente, avaliaram-se as classes de curvatura do terreno. Neste caso, as superfícies côncavas foram consideradas com maior potencial erosivo, pois favorecem o escoamento superficial, seguida pelas convexas, enquanto que as superfícies planas possuem menor potencial erosivo, por encontrar essas em ambiente de relevo suave e baixa inclinação do terreno.

A ordem de prioridades resultante para esta análise foi 75% para as superfícies côncavas, 16% para as convexas e 9% para as planas. A verificação da razão de consistência resultou em 0,85%, ou seja, um valor inferior aos 10%.

Após ter gerado todas as matrizes com seus atributos e suas classes de atributos e ter calculado os *autovetores*, foi possível realizar a multiplicação dos atributos e classes de atributos para a confecção do mapa de suscetibilidade à erosão.

A Tabela 37 apresenta a distribuição em área de cada classe na área de estudo, enquanto que a Figura 21 representa o trecho centro-leste do mapa de Suscetibilidade à Erosão Pluvial no município de São Carlos (Apêndice A.II).

Nota-se que aproximadamente 60%, das áreas se concentram nas duas primeiras classes, ou seja, muito baixa e baixa suscetibilidade à erosão pluvial devido ao predomínio de declividades suaves de 0 a 6% e curvaturas predominantemente planas. Em relação à pedologia e o uso existem todos os tipos de variações possíveis nestas duas primeiras classes, mostrando, portanto, que estas áreas são menos suscetíveis a erosão pluvial.

Na ultima classe, muito alta suscetibilidade à erosão pluvial, já existe o predomínio de declividade de 20% a maiores que 30%, curvaturas predominantemente côncavas, há também um predomínio de solos do tipo Litólicos e Areia Quartzosa Profunda e as formas de uso do

solo predominantes são agricultura, área urbana, laranja, loteamento e mineração. Esta classe representa apenas 3,1% da área total.

Tabela 37–Distribuição em áreas das classes de suscetibilidade a erosão no município de São Carlos, SP

Classes	Área (km²)	Porcentagem (%)
Muito baixa	321,5	28,3
Baixa	352,1	31,0
Moderada	264,0	23,3
Alta	161,8	14,3
Muito alta	35,7	3,1

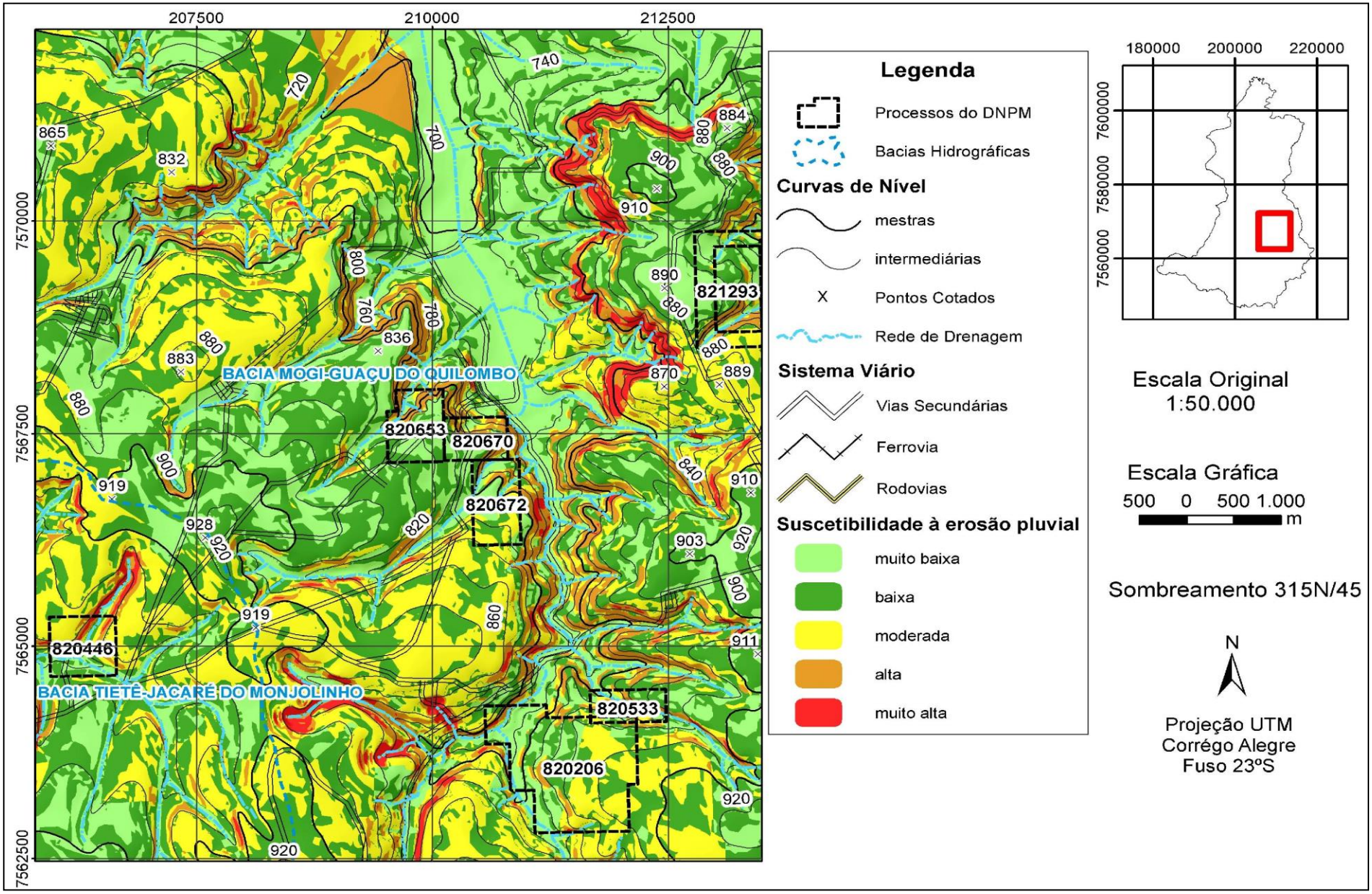


Figura 21 - Trecho centro-leste do mapa de suscetibilidade à erosão pluvial do município de São Carlos

5.4.2. Danos e restrições ambientais

A Tabela 38 mostra a confecção da matriz de danos e restrições ambientais. Esta ponderação foi baseada nos tipos de uso e cobertura encontrados no município de São Carlos e relacionou cada classe com a magnitude dos danos ambientais potenciais decorrestes das atividades minerárias, além das áreas com restrições legais e de proteção ambiental.

A ordem de prioridades obtida foi 36% para Fragmentos de Mata, Restrições Legais e Área Urbana e Peri-Urbana, 26% para edificações rurais e loteamentos, 13% para instalações da TAM, 12% para agricultura, 6% para cana-de-açúcar e laranja, 4% para pastagem e eucalipto e 2% para minerações. A razão de consistência calculada foi de 8,36%, o que indica que os julgamentos estão coerentes.

Este mapa também foi dividido em cinco classes, utilizando o método *Natural Breaks*. A Tabela 39 apresenta a distribuição em área de cada classe na área de estudo, enquanto que a Figura 22 exibe o trecho centro-leste do mapa de danos e restrições ambientais no município de São Carlos (Apêndice A.III).

Nota-se que 36,1% da área total do município situam-se nas duas primeiras classes (muito baixo e baixo). Na primeira classe encontram-se áreas das minerações, que necessariamente serão alteradas pela atividade, além de áreas com pastagens e eucalipto.

Na segunda classe, baixo dano predomina as áreas de cana-de-açúcar, eucalipto, laranja e pastagens, pois são áreas onde os danos potenciais representam prejuízos ambientais relativamente menores, uma vez que são áreas já modificadas por atividades antrópicas.

A classe moderada possui aproximadamente 25% e nela se encontra áreas com agricultura e instalações da TAM, já as classes mais altas possuem quase 40% e são as áreas com edificações rurais, loteamentos, fragmentos de mata, restrições legais e áreas urbana e peri - urbana.

Tabela 38 - Matriz AHP das classes de uso e cobertura para os danos e restrições ambientais

Matriz Recíproca

Atributos	Fragmentos de Mata, Restrições Legais e Área Urbana e Peri - urbana	Edificação e Loteamentos	Instalações da TAM	Agricultura	Cana-de-açúcar e Laranja	Pastagem e Eucalipto	Minerações
Fragmentos de Mata, Restrições Legais e Área Urbana e Peri - urbana	1	2	3	5	6	8	9
Edificação e Loteamentos	1/2	1	3	4	5	6	8
Instalações da TAM	1/3	1/3	1	2	3	4	5
Agricultura	1/5	1/4	1/2	1	4	5	6
Cana-de-açúcar e Laranja	1/6	1/5	1/3	1/4	1	3	4
Pastagem e Eucalipto	1/8	1/6	1/4	1/5	1/3	1	2
Minerações	1/9	1/8	1/5	1/6	1/5	1/2	1

Matriz Normalizada

Atributos	Fragmentos de Mata, Restrições Legais e Área Urbana e Peri - Urbana	Edificação e Loteamentos	Instalações da TAM	Agricultura	Cana-de-açúcar e Laranja	Pastagem e Eucalipto	Minerações	AUTOVETOR
Fragmentos de Mata, Restrições Legais e Área Urbana e Peri - Urbana	0,41	0,49	0,36	0,40	0,31	0,29	0,26	0,36
Edificação e Loteamentos	0,21	0,25	0,36	0,32	0,26	0,22	0,23	0,26
Instalações da TAM	0,14	0,08	0,12	0,16	0,15	0,15	0,14	0,13
Agricultura	0,08	0,06	0,06	0,08	0,20	0,18	0,17	0,12
Cana-de-açúcar e Laranja	0,07	0,05	0,04	0,02	0,05	0,11	0,11	0,06
Pastagem e Eucalipto	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,04	0,06	0,04
Minerações	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02

Análise de Erro

λmáx	7, 6624
IC	11,04%
CA	1,32
RC	**8,36%**

Tabela 39–Distribuição em área das classes de danos e restrições ambientais no município de São Carlos, SP

Classes de danos e restrições ambientais	Área (km²)	Porcentagem (%)
Muito baixo	121,9	10,7
Baixo	288,7	25,4
Moderado	279,9	24,7
Alto	20,9	1,8
Muito alto	423,7	37,4

Isso se deve, pois nas áreas urbanas e peri - urbanas, uma vez que haja algum dano à elas pode ser prejudicial para a vida humana e os custos com a reparação destes danos é bem maior sendo alguns impagáveis. Existem, além disso, as áreas de restrições ambientais que são protegidas pela Lei 12.651, de maio de 2012, em seu artigo 4°, sendo elas: as APPs de cursos d'água e nascentes, áreas com declividades acima de 45°, além disso, foram incluídas as reservas legais e os fragmentos de mata, que se degradadas há punição legal.

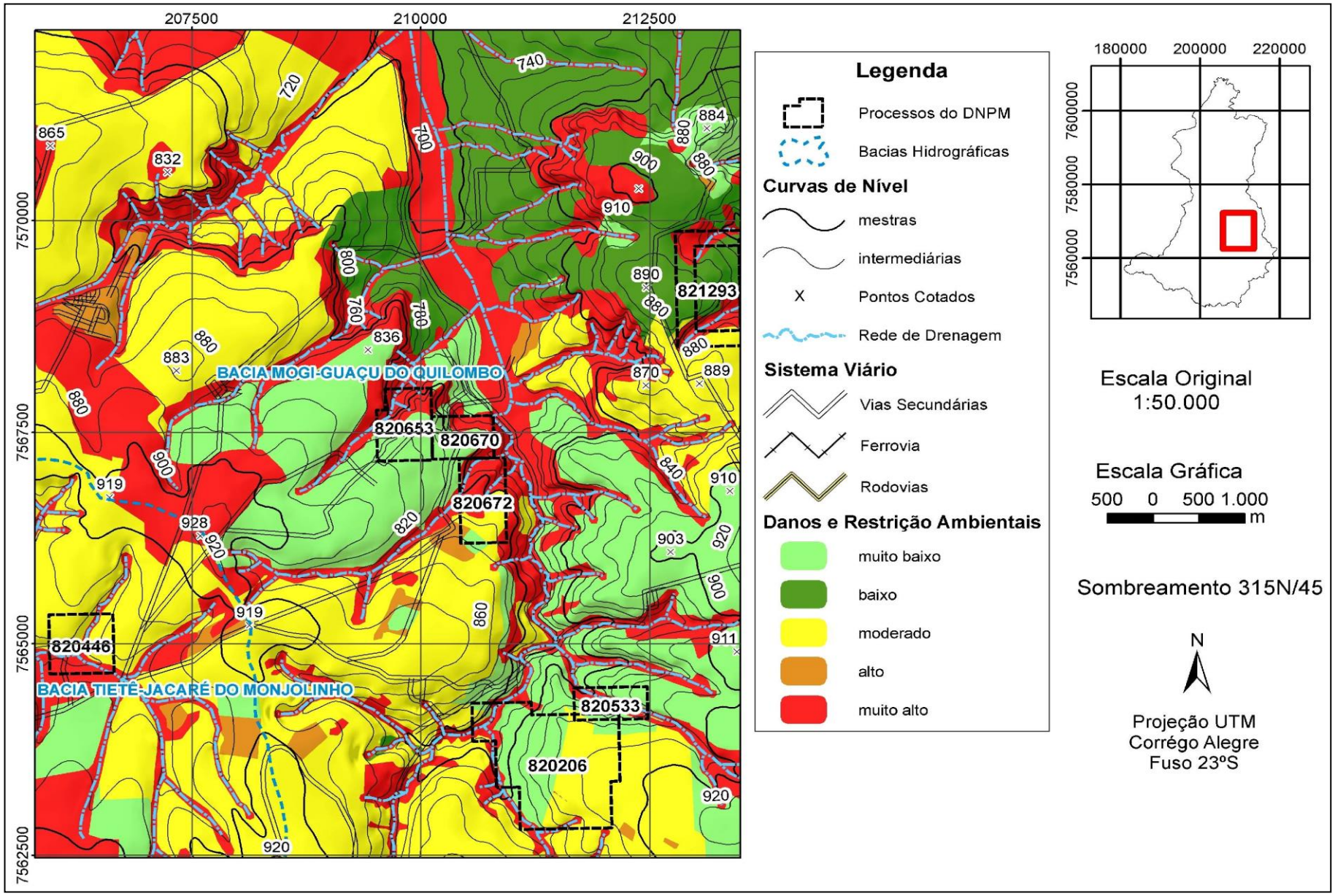


Figura 22 - Trecho centro-leste do município de São Carlos

5.5. Vistorias de Campo

Nas vistorias de campo foram levantados 58 pontos, que foram registrados e georreferenciados com o auxílio do GPS e feito o preenchimento das fichas de campo na forma de planilhas. Nesta fase foi possível confirmar ou atualizar os dados adquiridos em escritório. A Figura 23 mostra um exemplo da ficha de campo utilizada.

As anotações mostram a caracterização do empreendimento e serviram como base de informação para a geração do diagnóstico do município de São Carlos, em relação às atividades minerárias.

Identificaram-se impactos negativos como: supressão da vegetação, geração de taludes muito íngremes, alterações no relevo, geração de processos erosivos, abandono de cavas, proximidade com a área urbana, etc. Além disso, foram encontrados alguns passivos ambientais como abandono de cavas, equipamentos e de pátios de serviço.

Ficha de Campo

N° da Planilha: 32 Data da Visita: 09/05/2013
Fotos: 40 e 41
Identificação do empreendimento
(X) Sim ( ) Não
Coordenada UTM (X): 207386
Coordenada UTM (Y): 7556899
1) Qual produto está sendo minerado (tipo de extração)? basalto
2) Situação: Mina ativa (X) Mina desativada ( ) Antiga área de mineração ( )
3) Apresenta processos ativos? (erosão/assoreamento/estabilidade de taludes/mov. de massa)
( ) Sim (X) Não
4) Existe ocorrência de bota-fora/área de empréstimo?
(X) Sim ( ) Não
Descrever:o bota-fora fica ao lado do pátio de serviço e mais longe da cava
5) Outros Aspectos (lixo / animais soltos / cercamento / depósitos de rejeito e estéreis/ etc):
Descrever: existem equipamentos enferrujados e abandonados no local. O desmonte é feito com maquinário, semi-artesanal.
6) Impactos ambientais identificados/previstos (supressão da vegetação): Houve alteração no relevo, devido à criação de taludes verticais e também supressão da vegetação.
7) Quais passivos ambientais existentes? Um dos passivos ambientais é o talude vertical como consequência da exploração, outro é o abandono de uma antiga cava, que está sendo utilizada como depósito de lixo.
8) Contexto geológico-geomorfológico e aspectos geotécnicos: exploração na Formação Serra Geral.

Figura 23 - Ficha de campo preenchida

Foram identificados também pontos de assoreamento, outras áreas que sofreram alterações ambientais e minerações, que já encerraram suas atividades e estão hoje recuperadas, cumprindo a sua função social.

A partir destas visitas foram desenvolvidas as fichas resumo de campo, encontradas no Apêndice D, que são as fichas de campo modificadas e preenchidas, juntamente com as respectivas fotos das minerações, ou dos pontos de assoreamento, ou das áreas alteradas ou das antigas áreas de mineração, hoje desativadas e não cadastradas no DNPM, devido as suas atividades já terem se encerrado.

A estatística das vistorias de campo está apresentada na Figura 24. Nota-se que foram visitados principalmente os empreendimentos minerários levantados no DNPM, porém em alguns não foi possível fotografar ou entrar, pois eram cercados ou a estrada não permitia o acesso.

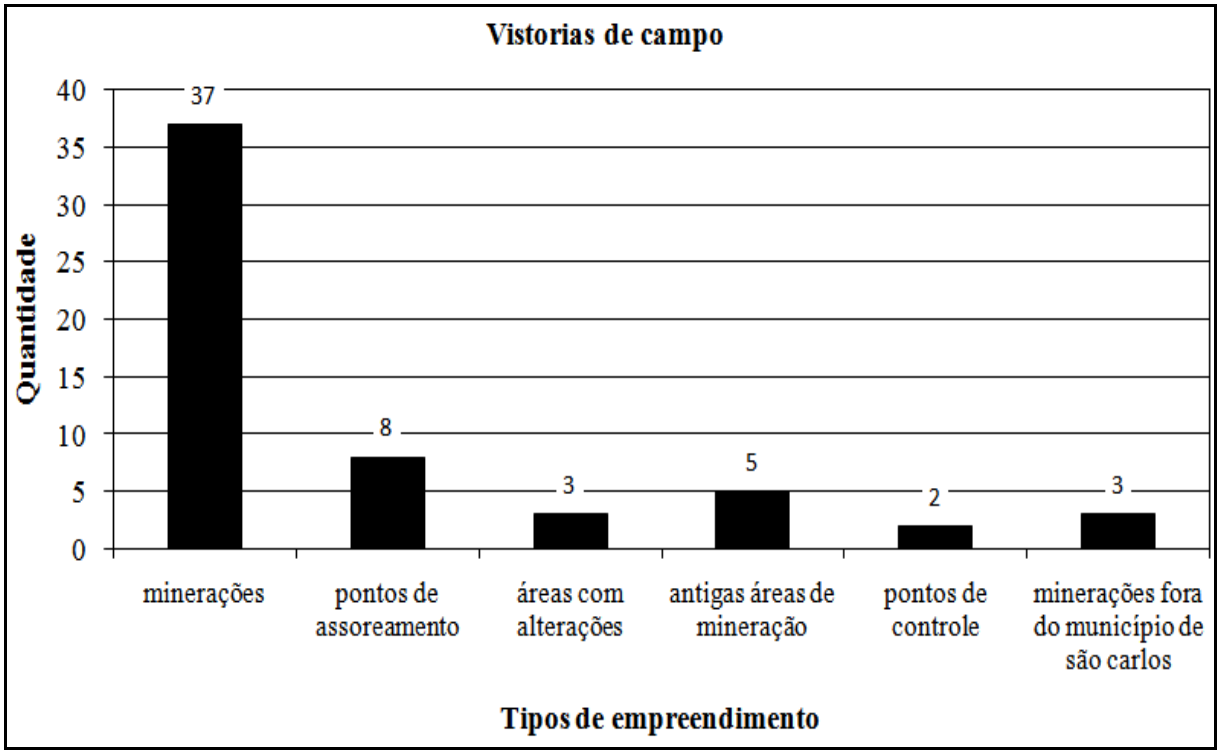


Figura 24 - Vistorias de campo

Em relação aos pontos de assoreamento foram encontrados nas imagens de satélite 23 pontos, porém nas visitas de campo observou-se que alguns eram bancos de areia naturais e outros pontos foram confundidos com cursos d'água encachoeirados. Devido à dificuldade para se ter acesso a estes pontos, foi possível identificar somente oito. Quatro deste total se encontram na bacia do Monjolinho como mostra a Figura 25.

As áreas com as alterações ambientais identificadas foram uma área de empréstimo, uma pista de motocross que também é utilizada pela prefeitura para depósito de podas e capinas realizadas na área urbana e uma área onde foi feito um piscinão para receber a drenagem pluvial do bairro cidade de Aracy, todas estas áreas com alterações ambientais foram encontradas na bacia do Monjolinho.

As cinco antigas áreas de mineração pertencem também à bacia do Monjolinho, o que acarreta em passivos ambientais para o município de São Carlos e que serão detalhadas no item 5.6.1 (p. 123).

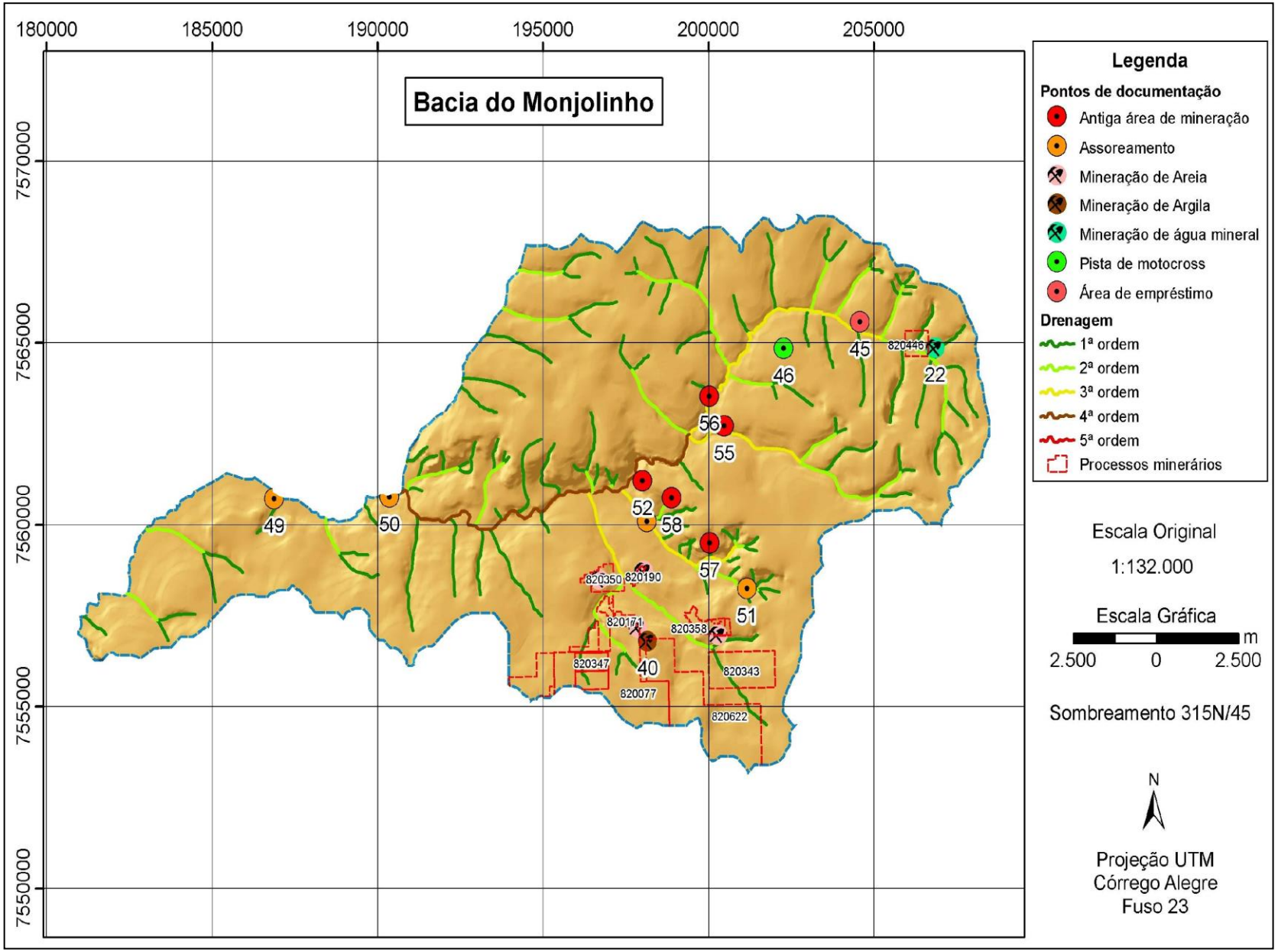


Figura 25 - Bacia do Monjolinho

5.6. Diagnóstico e Prognóstico Regional das Atividades Minerárias no Município de São Carlos

5.6.1. Considerações Gerais

Os mapas temáticos e analíticos juntamente com os dados obtidos nesta pesquisa representam 112,7km² de áreas requeridas pelos processos minerários, ou seja, 10% da área total do município de São Carlos foram solicitadas para exploração de bens minerais, mas quando se considera apenas os processos em que há as minerações instaladas a porcentagem diminui para 1,4% da área total.

A pesquisa considerou que o total das áreas requeridas para exploração mineral é o somatório dos processos ativos (com minerações instaladas ou não) e inativos, não havendo, portanto, sobreposição dessas áreas.

As Tabelas 40 e 41 sintetizam, respectivamente, a distribuição em área nos limites (polígonos) dos diferentes processos minerários cadastrados no município de São Carlos (SP), em relação às classes de suscetibilidade à erosão pluvial e de danos e restrições ambientais.

Com relação à suscetibilidade à erosão pluvial os resultados obtidos indicam o predomínio de empreendimentos ocupando terreno de muito baixa e baixa suscetibilidade à erosão (54,5% da área total dos empreendimentos). Notou-se também a existência significativa de empreendimentos ocupando terrenos de alta e muito alta (21,3%) e de moderada suscetibilidade à erosão pluvial (24,2%).

Observa-se nos processos ativos, com as minerações já instaladas, o predomínio de áreas muito baixa e baixa suscetibilidade à erosão pluvial (5,5%), entretanto, os empreendedores, devem se preocupar com a erosão pluvial e não permitir sua ocorrência, mas caso ela aconteça, é seu dever tomar medidas de controle para sua contenção e minimização.

Com relação aos danos e restrições ambientais os resultados obtidos indicam que os processos ocupam terreno de muito baixo a baixo danos e restrições ambientais (44,3% da área total dos empreendimentos). Observa-se, porém, a existência significativa de processos ocupando terrenos com alto, muito alto (41,5%) e com moderado (14,3%) dano potencial e restrições ambientais.

Tabela 40 - Áreas ocupadas pelos processos minerários em relação à suscetibilidade à erosão

Classes	Área Total		Ativo (não instalada)		Ativo (instalada)		Inativo (não instalada)	
	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%
Muito baixa	39,9	35,4	32,1	28,5	4,5	4,0	3,25	2,88
Baixa	21,5	19,1	16,1	14,3	1,7	1,5	3,82	3,39
Moderada	27,3	24,2	22,6	20,1	1,3	1,2	3,32	2,95
Alta	20,1	17,8	15,4	13,7	1,8	1,6	2,86	2,54
Muito alta	3,9	3,5	2,6	2,3	0,4	0,3	0,97	0,86

Tabela 41 - Áreas ocupadas pelos processos minerários em relação aos danos e restrições ambientais

Classes	Área Total		Ativo (não instalada)		Ativo (instalada)		Inativo (não instalada)	
	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%
Muito baixo	16,7	14,8	11,9	10,6	2,6	2,3	2,2	2,0
Baixo	33,2	29,5	29,5	26,1	0,7	0,6	3,1	2,7
Moderado	16,1	14,3	10,4	9,2	1,4	1,2	4,4	3,9
Alto	2,1	1,9	1,7	1,5	0,0	0,0	0,4	0,3
Muito alto	44,6	39,6	35,4	31,4	5,0	4,4	4,2	3,8

Os processos inativos ocupam terrenos com moderado (3,9%) e muito altos (3,8%) danos potenciais, o que pode acarretar em problemas futuros para o município de São Carlos, como a geração de passivos ambientais.

Nota-se que os processos ativos com as minerações instaladas ocupam principalmente terrenos com muito alto (4,4%) dano potencial e restrições ambientais. Isto ocorre por eles se localizarem principalmente em áreas de APP, por algumas estarem na área urbana e peri-urbana ou também inseridas nos fragmentos de mata.

Os mapas analíticos são um reflexo dos mapas temáticos e suas classes, pois a partir deles geraram-se os mapas de suscetibilidade à erosão pluvial e de danos e restrições ambientais, portanto, a seguir é apresentado um detalhamento de cada atributo e suas classes de atributos, além de uma síntese sobre o mapa de unidades geológicas.

Em relação ao mapa de declividade observa-se o predomínio da classe de 0 a 6% (65,7%), ou seja, o município possui como características relevos suaves e grande parte das áreas ocupadas pelos processos estão localizados nestas áreas mais planas (Figura 26). Ao separar os processos em ativos (sem minerações instaladas), ativos (com minerações instaladas) e inativos para a realização de uma análise mais detalhada nota-se que se destacam os processos ativos, pois abrangem, principalmente, as áreas classificadas como muito baixa e baixa (70%).

Em relação às encostas, quase 42% dos processos, encontra-se nas áreas planas, o que facilita o acesso e a exploração dos bens minerais, mas existe uma parcela significativa destas áreas (36,7%) que se encontram nas encostas convexas, ou seja, em regiões dispersoras de água, podendo acarretar problemas relacionados aos processos erosivos (Figura 27).

Quando analisamos os processos inativos e verificamos que 3,1% possuem encostas côncavas a preocupação se torna ainda maior, pois pode haver a ocorrência de passivos ambientais, principalmente pela geração de processos erosivos, o que para Magalhães et al. (2012) é o passivo mais degradante, uma vez que este está relacionado a outro processo também importante, que é a perda de solo, por este fenômeno ser bastante oneroso e a recuperação e surgimento de um novo solo demandar muito tempo.

Em relação ao mapa de unidades geológicas nota-se que a maioria dos processos ativos realiza exploração nos aluviões, principalmente para a retirada de areia para a construção civil, o que pode acarretar na geração de impactos negativos como: assoreamento do curso d'água e conseqüentemente a inundação dessas áreas, perda de solo superficial, disposição de estéreis em pilhas, contaminação por combustível utilizado para o funcionamento da draga, geração de processos erosivos na área da mata ciliar. Dos cinqüenta e cinco empreendimentos, dezesseis estão localizados nos aluviões estando apenas um processo inativo, três ativos com minerações instaladas e o restante com seus processos no DNPM ativos.

Aproximadamente 20% dos processos ativos encontram-se na Formação Botucatu, que é a área de recarga do aqüífero Guarani, pois isso nestas deve-se ter uma maior cuidado para não permitir a contaminação das águas subterrâneas e para não ocorrência de passivos ambientais. As instaladas localizadas nesta região fazem a exploração de arenito e com as vistorias de campo notou-se o abandono de cavas, pilhas de rejeito e bota-fora, o que foi considerado nesta pesquisa, assim como Candido (2004), como já sendo características de passivos ambientais (Figura 28).

Em relação ao mapa de unidades pedológicas destaca-se as Areais Quartzosas profundas, pois são as mais ocupadas pelos processos com 30,3%. Em seguida os processos ocupam as áreas com Latossolo Roxo (17,8%) e os Solos Hidromórficos (16,4%). As outras classes são menos relevantes.

As Areais Quartzosas possuem alta permeabilidade o que facilita a percolação de água, estando 26,3% dos processos ativos localizados neste tipo de solo, realizando a exploração de areia principalmente, onde três processos estão ativos e com as minerações instaladas e se

localizam na porção sul do município e são bastante suscetíveis aos processos erosivos, pois possuem textura areia e se desagregam mais facilmente (Figura 29).

Em relação aos usos e coberturas do município de São Carlos existe o predomínio com 30,8% de áreas requeridas onde há plantações de cana-de-açúcar, o que muitas vezes acarretam em conflitos entre o uso do solo e os processos minerários (Figura 30).

Existe uma porcentagem significativa (29,0%) de áreas requeridas pelos processos minerários, mas que a cobertura são os fragmentos de mata, este valor deveria ser ainda mais elevado, pois nas vistorias de campo, notou-se que muitas vezes não há a preservação das APPs, e quando analisada a porcentagem de processos ativos com minerações instaladas em relação ao uso observa-se que 2,4%, ou seja, a maior porcentagem para este caso se localiza em conjunto com as matas. Isto ocorre porque geralmente as minerações de areia, que predominam no município, realizam extração deste mineral diretamente do leito do rio, interferindo nas APPs.

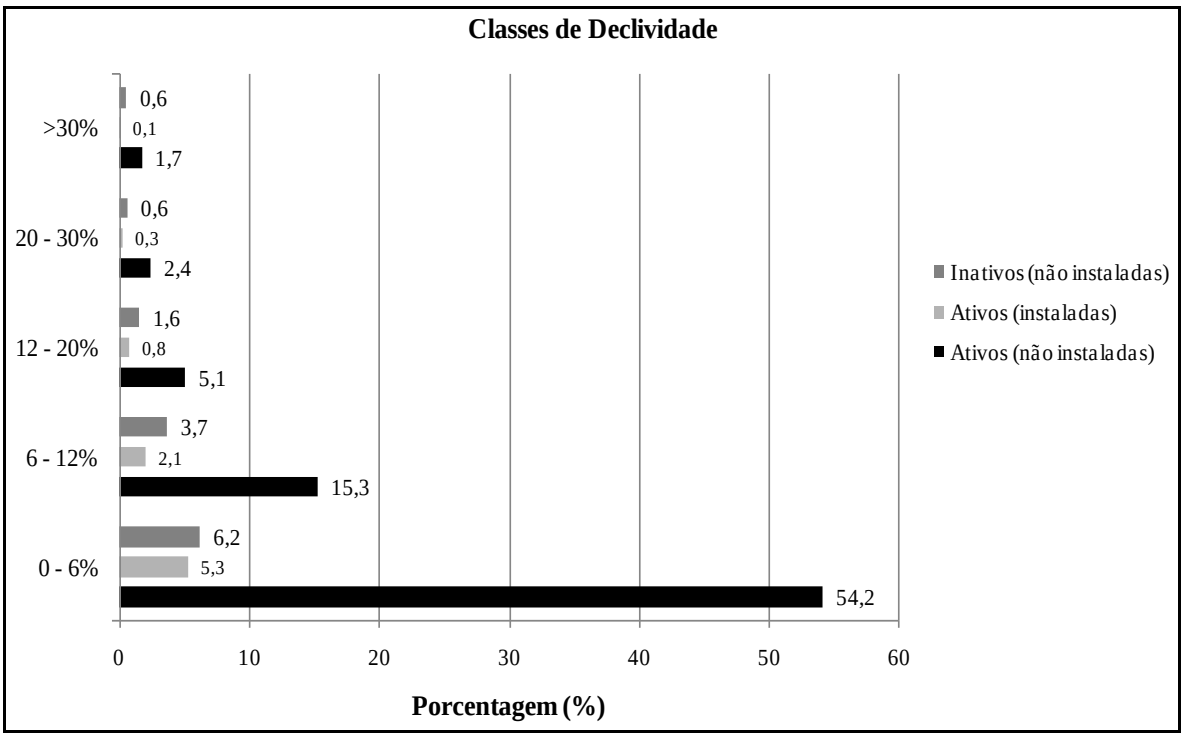


Figura 26 - Porcentagem referente às áreas ocupadas pelos processos minerários em relação ao mapa de declividade

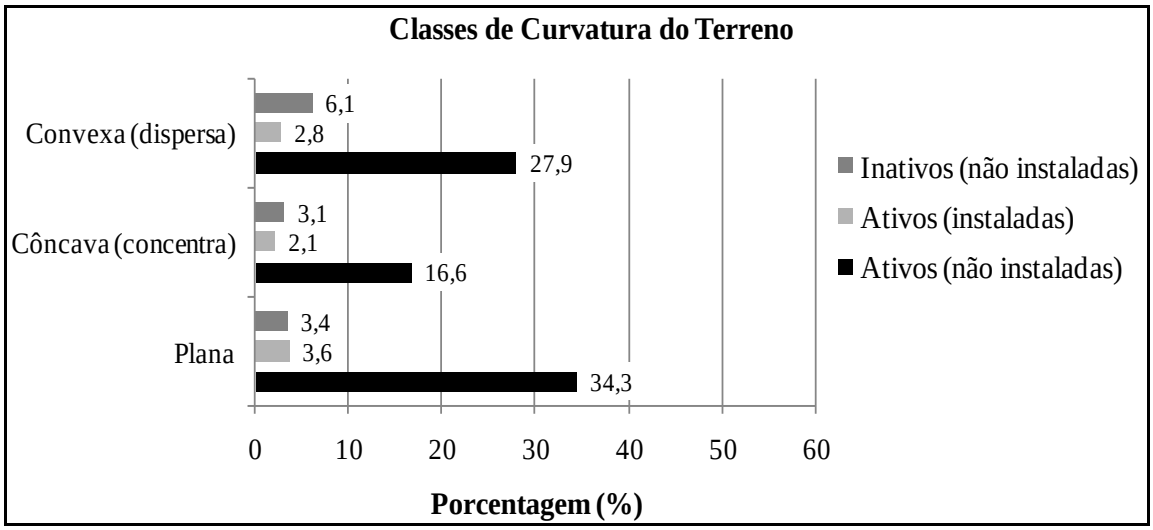


Figura 27 - Porcentagem referente às áreas ocupadas pelos processos minerários em relação ao mapa de curvatura do terreno

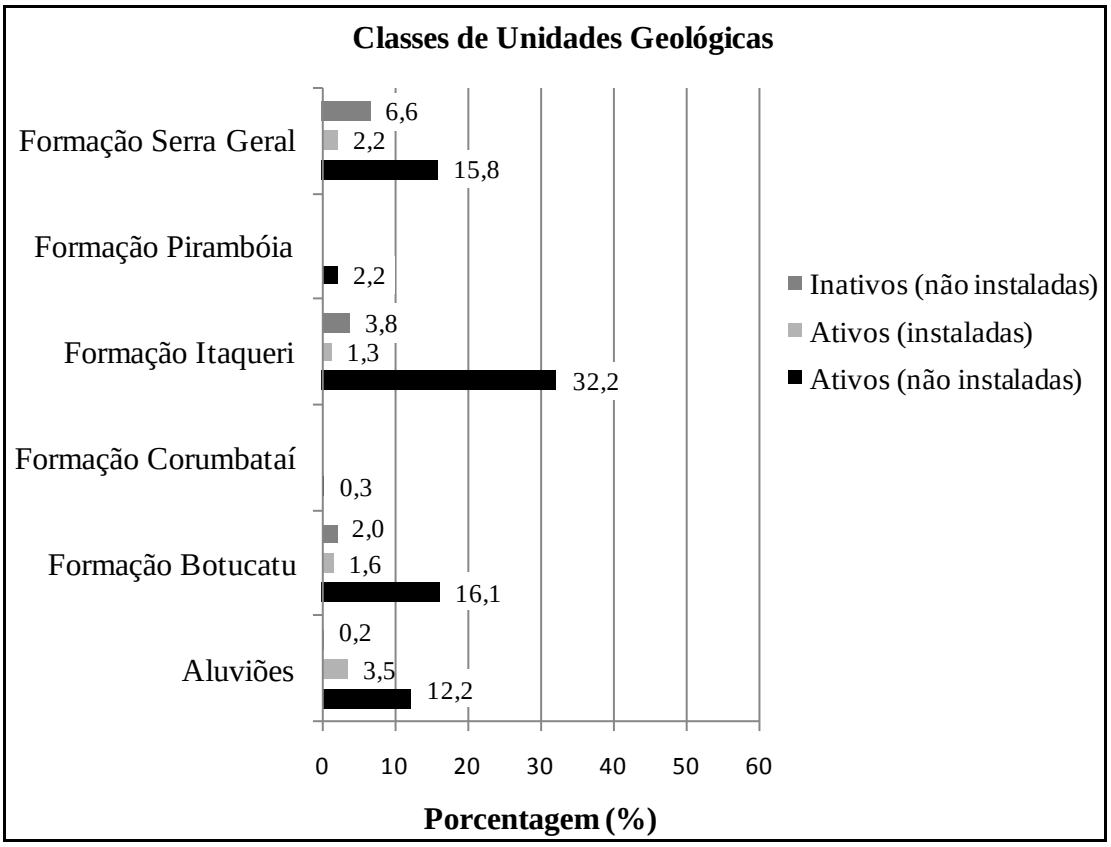


Figura 28 - Porcentagem referente às áreas ocupadas pelos processos minerários em relação ao mapa de unidades geológicas

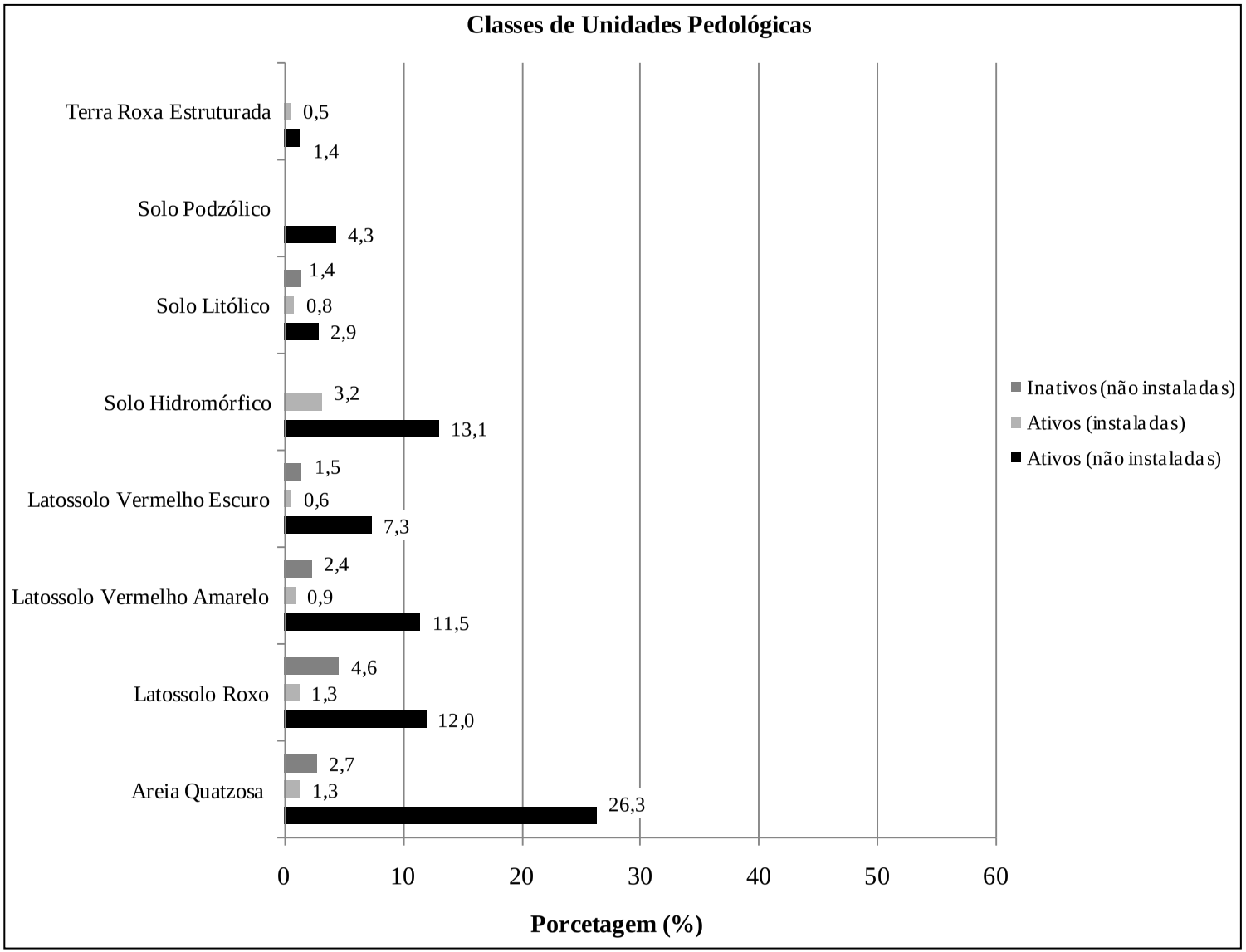


Figura 29 - Porcentagem referente às áreas ocupadas pelos processos minerários em relação ao mapa de unidades pedológicas

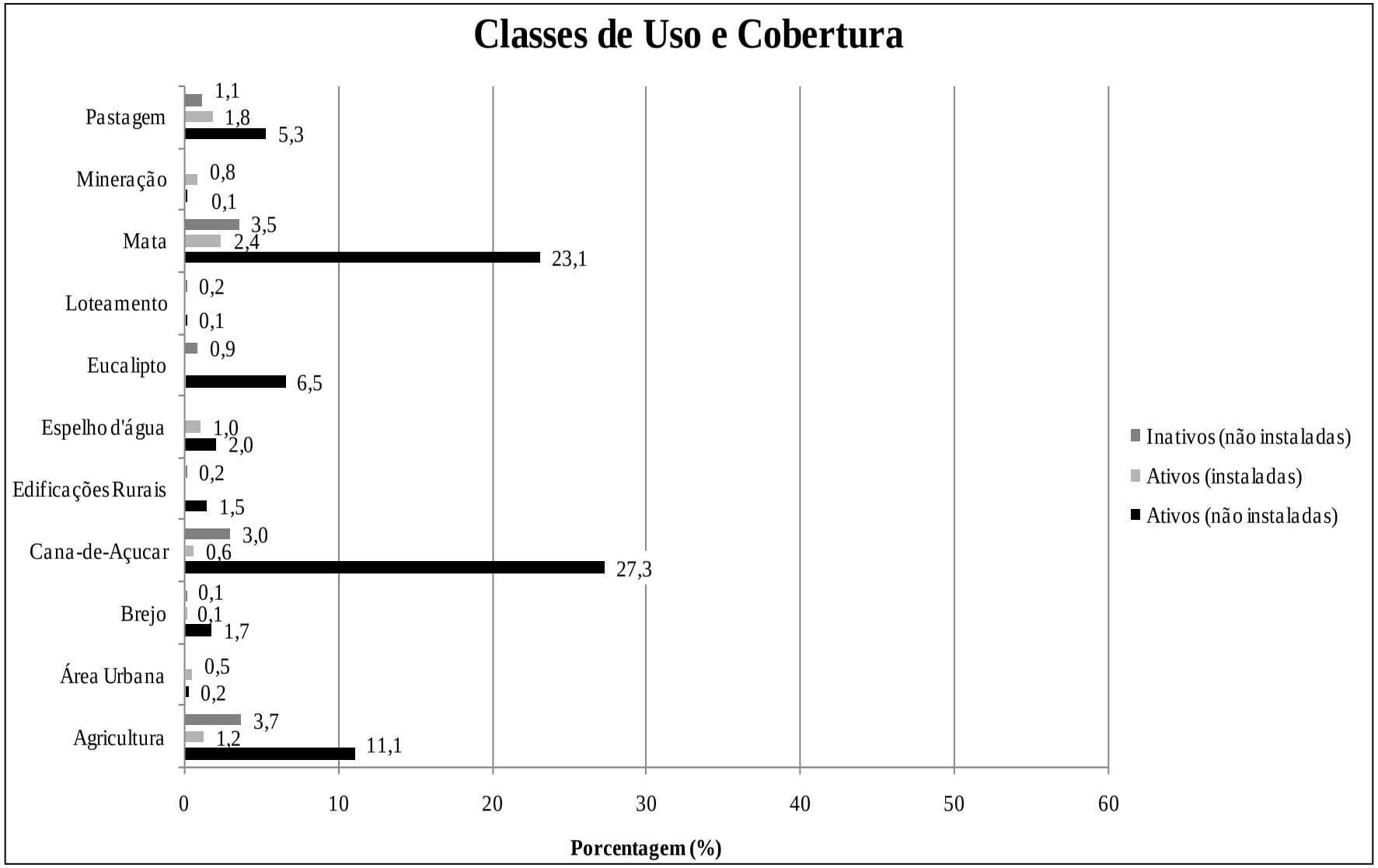


Figura 30 - Porcentagem referente às áreas ocupadas pelos processos minerários em relação ao mapa de uso e ocupação

Em relação aos pontos de assoreamento foi possível visitar apenas oito, que serão descritos a seguir. Nas imagens de satélite foram identificados doze pontos de assoreamento no rio Mogi-Guaçu, mas a maioria destes pontos não possui acesso por terra, somente a partir do uso de barcos, então foram observados apenas dois pontos. Estes pontos se concentram nas bacias Mogi-Guaçu das Gabirobas, ao norte, e na Tietê – Jacaré do Monjolinho, onde localiza-se a área urbana.

No primeiro ponto visitado identificaram-se processos de erosão marginal e o acúmulo de areia em um braço deste rio, como ilustrado na Figura 31.

No segundo ponto notou-se que o lado direito do rio estava bem preservado em relação à mata ciliar e não existem edificações, diferentemente do lado esquerdo, onde há um condomínio fechado chamado GAMA. A partir da Figura 32 nota-se que o rio trouxe vários materiais como pedregulhos e resíduos de construção civil, porém não parecem recente.

Outros impactos negativos foram observados no rio Laranja Seca, pois ele está situado a jusante das minerações de arenito (Figura 33). Nota-se que a lâmina d'água está baixa e que não existe a preservação das áreas de APPs. Não foi encontrada nenhuma vida aquática neste rio. Ele é cercado para impedir a entrada de gado. Em relação à mineração também é cercada e não foi permitido nosso acesso.

Dentro da área urbana foram encontrados pontos de assoreamento no Córrego Água Quente, e próximos a eles processos erosivos, a partir da Figura 34 nota-se que estes depósitos são recentes e devido a proximidade com a erosão devem ser consequência da mesma. Este córrego situa-se próximo ao cemitério e está inserido dentro da área urbana.

Finalmente, foi visitado o ultimo ponto de assoreamento dentro, também da área urbana, este se deve por causa ao novo loteamento no bairro Cidade de Aracy, foi encontrado lixo nos pontos de assoreamento, pouca vegetação, sem a preservação da APP, já que o córrego não é canalizado e mau cheiro.

Em relação aos outros empreendimentos, que sofreram alterações ambientais, observou-se a supressão da vegetação, alterações no relevo e retirada de solo, em todos eles, o primeiro é uma área de empréstimo, de onde a prefeitura retira solo, o segundo é uma área atualmente destinada para motocross, mas que a prefeitura também deposita os resíduos de poda e capina feitos para a manutenção da área urbana e também existe uma máquina para triturar estes resíduos e por fim, foi identificado um piscinão, para o qual a água pluvial, do novo

loteamento no bairro cidade de Aracy, escoa, com o objetivo de prevenir inundações (Figura 35).

Figura 31 - Braço do rio Mogi-Guaçu

Figura 32 - Margem esquerda do rio Mogi-Guaçu

Figura 33 - Córrego Laranja Seca

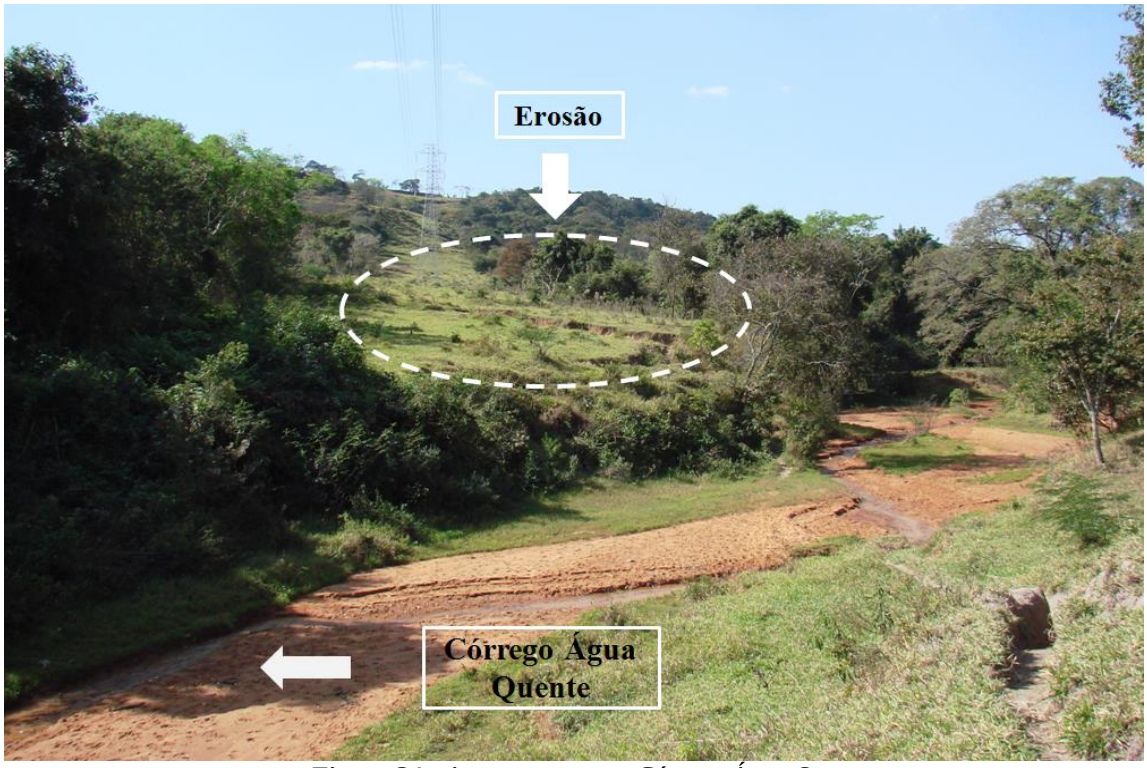


Figura 34 - Assoreamento no Córrego Água Quente

Figura 35 - Áreas com alterações ambientais

Em relação às antigas áreas de mineração foram encontrados cinco empreendimentos, onde foi observado o abandono de três áreas e a recuperação de duas, estando todas elas localizadas na bacia hidrográfica Tietê - Jacaré do Monjolinho, ou seja, dentro do perímetro urbano.

A primeira mineração está totalmente abandonada e é possível ver a vegetação crescendo sobre as pilhas de rejeito, antigamente realizava a extração de basalto e cascalho. Existem ainda taludes bastante íngremes na antiga frente de lavra, que foram considerados como passivos ambientais e apesar de estar cercada é possível abri-la facilmente.

Às outras duas abandonadas localizam-se dentro da área urbana, no bairro Jardim Beatriz, e possuem como passivo ambiental a cava, que possui uma frente de lavra com taludes bastante íngremes, que estão tomados por gramíneas. Nenhuma das duas é cercada. Houve a supressão de vegetação e alterações no relevo devido à retirada de basalto. O grande problema é ao seu redor de uma delas, onde existem casas, algumas até construídas na parte superior da antiga frente de lavra o que pode acarretar também em acidentes para a população.

A quarta também fazia extração de basalto e foi englobada pela área urbana, hoje cumpre seu papel social como área de proteção ambiental. Ainda notam-se os taludes íngremes na

antiga frente de lavra, hoje está totalmente restaurada, pois em toda a cava fez-se o plantio de mudas de árvores. A entrada é de livre acesso, como ilustrada na Figura 36.

Finalmente, a quinta mineração também extraia basalto e hoje sua cava foi preenchida com água, onde é possível notar a presença de peixes. Ela é totalmente cercada por muros e situa-se também na área urbana do município de São Carlos.

O Plano Diretor de São Carlos, instituído pela Lei n°13.691 de 2005, só faz uma menção ao assunto mineração dizendo que as considera como uso não agrícola e permite a exploração mineral na macrozona urbana descrito pelo mesmo, porém a prefeitura não pode escolher em qual local será instalada as minerações já que existe uma rigidez locacional, ou seja, independe do homem onde ocorrerão as jazidas minerais.

Para o prognóstico foram consideradas apenas os processos ativos (sem as minerações instaladas). Com relação à suscetibilidade à erosão pluvial os resultados obtidos indicam a existência significativa de áreas ocupando terrenos com, alta e muito alta, suscetibilidade à erosão pluvial (16%). Apesar das áreas requeridas terem uma maior porcentagem (42,8%) nas duas primeiras classes, é necessário um estudo mais aprofundado quando as minerações forem se instalar nestas áreas, pois no geral encontram-se nas planícies aluvionares do rio Mogi-Guaçu e supõe-se que extrairão areia ou argila.

Figura 36 - Antiga cava de basalto, agora recuperada

Em relação ao mapa de danos e restrições ambientais os resultados obtidos indicam um predomínio (36,7%) de áreas requeridas em muito baixo e baixo dano potencial e restrições ambientais. Mesmo assim, a existência de áreas requeridas nas classes alto e muito alto dano potencial e restrições ambientais é bastante significativa (32,9%).

Estas áreas estão relacionadas com a área urbana, a área peri-urbana, os fragmentos de mata e as áreas de APPs. As áreas requeridas com, baixo ou muito baixo, dano potencial abrangem culturas de cana-de-açúcar, laranja ou pastagem.

A simples operação dos equipamentos de extração, transporte e veículos das pessoas próximas ao empreendimento, afeta de maneira significativa a paisagem local, soma-se a esse fato a destruição da paisagem no local de estocagem do material até o mesmo ser removido em definitivo.

A partir destas análises, então, sugerem-se como diretrizes para a mitigação dos impactos negativos que os mineradores tomem medidas preventivas para impedir a ocorrência dos pontos de assoreamento, criando, por exemplo, caixas de contenção nos pátios de secagem, principalmente nas minerações de areia situadas no rio Mogi-Guaçu, onde há uma maior concentração de minerações ativas, das quais, três estão instaladas.

Verificou-se nas vistorias de campo que há uma ausência de proteção das nascentes, recomenda-se então que pelo menos as nascentes sejam cercadas, principalmente porque muitas delas se encontram dentro dos empreendimentos minerários e que também sejam cumpridas e delimitadas as áreas impostas pela legislação em relação às APPs de curso d'água e com declividades acima de 45° (Código Florestal – Lei n°12.651/2012).

Aconselha-se também ter uma preocupação com as matas ciliares, principalmente do rio Mogi-Guaçu, pois se notou a ausência ou rarefação destas matas. Outro impacto negativo a ser mitigado é o desmatamento, pois se observou a supressão da vegetação em quase todas as minerações instaladas, portanto sugere-se que os empreendimentos reservem uma área para recomposição de espécies nativas e crie também um banco de sementes.

Outro fator digno de nota é a construção de vias de acesso, uma vez que a grande maioria dos empreendimentos se encontra na zona rural. Sugere-se, portanto, a desativação das praças de serviço, o plantio da vegetação nativa e o revolvimento do solo com maquinário para a aeração do mesmo, após o término da atividade minerária.

Outra sugestão é a implantação de cercas vivas ao redor de todas as vias de transporte e do empreendimento a fim de evitar o atropelamento de animais, a diminuição do ruído e

melhoramento dos impactos visuais. Também se aconselha realizar o controle da erosão pluvial e o plantio de gramíneas.

A partir destas medidas pretende-se minimizar e/ou impedir a ocorrência dos impactos negativos e melhorar os conflitos entre a mineração, a população e o meio ambiente. É sabido que o responsável pela execução destas medidas é o empreendedor, porém aconselha-se que o Poder Público municipal participe do processo de recuperação visando assegura a compatibilidade entre o uso futuro da área ocupada pela mineração, a população e o meio ambiente.

O Plano Diretor instituído pelo município de São Carlos, no que consta em relação aos bens minerais, o tema é bastante vago, como já foi dito, portanto a autora tem conhecimentos que é da responsabilidade do DNPM, fiscalizar os empreendimentos minerários, mas é função do município gerir estes empreendimentos e deve-se considerar também que a mineração não pode ser instalada em qualquer local já que não se pode escolher onde ocorrerão as jazidas minerais.

A falta de políticas públicas e uma gestão efetiva das atividades minerárias, citadas pelo IPT (2003) e por Fernandes (2007), portanto, podem acarretar em uma geração de alterações ambientais ainda maiores que os impactos negativos já provocados pelas atividades minerárias no município de São Carlos.

Assim como Farias (2002) aconselha-se, portanto, que a gestão do município leve em consideração a pluralidade dos interesses da população para evitar os conflitos em relação ao uso do solo e que não dependa apenas do minerador a iniciativa a fim de evitar este tipo de problema, como sugere Freire (2000).

5.6.2. Exemplo de diagnóstico detalhado para alguns empreendimentos

A partir das visitas a campo e do levantamento realizado no DNPM foram preenchidas 58 fichas de campo. Em alguns empreendimentos não foi possível obter acesso, ou por ele estar cercado ou por não permitir a nossa entrada. Deste total, duas fichas resumo foram preenchidas indicando pontos de controle. Trinta e sete empreendimentos foram levantados e estavam com seus processos ativos na autarquia federal e apenas oito desativados. Segue

abaixo alguns exemplos selecionados que se apresentaram mais interessantes de serem discutidos. As outras fichas resumo estão no Anexo IV.

A partir do levantamento realizado no DNPM e as vistorias de campo identificou-se quatorze empreendimentos já instalados, sendo que apenas um encerrou suas atividades. Faz-se principalmente a extração de areia e arenito, também, explora-se basalto. A seguir serão mostrados alguns exemplos destes e suas características.

A Figura 37 apresenta uma propriedade que solicitou a verificação de disponibilidade do minério basalto, em uma área de 49,1ha. Seus processos encontram-se ativos no DNPM. Ela possui baixíssima suscetibilidade a erosão e classifica-se como baixa ocorrência de danos e restrições ambientais, o que torna sua instalação bastante viável devido às condições de relevo (Tabela 42).

Ela tem como característica altitudes de 680m até 720m, declividade de 0 a 20%, não possui cursos d'água no seu interior, existe o predomínio de Latossolo Roxo, que devido à presença de argila poderia auxiliar como barreira para a prevenção da percolação de contaminantes. Faz-se atualmente, uso do solo para a cana-de-açúcar. Localiza-se próximo a rodovia Eng. Thales de Lorena Peixoto Júnior, que poderia facilitar o escoamento do minério, caso a mineração for instalada.

A Figura 38 apresenta o afloramento de blocos de diabásio, portanto a partir das visitas de campo foi possível comprovar que no local não há basalto, e sim diabásio.

A Figura 39 mostra uma área requerida de 118,4ha para a exploração de basalto. Nota-se que o empreendimento foi instalado em uma área que possui baixas declividades e aproximadamente, 71% se encontra em áreas de baixa ou muito baixa suscetibilidade a erosão pluvial. Em relação aos danos e restrições ambientais a área foi classificada em três classes apenas, sendo elas: muito baixa, baixa e muito alta (Tabela 43).

O empreendedor deverá tomar alguns cuidados, pois, 15,20% de sua área têm a possibilidade de sofre danos potenciais e/ou restrições ambientais, como por exemplo, reserva legal ou APP. Por ele passa dois cursos d'água sendo um de segunda e um de quarta ordem. Parte da área solicitada para o DNPM realiza o cultivo de cana de açúcar. Existe o predomínio de Latossolo Roxo e Latossolo Vermelho Escuro.

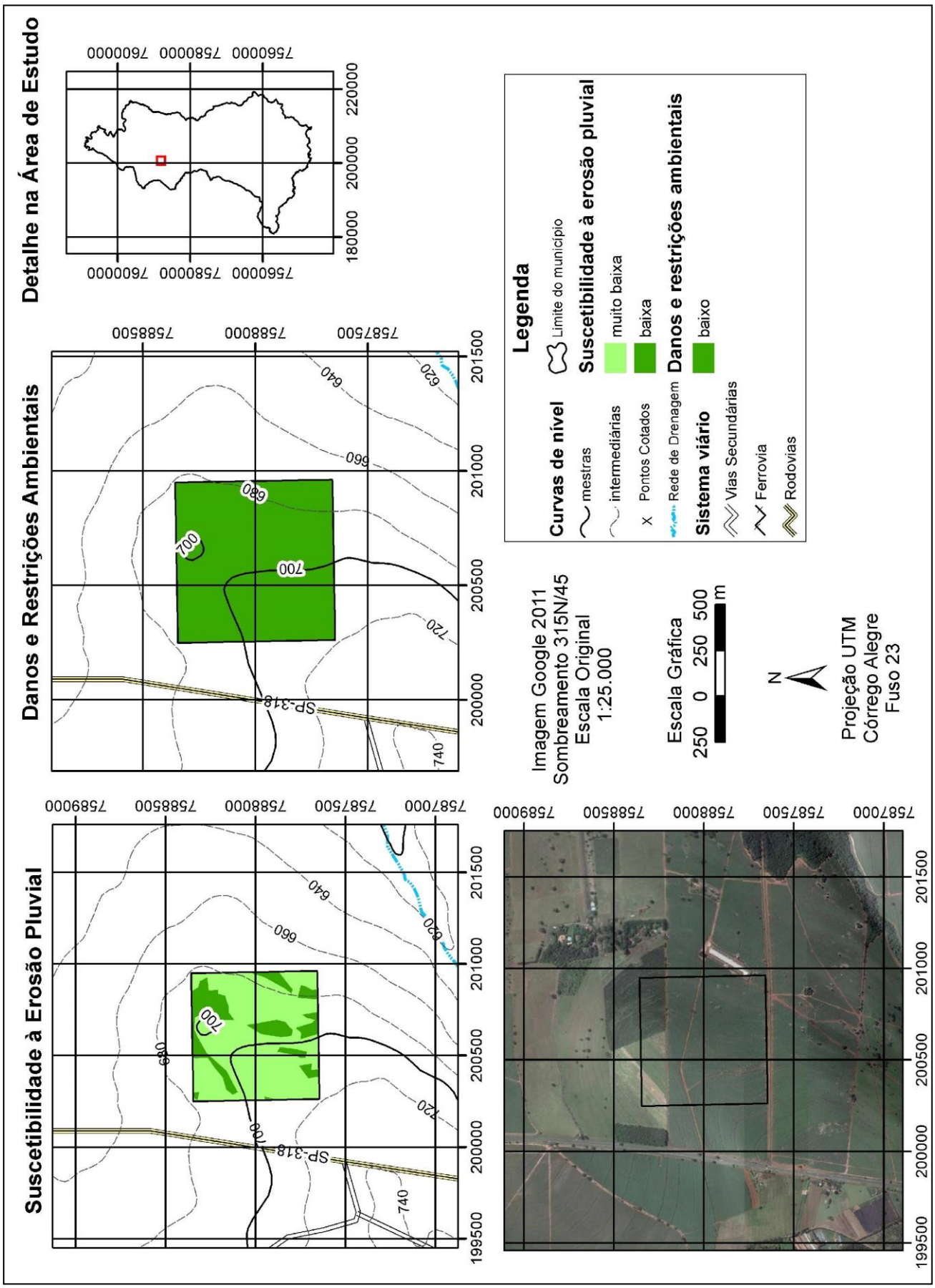


Figura 37 - Mineração de diabásio desativada

Tabela 42 - Distribuição das áreas em classes de suscetibilidade a erosão e aos danos e restrições ambientais da mineração de diabásio

Muito baixa	38,7	79,0
Baixa	10,4	21,0
Danos e Restrições Ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
Baixo	49,1	100,00

Figura 38 - Afloramento de blocos de diabásio

Nas vistorias de campo verificou que a exploração se dá a céu aberto e é feita com desmonte com explosivos, pois o basalto é uma rocha dura e sua fragmentação se dá por detonação. Os impactos mais visíveis são supressão da vegetação e a alteração no relevo (Figura 40). Deve-se preocupar com a estabilidade dos taludes na frente de exploração.

O jornal local (São Carlos Agora) noticiou a vistoria do exército e da polícia militar neste empreendimento com o objetivo de coibir a produção ilegal e o desvio de explosivos utilizados pela mineração. Na vistoria não foi encontrada nenhuma irregularidade.

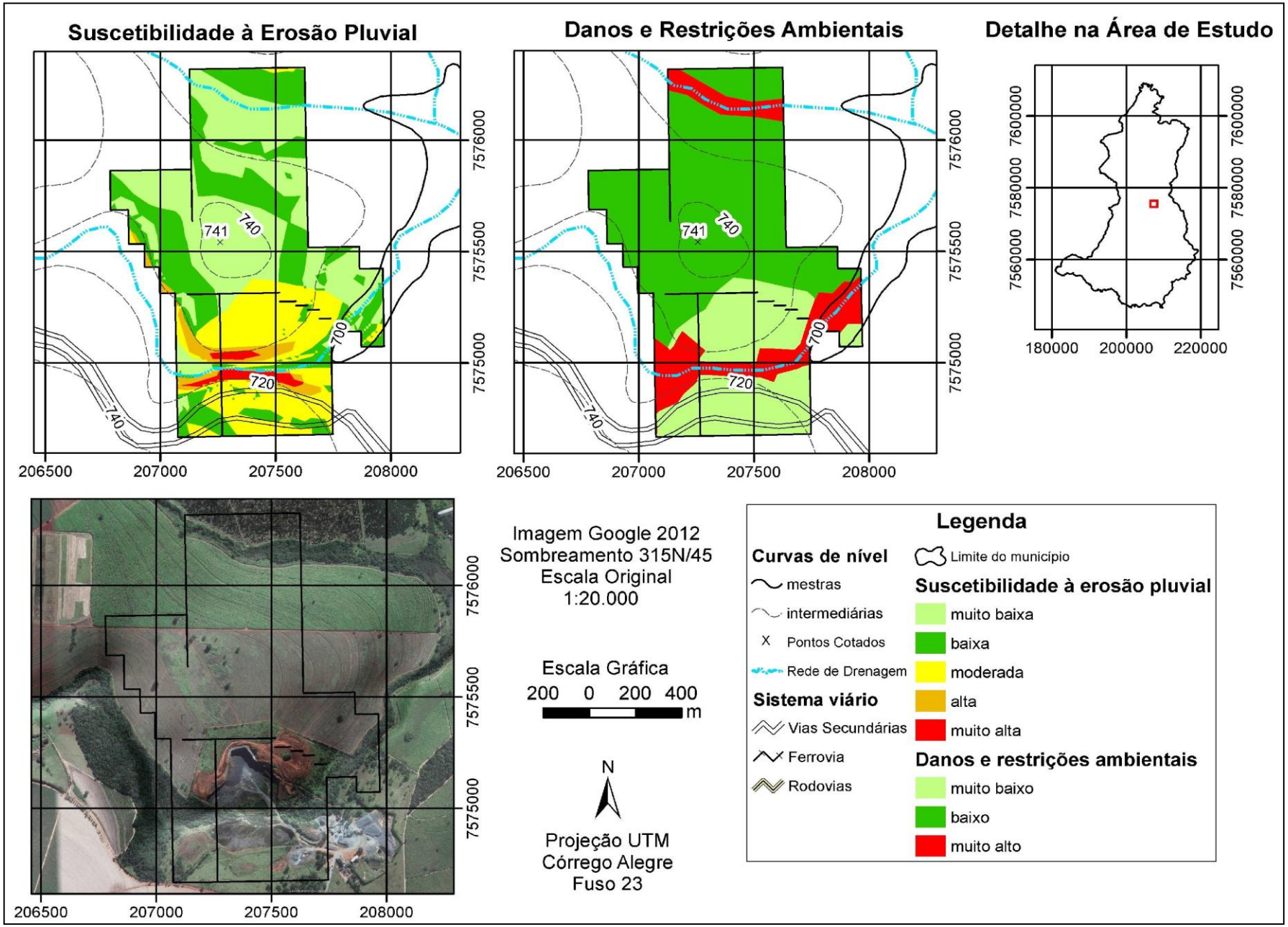


Figura 39 - Mineração de basalto

Tabela 43 - Distribuição das áreas em classes de suscetibilidade a erosão e aos danos e restrições ambientais da mineração de basalto

Erosão	Área (ha)	Porcentagem (%)
Muito baixa	47,7	40,3
Baixa	36,5	30,9
Moderada	26,7	22,5
Alta	4,9	4,1
Muito alta	2,6	2,2
Danos e Restrições Ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
Muito baixo	31,8	26,8
Baixo	68,6	58,0
Muito alto	18,0	15,2

Figura 40 - Talude da pedreira

A Figura 41 mostra uma mineração que realiza a extração de areia em uma área de 41,2ha. Nota-se que os locais mais suscetíveis a erosão estão localizados principalmente na cava da mina, o que pode acarretar em aumento dos custos com a mitigação destes impactos. Em relação à outra análise sobre danos, 26,2% da área do empreendimento está na classe muita alta, com elevada restrições ambientais, pois está próxima a rodovia Luiz Augusto de Oliveira e ao bairro Cidade de Aracy (Tabela 44).

Existe um curso d'água de segunda ordem que passa ao lado da propriedade. Ela se encontra próximo a áreas peri-urbanas e está inserida dentro de APPs. As pedologias predominantes são: Areia Quartzosa Profunda e Latossolo Roxo.

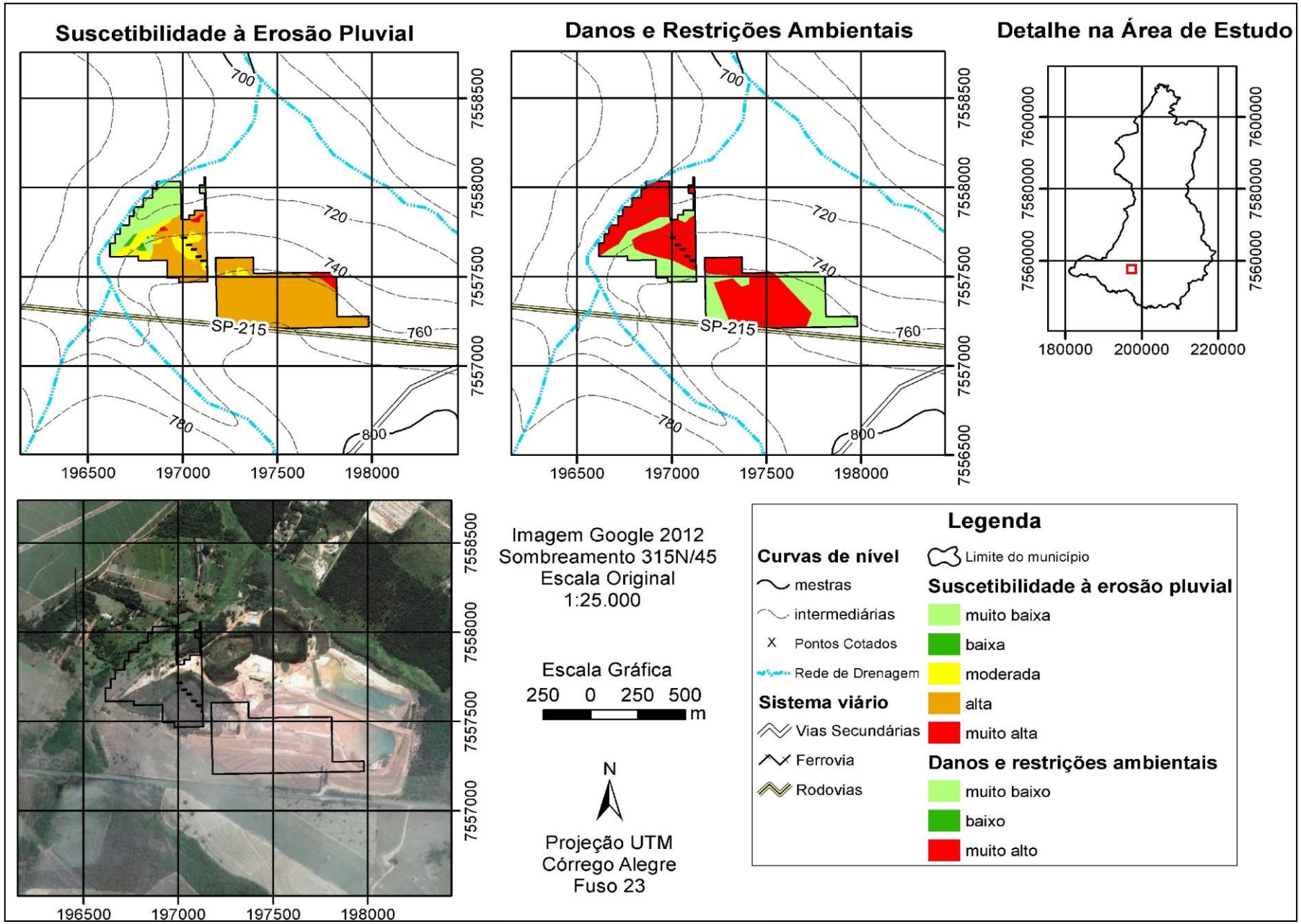


Figura 41 - Mineração de areia

As Figuras 42 e 43 ilustram a lagoa de decantação dos finos, nota-se que na primeira imagem a coloração da água é mais escura, enquanto que na segunda é mais clara devido à maior distancia do local onde está sendo despejado os finos.

As duas lagoas eram antigamente cavas já esgotadas. Estas são um exemplo de passivo ambiental caso não seja mitigados pelo plano de descomissionamento da mina. Outro impacto visível é a proximidade com a área urbana.

Tabela 44 - Distribuição das áreas em classes de suscetibilidade a erosão e aos danos e restrições ambientais da mineração de areia

Erosão	Área (ha)	Porcentagem (%)
Muito baixa	6,8	16,8
Baixa	0,5	1,2
Moderada	3,7	9,2
Alta	28,1	70,0
Muito alta	1,1	2,8
Danos e Restrições Ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
Muito baixo	13,9	34,6
Baixo	0,1	0,2
Muito alto	26,2	65,2

Figura 42 - Lagoa de decantação dos finos

Figura 43 - Lagoa de decantação dos finos e a área urbana, ao fundo

De acordo com a Figura 44 no bairro da Cidade de Iracy existe uma mineração de areia que ocupa uma área de 53,6ha. A partir da Tabela 45 é possível visualizar que a maior porção da área é classificada como sendo moderadamente suscetível a erosão e as classes, moderada e alta, ocupam uma área do interior da cava, o que pode causar problemas com processos erosivos.

Em relação os danos e restrições ambientais o empreendimento é todo comprometido, pois se encontra quase em sua totalidade na classe muito alta, possuindo apenas uma pequena porcentagem de 0,02, na classe baixa, portanto este empreendimento não deveria ter sido instalado neste local, ou devem ser tomadas muitas medidas para sua instalação.

A mineração encontra-se próxima a área urbana e plantação de cana-de-açúcar. A pedologia encontrada em todo o empreendimento é Areia Quartzosa Profunda.

Na visita de campo foi possível notar que houve supressão da vegetação em quase toda a área requerida e poucas alterações no relevo. Além disso, a cava fica muito próxima a área urbana. Existe uma cerca verde, ao redor do empreendimento na tentativa de minimizar os impactos negativos, além disso, a área das cavas, mais antigas, e os taludes, já estão sendo recuperadas (Figuras 45, 46 e 47).

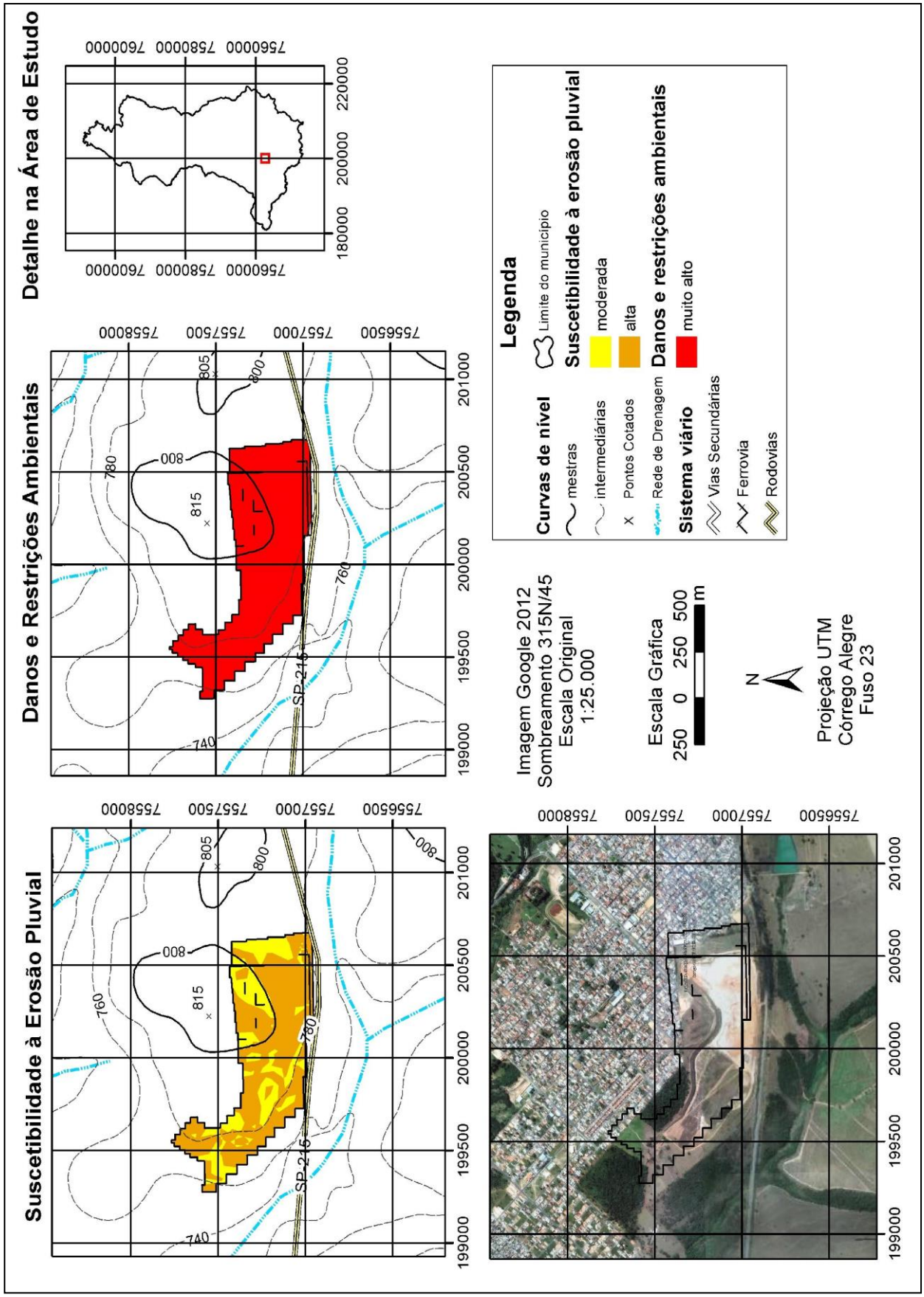


Figura 44 - Mineração Itaporanga

Tabela 45 - Distribuição das áreas em classes de suscetibilidade a erosão e aos danos e restrições ambientais da mineração de areia

Erosão	Área (ha)	Porcentagem (%)
Moderada	15,8	29,5
Alta	37,8	70,5
Danos e Restrições Ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
Baixo	0,01	0,02
Muito alto	53,5	99,98

Figura 45 - Formação de processos erosivos

Figura 46 - Proximidade da mineração com a área urbana

Figura 47 – Recuperação dos taludes

A Figura 48 mostra um empreendimento de arenito que exploram uma área de 84,2ha. Ao redor da cava nota-se que existe uma alta suscetibilidade a erosão, pois esta área é classificada como moderada a alta. A mineração se encontra próxima a rodovia Washington Luiz e duas áreas de chácaras, além disso, existem três cursos d'água que cortam o empreendimento, pois isso a maior parte de sua área (81,3%) se classifica, quanto aos danos e restrições, como sendo muito alta (Tabela 46).

Existe um curso d'água de primeira ordem. Ao redor predomina pastagem e as pedologias encontradas na área são Terra Roxa Estruturada e Areia Quartzosa Profunda. A Figura 49 apresenta os cortes feitos para a extração do arenito e a grande alteração no relevo, além de evidenciar os taludes íngremes na frente de lavra.

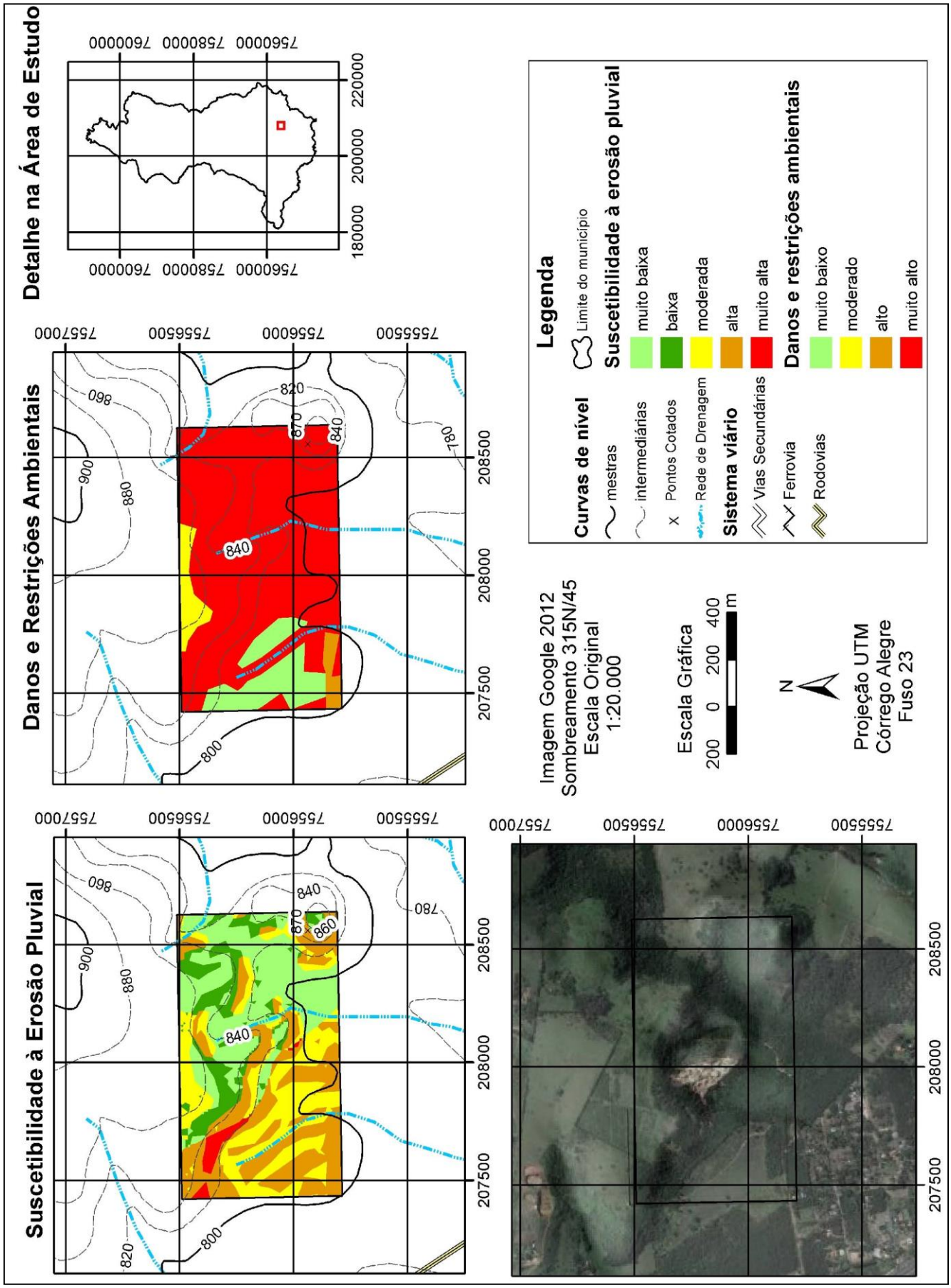


Figura 48 - Mineração de arenito

Tabela 46 - Distribuição das áreas em classes de suscetibilidade a erosão e aos danos e restrições ambientais da mineração de arenito

Erosão	Área (ha)	Porcentagem (%)
Muito baixa	24,6	29,0
Baixa	9,2	10,8
Moderada	22,4	26,4
Alta	26,8	31,6
Muito alta	1,8	2,2
Danos e Restrições Ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
Muito baixo	9,8	11,6
Moderado	4,2	5,0
Alto	18,0	2,1
Muito alto	69,0	81,3

Figura 49 - Frente de lavra da exploração de arenito

Como descrito no item 4.5 (p. 75) o método proposto foi estruturado segundo as sete etapas apresentadas na Figura 50: planejamento, levantamento dos processos minerários no DNPM, identificação dos processos ativos e inativos, definição dos polígonos referentes aos processos para a análise dos mapas analíticos, paralelo a isto, foi feito, a elaboração da base cartográfica digital, geração do MDT, elaboração dos mapas temáticos e analíticos, vistorias de campo e finalmente, o diagnóstico e o prognóstico regional das atividades minerárias no município de São Carlos.

A primeira etapa é a mais importante, pois é nesta fase que há a seleção dos indicadores que irão refletir as características do município escolhido. Nesta pesquisa o território municipal selecionado para a aplicação do método foi a cidade de São Carlos.

Para este município escolhemos a erosão pluvial como indicador geológico-geotécnico, pois esta é uma característica relevante, além disso, as RLs, APPs, as EEs e as APAs foram selecionadas como indicadores socio-bióticos devido à representatividade que elas possuem dentro do município, portanto, caso fosse selecionado outro território municipal como área de estudo estes indicadores, geológico-geotécnicos e sócio-bióticos, poderiam ser diferentes ou mais numerosos.

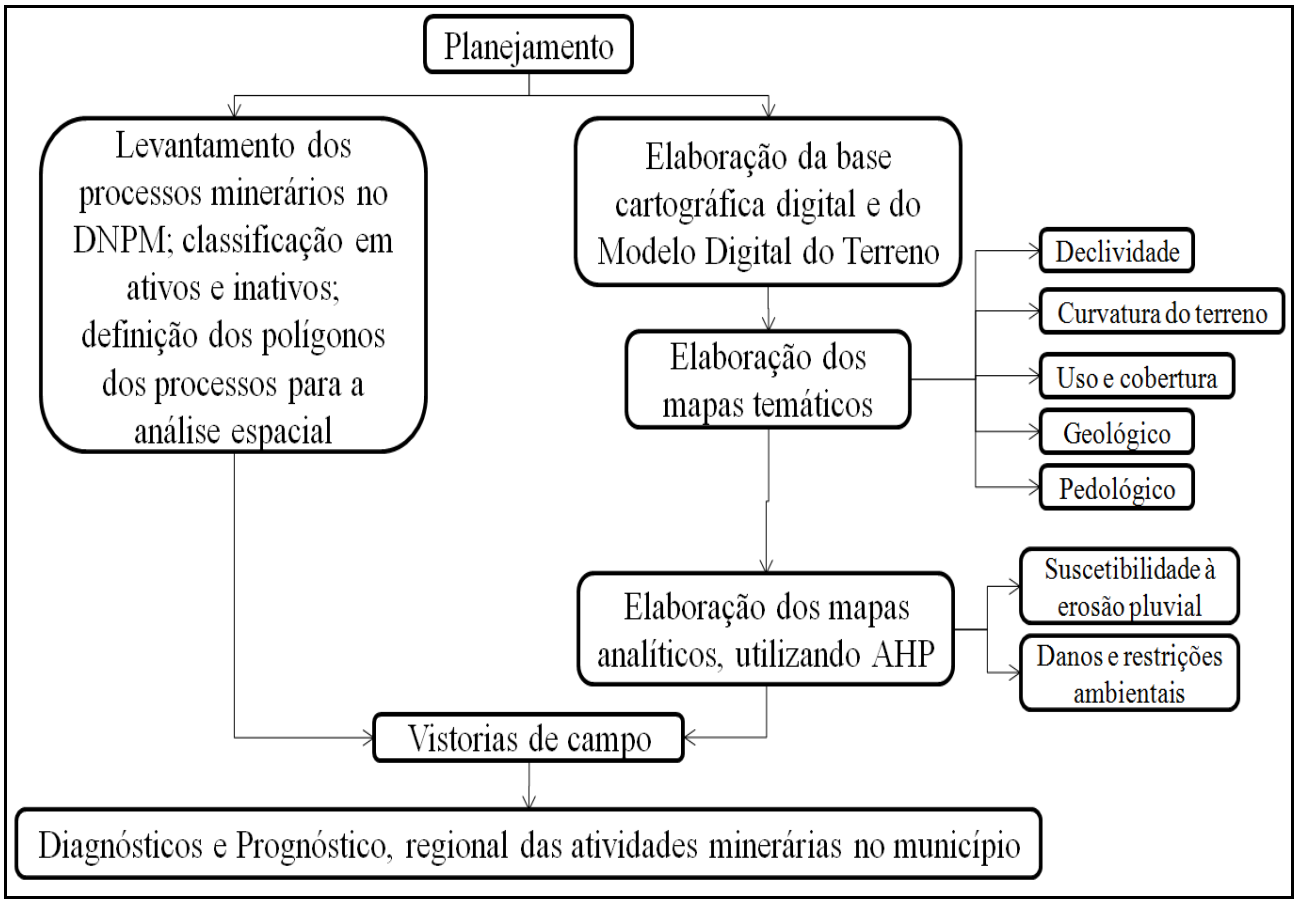


Figura 50 - Fluxograma do método proposto

6. CONCLUSÕES

As escolhas dos indicadores a serem utilizados nesta avaliação dependeram das características ambientais e do escopo específico do estudo (prazos e recursos disponíveis).

Para o município de São Carlos, a seleção da suscetibilidade a erosão pluvial como indicador geológico-geotécnico principal do meio físico justifica-se por esse estar diretamente associado a outros processos e características importantes da dinâmica ambiental como: perda de solo agricultável, qualidade da água dos recursos hídricos, assoreamento, inundação, geração de situações de risco, impacto visual e também relacionado aos meios biótico e socioeconômico.

A metodologia proposta para avaliar os impactos ambientais potenciais e existentes em uma escala regional foi válida, pois permitiu a geração de um diagnóstico para o município de São Carlos, das alterações sofridas pelo meio físico devido às atividades de mineração e de um prognóstico preliminar das áreas já requeridas nos processos, porém ainda sem a instalação das minerações.

A utilização do *software* ArcGIS 9.3 em todas as etapas de trabalho favoreceu muito o andamento da pesquisa, se mostrando um subsídio imprescindível desde a geração da base cartográfica até a confecção dos mapas analíticos; além disso, tornou a execução das análises mais rápidas de serem executadas, permitiu o refinamento dos dados adquiridos em formato digital e proporcionou a geração dos mapas temáticos e analíticos com maior praticidade e precisão.

O uso do método AHP para o cruzamento dos mapas temáticos e confecção dos mapas de suscetibilidade à erosão pluvial e danos e restrições ambientais foi de grande valia, pois possibilitou a diminuição na subjetividade das análises, garantiu a consistência das ponderações, verificadas através do cálculo da razão de consistência e proporcionou análises integradas com uma grande quantidade de dados.

O SIGMine, banco de dados do DNPM, possui alguns problemas como a não periodicidade dos dados, alguns empreendimentos estarem com a localização errada, a não atualização dos processos e também a falta de algumas informações, por isso, foi necessário além deste levantamento, para a complementação da pesquisa, a busca no Cadastro Mineiro e a confirmação destes dados nas vistorias de campo.

O levantamento das atividades minerárias no município de São Carlos consistiu em cem processos que corresponderam a cinqüenta e cinco empreendimentos, estando quarenta e seis ativos e apenas nove inativos. A área requerida por todos os processos é de 112,7km², ou seja, 10% em relação ao território municipal e quando selecionada apenas as minerações instaladas esta porcentagem caiu para 1,4% em relação ao município, totalizando 13 empreendimentos ativos.

Os empreendimentos concentram-se principalmente na porção norte e sul dos limites do município de São Carlos, estando à maioria deles envolvidos com a extração de areia, na região dos aluviões e por isso tem gerado, dentre outros impactos negativos, o assoreamento do rio Mogi-Guaçu e do rio Monjolinho. Foram encontrados, além disso, pontos de assoreamento principalmente devido às extrações de areia e arenito, áreas com alterações ambientais, dentro da área urbana e antigas minerações de basalto que hoje estão totalmente recuperadas e cumprem a sua função social.

Em relação aos mapas temáticos observou o predomínio de baixas declividades, encostas côncavas, uma maior abrangência da Formação Botucatu, que é uma das áreas de recarga do Aquífero Guarani, solos do tipo Latossolo Vermelho Amarelo, 10 bacias hidrográficas, sendo estas referentes a duas macro-bacias, do Mogi – Guaçu e do Tietê – Jacaré; além disso, através do mapa de uso e ocupação foi possível notar a presença de áreas principalmente com uso para a agricultura e cana-de-açúcar.

Em relação aos mapas analíticos, o mapa de suscetibilidade à erosão pluvial apresenta apenas 21,3% das áreas requeridas situadas nas classes mais críticas, ou seja, é uma porcentagem razoavelmente representativa para município, estando à maioria dos processos nas classes muito baixa e baixa (44,5%). Mesmo assim não se pode excluir a possibilidade de ocorrência dos processos erosivos, pois é de suma importância que estes sejam identificados logo no início para evitar maiores problemas e alterações no meio ambiente.

No mapa de danos e restrições ambientais observou que as áreas mais críticas ocupam aproximadamente 40% dentro do município de São Carlos, onde geralmente encontram-se as APP ou áreas com uma grande concentração de pessoas como, por exemplo, a área urbana. Mas o quadro se altera quando analisamos apenas as atividades minerárias, pois as ativas e instaladas concentram 35,8% de suas áreas na classe muito alta, enquanto que as desativadas possuem aproximadamente 4% na classe moderada.

As minerações abandonadas, estando recuperadas ou não, se localizam todas dentro da bacia Tietê – Jacaré do Monjolinho, portanto, o maior conflito são estas áreas não recuperadas que se tornaram passivos ambientais e estão situadas dentro da área urbana; por isso, deve-se exigir do Plano Diretor municipal um melhor planejamento, já que estes passivos são de responsabilidade dos proprietários, evitando assim maiores transtornos entre essas áreas e sua vizinhança.

O diagnóstico do município de São Carlos constatou falhas na elaboração do Plano Diretor, principalmente em relação aos empreendimentos minerários. As minerações localizam-se geralmente em áreas com baixas declividades, encostas planas, nos aluviões e na Formação Itaqueri e em solos de Areia Quartzosa profunda e Hidromórfico; além disso, elas se concentram nas áreas de APP, o que acarreta um conflito com o Código Florestal de 2012, ou onde o uso predominante é a cana-de-açúcar e os fragmentos de mata.

O prognóstico constatou a existência significativa de áreas requeridas em alta e muito alta suscetibilidade à erosão pluvial (16%), apesar do predomínio destas áreas se enquadrarem nas classes muito baixa e baixa suscetibilidade à erosão pluvial (42,8%).

Em relação aos danos e restrições ambientais, o prognóstico constatou um predomínio de 32,9% das áreas requeridas por estarem localizadas nas classes alto e muito alto dano potencial e restrições ambientais; mesmo assim, há o predomínio das áreas requeridas situar-se em muito baixo ou baixo dano potencial e restrições ambientais (36,7%).

A bacia do Monjolinho é onde se encontram as minerações abandonadas, que foram consideradas neste estudo como sendo áreas com a existência de passivos ambientais, como por exemplo: taludes da frente de lavra muito íngremes, equipamentos e cavas abandonados, muitas delas não estavam cercadas, acúmulo de entulhos, dentre outras características. O problema se agrava porque nesta bacia esta localizada também a área urbana, trazendo prejuízos ainda maiores para a população.

Como propostas de diretrizes para a minimização e/ou mitigação dos impactos negativos sugere-se: o plantio de cercas vivas ao redor da mineração, recomposição da vegetação nativa, criação de um banco de sementes, revolvimento de solo para aeração do mesmo, caixas de contenção para evitar o assoreamento dos rios, controle de erosão e destinação da área para um uso futuro compatível com o Poder Público municipal, a população e o meio ambiente.

Além das metidas mitigadoras pensa-se que o principal a ser feito é um trabalho conjunto entre o DNPM e o Poder Público, para isso, é necessária a incorporação dos processos

minerários no Plano Diretor do município de São Carlos, não apenas delimitando áreas para as minerações, mas analisando cada caso com suas respectivas características, pois se salienta que as minerações possuem rigidez locacional, ou seja, não é possível escolher onde as jazidas ocorrerão.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO – ABAI. 2012. Disponível em: <http://avaliacaodeimpacto.org.br>. Acessado em: jan/2014.

ABRÃO, P. C.; OLIVEIRA, S. L. de. Mineração. In: OLIVEIRA, A. M. D. S.; BRITO, S. N. **Geologia de Engenharia.** Associação Brasileira de Geologia de Engenharia. São Paulo: Oficina de Textos, 1998. cap. 26, p. 431- 438.

AGUIAR, R. L. **Mapeamento geotécnico da área de expansão urbana de São Carlos –SP: contribuição ao planejamento.** 1989. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 1989. 2v.

ALKIMIM, A. F.; LANI, J. L.; VELOSO, G. V. Aplicação do Sistema de Informações Geográficas na integração de dados sobre o meio físico como subsídio ao gerenciamento de recursos naturais. In: XVI XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais**...Foz do Iguaçu: INPE, 2013. p. 3754-3762.

ALMEIDA, R. de C. de. **A questão hídrica na gestão urbana participativa: o caso do Orçamento Participativo do Município de São Carlos, SP.** 2005. 178f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2005.

ALMEIDA. F. M. D.; BARBOSA, O. **Geologia das Quadrículas de Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo.** Rio de Janeiro: DNPM. Ministério da Agricultura, Divisão de Geologia e Mineralogia. (Boletim 143). 96p. 1953.

ALMEIDA, W. S.; SOUZA, N. M.; CARVALHO, J. C. Produção de mapas de zonas homologas de relevo e de uso do solo, a partir de dados de modelos numéricos de terreno e de imagem *Quick Bird*, como passos intermediários em diagnóstico de susceptibilidade à erosão, no entorno da usina hidroelétrica Corumbá IV (GO). In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal, RN. **Anais**...São José dos Campos: INPE/SELPER, 2009. v. 1. p. 5563-5570.

ALVARES, C. A. e SILVA, A. M. Características das vertentes e potencial natural de erosão da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Pinheirinhos (Torrinha / Brotas – SP). In: **Anais do 11°Simp Bras. de Geografia Física Aplicada**, USP - São Paulo – SP, 11 pág. 2005. CD-ROM.

AMARAL, C. H. **Evolução do uso do solo e a suscetibilidade natural à erosão das Áreas de Preservação Permanente da Folha "Pariquera – Açu" (1:50.000, SG.23-V-A-IV-1), Vale do Ribeira, SP.** 2010. 187f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

AMBIENTE BRASIL. Classificação do Passivo Ambiental. **Jornal Ambiente Brasil.** Disponível em:

<http://ambientes.ambientebrasil.com.br/gestao/passivo_ambiental/classificacao_de_passivo_ambiental.html>. Acessado em: dez 2011.

AMICCI, A. G. N. **O Impacto da resolução CONAMA 273/00 na Gestão das Áreas Contaminadas por Postos de Combustíveis do Estado de São Paulo.** 2010. 111f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Programa de Pós Graduação em Ciências Ambiental (PROCAM), Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2010.

AMORIM, E. L. C. **Avaliação de impactos ambientais: conceitos, estudo de impacto ambiental e relatório de impacto sobre o meio ambiente.** Aula expositiva. Unidade Acadêmica Centro Tecnológico. Universidade Federal de Alagoas, p. 67. 2009.

ANDRADE, R. F. G. **Evidenciação dos Gastos Ambientais do Ciclo de Vida do Produto: uma Aplicação d Custeio Baseado em Atividades na Indústria Eletrônica.** 2006. 201 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2006.

ARAÚJO, A. L. (Responsável técnico). **EIA/RIMA para a exploração de calcário, Quixeré-CE**. Quixeré: Micron-Ita Indústria e Comércio de Minerais Ltda, 2010. 141p. EIA/RIMA

ARRUDA, A. T. **Mineração e Meio Ambiente - Aspectos Técnicos e Legais.** Coletânea de Trabalhos Técnicos sobre Controle Ambiental na Mineração. 376f. Departamento Nacional de Produção Mineral. Brasília, DF. 1985.

ARRUDA, F. R. **Determinação de benzidina nos rios que recebem a carga de efluentes das indústrias têxteis da cidade de São Carlos.** 2008. 76f. Dissertação (Mestrado em Química Analítica) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2008.

AUGUSTO FILHO, O. Análise de métodos de interpolação de modelo digital de terreno e aplicação em SIG de gestão de riscos geotécnicos e ambientais em oleodutos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 2011, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABGE, 2011. v. 1. p. 1-9.

AUGUSTO FILHO, O. . Sistemas de Informações Geográficas aplicados à Engenharia Ambiental. In: CALIJURI, M. C.; CUNHA, D. G. F.. (Org.). **Engenharia Ambiental: Conceitos, Tecnologia e Gestão.** 1° ed. Rio de Janeiro: Elsevier. Cap 25. 2012, v. 1, p. 637-661.

BARBOSA, A. M.; PINHEIRO, H. S. K.; ANJOS, L. H. C. dos; CARVALHO JUNIOR, W. de; CHAGAS, C. da S. . Determinação de pontos amostrais através de atributos do terreno para mapeamento digital dos solos da bacia hidrográfica do Rio Guapi-Macacu, RJ.. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011, Curitiba. **Anais...** Curitiba: INPE, 2011. p. 3672 – 3679.

BARROS, R. M. **Previsão de enchentes para o Plano Diretor de Drenagem Urbana de São Carlos (PDDUSC) na bacia do Córrego de Gregório.** 2005. 307f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2005.

BARTOLOMEU, D. **Análise da vulnerabilidade dos recursos hídricos na região urbana de São Carlos (SP) por vazamento em postos de combustíveis, utilizando o método GOD e avaliação dos condicionantes geotécnicos.** 2012. 173f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

BARTORELLI, A., HARALYI, N. Geologia do Brasil. In: OLIVEIRA, A. M. D. S.; BRITO, S. N. **Geologia de Engenharia.** Associação Brasileira de Geologia de Engenharia. São Paulo: Oficina de Textos, 1998. cap. 4. p. 57- 68.

BENINI, M. L. de A. **Zoneamento geoambiental como instrumento de planejamento e gestão de recursos do pólo cerâmico de Santa Gertrudes - SP.** 2009. 68f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, SP, 2009.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 4. ed. São Paulo: ICONE, 1999. 355p .

BITAR, O. Y. **Mineração e usos do solo no litoral paulista: estudo sobre conflitos, alterações ambientais e riscos.** 1990. 162. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 1990.

_____. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na região metropolitana de São Paulo.** 1997. 185f. Tese (Doutorado em Engenharia de Minas) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 1997.

BITAR, O. Y.; ORTEGA, R. D. Gestão Ambiental. In: OLIVEIRA, A. M. D. S.; BRITO, S. N. **Geologia de Engenharia.** Associação Brasileira de Geologia de Engenharia. São Paulo: Oficina de Textos, 1998. cap. 32. p. 499- 508.

BRAGA, T. de O.; FORNASARI FILHO, N.; SOARES, P. V.; Abordagem ambiental sobre as atividades de mineração na Carta Geotécnica do município de Ubatuba – SP. In: Simpósio de Geologia do Sudoeste, 2, 1991, São Paulo. **Anais...**São Paulo: SBG. p.353-359.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967.** Dá nova redação ao decreto-lei número 1.985 (código de minas) de 29 de janeiro de 1940. Diário da União. Brasilia, DF. 1967.

_____. **Lei n° 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, Brasília. DF. 1981.

_____. **Resolução n° 001, 23 de janeiro de 1986.** Ministério do Meio Ambiente. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA,

Conselho Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, Brasília. DF, pp. 2548-2549. 1986.

_____. **Resolução nº 237, 19 de dezembro de 1997.** Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente, Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, Brasília. DF. 1997.

_____. **Lei n° 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Crimes Ambientais. Diário Oficial da União, Brasília. DF. 1998.

_____. **Lei n°9.985, de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III, e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, DF. 2000.

_____. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Código Florestal. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2012.

BONHAM-CARTER, G. F. **Geographic information systems for geoscientists: modelling with GIS.** Ottawa: Pergamon, 1996. 398 p.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. **Geoprocessamento para Projetos Ambientais.** Apostila para o Tutorial sobre Geoprocessamento no VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Salvador, 14 a 19 de abril de 1996. 144p. In: VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 1996, Salvador, BA, 1996.

_____. Princípios básicos em geoprocessamento. In: Assad, E. D.; Sano, E. E. (eds.) **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura.** Brasília: EMBRAPA, 1998. p. 03-11 (2ª. Edição, revista e ampliada).

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. Conceitos básicos da ciência da geoinformação. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C., MONTEIRO, A. M. V. (Ed.) **Introdução à ciência da geoinformação.** Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index. html> Acesso em: 13 jun. 2013.

CAMARGO, R. de A. **Avaliação da suscetibilidade à erosão e proposição de zoneamento estratégico com vistas à suscetibilidade da bacia hidrográfica do rio Piranga, MG**. 2012. 104f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, MG. 2012.

CANDIDO. L. W. **Reconhecimento de áreas modificadas pela atividade de mineração como unidade geológica-geotécnica no município de Estiva Gebi-SP.** 2004. 118f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2004.

CANTER, L. **Environmental Impact Assessment**, 2nd Ed., New York, McGraw-Hill. 1996.

CARRARA, A. C. H. **A adoção da abordagem de empreendimentos para a gestão ambiental de cidades.** 2010. 105f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2010.

CATELANI, C. DE S.; BATISTA, G.T.; PEREIRA, W.F. Integração de dados para recuperação de áreas degradadas. In: XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: INPE, 2003. p. 1755-1757.

CEPEMAR – Serviços de Consultoria em Meio Ambiente. **RIMA do Projeto da 4° usina de Pelotização em Ponta de Ubu, ES.** Relatório Técnico Final. CPM RT 409/09. 2009.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** 2°edição. São Paulo: Edgard Blücher. 1980. 149p.

CHRISTOFOLETTI, S. R.; MORENO, M. M. T. Sustentabilidade da Mineração no Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes, São Paulo – Brasil. **Revista Cerâmica Industrial.** mai/jun 2011.

CHUQUIPIONDO, I. G. V. **Avaliação da Estimativa do Potencial de Erodibilidade de Solos nas Margens de Cursos D'água: Estudo de Caso do Trecho de Vazão Reduzida Capim Branco I Araguari Minas Gerais.** 2007. 195f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, MG, 2007.

COLLARES, E. G. **Avaliação de alterações em redes de drenagem de microbacias como subsídio ao zoneamento geoambiental de bacias hidrográficas: aplicação na bacia hidrográfica do rio Capivari - SP.** 2000. 194f. Tese (Doutorado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2000.

COLLARES, E. G.; RODRIGUES, J. E. Geoprocessamento aplicado à caracterização das atividades modificadoras do meio físico na bacia hidrográfica do rio Capivari. **Revista Geociências** (São Paulo. Impresso), Rio Claro - SP, v. 19, n.1, p. 133-144, 2001.

COLLARES, E. G.; RODRIGUES, J. E.; LANDIM, P. M. B. Alteration evaluation in microbasin drainage systems as a support to the geoenvironmental zoning of hydrographic basins. In: International Congress of Association for Engineering Geology and the Environment, 2002, Durban. **Proceedings.** Duban: IAEG, 2002. p. 416-422.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL **–** CETESB. **Áreas contaminadas e reabilitadas do estado de São Paulo.** Diretoria de Licenciamento e Gestão Ambiental. 1 – 3675p. Dez/2010.

CONSULTORIA E ESTUDOS AMBIENTAIS - CEMA. **RIMA para o Projeto de implantação da Votorantim Cimentos no município de Primavera, Pará**. Disponível em: http://www.sema.pa.gov.br. Acessado em: 11/07/2013. 2010.

CORIDOLA, R. **Análise da vulnerabilidade de aqüíferos livres em Campos dos Goytacazes - RJ utilizando a metodologia GOD e DRASTIC através de técnicas de**

Geoprocessamento. 2006. 92f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Goytacazes, Rio de Janeiro, 2006.

CORREIA, J. D.; CRUZ, C. B. M.; MENEZES, P. M. L. DE; MARINI, S.S.; BARROS, R. S. de. Contribuição das Imagens CBERS na atualização do Mapeamento Sistemático Brasileiro na Escala 1: 100.00. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia. **Anais...**Goiânia: INPE, Goiânia, 2005.

CORVALÁN, S. B. **Levantamento e caracterização dos atrativos naturais da bacia do rio Passa-Cinco, através de Geoprocessamento**. 2005. 118f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2005.

_____. **Zoneamento ambiental da APA Corumbataí (SP) de acordo com critérios de vulnerabilidade ambiental.** 2009. 170f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2009.

COSTA, F. H. S.; PETTA, R. A.; LIMA, R. F. S.; MEDEIROS, C. N. Determinação da Vulnerabilidade Ambiental na Bacia Potiguar, região de Macau (RN), Utilizando Sistemas de Informações Geográficas. **Revista Brasileira de Cartografia**, São Paulo, n.58/02, p. 119-127, ago 2006.

COUTO, L. C. O. **Geoprocessamento: conceito e prática.** CREA – MG. Disponível em: http://www.crea-mg.org.br/03_Gab_GCM_publicaes/Geoprocessamento.pdf. Acessado em: 15 julh 2011.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. de.; AZEVEDO, L. G.; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V. **Curso de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico.** São José dos Campos: INPE. 1996. 18p. (INPE-6145-PUD/82).

CRUZ, L. M.; PINESE JUNIOR, J. F.; RODRIGUES, S. C. Abordagem cartográfica da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do Glória - MG. RBC. **Revista Brasileira de Cartografia** (Online), v. 03, p. 505-516, 2010.

CUNICO, C. **Zoneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi-PR: Perspectivas para a Análise e Avaliação das Condições Sócio-Ambientais.** 2007. 176f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2007.

D'ALGE, J. C. L. Cartografia para Geoprocessamento. In: Gilberto Câmara; Clodoveu Davis; Antônio Miguel Vieira Monteiro. (Org.). **Introdução à Ciência da Geoinformação**. INPE / DPI, 2002.

DENÚBILA, L. A. **Avaliação das Atividades Minerárias na Bacia Hidrográfica do Médio Rio Grande (MG).** 2010. 71f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Universidade do Estado de Minas Gerais, Fundação do Ensino Superior de Passos, Passos, MG, 2010.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGENS – DER. **Manual do Sistema de Gestão Ambiental.** Secretaria dos Transportes. 2007. 11p. Disponível em: <http://www.der.mg.gov.br/images/manual.pdf>. Acessado em: jan/2013.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM –. **SIGMINE**. Disponível em: <http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap/>. Acesso em: 25/maio/2013.

_____. **Cadastro Mineiro**. Disponível em: <http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap/>. Acesso em: 25/maio/2013.

DIAS, E.G.C.S. **Avaliação de Impacto Ambiental de Projetos de Mineração no Estado de São Paulo: a Etapa de Acompanhamento.** 2001. 283f. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2001.

DUARTE, J. P. **A cidade e o mercado, estratégias urbanas relacionado ao passivo ambiental das empresas.** 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Gestão Ambiental) – Instituto Faculdades Integradas Vianna Júnior, Juiz de Fora, MG. 2008.

EIA/RIMA. Licenciamento ambiental dos Condomínios Residenciais Eco – Esportivos DAMHA. **Parecer técnico CPRN/DAIA 0205/05.** 2005.

ELETROBRÁS - Centrais Elétricas Brasileiras S. A. **Avaliação de Passivos Ambientais: Roteiros Técnicos.** DEA, coordenado por Fani Baratz. Rio de Janeiro: Eletrobrás. 2000. 130p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Normas e critérios normativos de levantamento pedológico.** Rio de Janeiro, 1995, 116p.

EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO – EMPLASA. **Rede Urbana e Regionalização do Estado de São Paulo.** São Paulo, SP. 2011. Disponível em: < www.emplasa.sp.gov.br>. Acessado em: dez/2012.

ENVIRONMENTAL SYSTEM RESEARCH INSTITUTE – ESRI. **Arcgis10 Help – The geographic information system (GIS) for everyone.** 2010. 400p.

EXÉRCITO realiza vistoria em pedreira do 29. **São Carlos Agora**. Disponível em:<www.saocarlosagora.com.br>. Acesso em: 16 maio 2013.

FAGUNDES, J. R. T. **Estudo integrado das características geológico-geotécnicas com vista à avaliação de recarga de aqüífero: região de São Carlos – SP.** 2010. 397f. Tese (Doutorado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2010.

FARAH, F.; FARAH, M. F. S. **Vilas de mineração e de barragens: retrato de uma época.** 1. ed. São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1993. v. 1. 94p.

FARIA, D. G. M. **Mapeamento de perigo de escorregamentos em áreas urbanas precárias brasileiras com a incorporação do Processo de Análise Hierárquica (AHP).** 2011. 194f. Tese (Doutorado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2011.

FARIAS, C. E. G. **Mineração e Meio Ambiente no Brasil.** Relatório preparado para o CGEE. 2002. Disponível em: <http://www.cgee.org.br/arquivos/estudo011_02.pdf>. Acessado em: jan/2012.

FARIAS, M. R. S. **Divulgação do Passivo: um enfoque sobre o passivo contigente no setor químico e petroquímico.** 2004. 140f. Dissertação (Mestrado em Controladoria e Contabilidade) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2004.

FASB. **Accounting Standars: Current text.** Jonh Wiley, New York. 170p. 2002/2003.

FELGUEIRAS, C. A. **Modelagem Numérica de Terreno.** Divisão de Processamento de Imagens – DPI Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos/SP, 2001, 39p. Disponível em: http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.19.14.52/doc/cap7-mnt.pdf. Acesso em: julh/2013.

FERNANDES, A. L. **Oferta e demanda de agregados para a construção civil no município de São Carlos-SP.** 2007. 126f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) – Centro Universitário de Araraquara, Araraquara, SP, 2007.

FERREIRA, A. G. **Estudo dos lixiviados das frações do aterro sanitário de São Carlos, SP.** 2010. 134f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, SP, 2010.

FERRERO, A. H. O Preço do Passivo Ambiental. **Revista Águas Subterrâneas,** São Paulo, 2009. Ano 2 - n°10, p. 16 - 19.

FIGUEIREDO, B. R. **Minério e Ambiente Campinas.** São Paulo: Editora da Unicamp. 2000. 401p.

FINANCIAL ACCOUNTING STANDARDS BOARDS. (2003). **Accounting standars**: current text. New York: Jonh Wiley.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto, 2ª edição de Imagens de Satélite para Estudos Ambientais.** 2ª. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. v. 1. 102p.

FOLADORI, G. **Resenha do livro: Desengenharia.** O Passivo Ambiental na Desativação de Empreendimentos Industriais. Ambiente. Soc., ISSN, 2002. P.137 – 141.

FORNASARI FILHO, N. (Coord.). *et al*. **Alterações no meio físico decorrentes de obras de engenharia.** São Paulo. 1992. 170p. (IPT. Boletim, 61).

_____. **Alterações nos processos do meio físico por mineração: Estudo de casos de instrumentos de gerenciamento ambiental.** 1995. 101f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 1995.

FREIRE, D. A. **A Mineração de Agregados na Região Metropolitana de São Paulo.** AREIA & BRITA. São Paulo: ANEPAC, São Paulo. 2000.

FREITAS, R. O. **Grupo Bauru.** São Paulo: Bol. Ins. Geogr. Geol, 1964. p. 126-147.

_____. **Sedimentação, estratigrafia e tectônica da Série Bauru.** São Paulo: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo v. 194. 1995. 185p.

GIMENES, F. B. Q. **Mapa de fragilidade ambiental: conceituação e aplicação no oleoduto São Paulo – Brasília (OSBRA).** 2013. 163f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2013.

GONÇALVES, F. C. A.; NOGUEIRA, J. F. Elaboração do Mapa de Predisposição à Erosão na Microbacia do Rio Aracatiaçu (CE) Utilizando Técnicas de Geoprocessamento. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**. www.uvanet.com.br/rcgs. Sobral, CE. v.8/9, n.1, 2006/2007.(2007). p.81-93.

GRIFFITH, J. J. Recuperação Conservacionista da Superfície de áreas Mineradas: uma Revisão de Literatura. **Boletim Técnico 79**. Viçosa, MG: Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais/ UFV, 1980.

GUEDES PINTO, L. F. **Estudo prospectivo visando o planejamento do uso da adubação verde nos agrossistemas de São Carlos, SP.** 1996. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 1996.

HAMADA, E.; MEDEIROS, G. A.; FILIZOLA, H.F.; JUNIOR, J. Z.; GOMES, M.A.F.; QUEIROZ, S. C. do N. de. Processos erosivos lineares em áreas de recarga do Aqüífero Guarani. I Workshop sobre Água, Agricultura e Meio Ambiente no Estado de São Paulo: Avanços e Desafios. 16-17 de setembro de 2003. Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna, SP. (2003). **CD-ROM.** Documento tema2_3.pdf . p.19.

HAMAMOTO, M. Y. **Mapeamento das áreas de perigo de contaminação dos recursos hídricos por vazamento em postos de combustível na área urbana de São Carlos – SP.** 2010. 145f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2010.

HAYAKAWA, E. H. **Análise da variabilidade espacial e temporal dos sedimentos suspensos do alto rio Paraná via imagens orbitais: região de Porto São José - PR.** 2007. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 2007.

HENDRIKSEN, E. S.; VAN BREDA, F. M. **Teoria da contabilidade.** 5. ed. São Paulo: Atlas. 1999. 550p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cartas topográficas.** Folhas: SF23-V-C-IV-1; SF23-V-C-IV-2; SF23-V-C-IV-3; SF23-V-C-IV-4; SF23-Y-A-I-1; SF23-Y-A-I-2 e SF22-Z-B-III-2. Brasília: IBGE, 1971. (Escala 1:50.000). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> Acesso em: outubro 2011.

_____. **Manual Técnico de Pedologia.** 2ª Ed. – Rio de Janeiro: IBGE 2007. 323 p.

_____. Bando de Danos Cidades. **Censo Demográfico 2010.** Disponível em: www.ibge.gov.br. Acessado em: 11/01/2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO - IBRAM. **Mineração e Meio Ambiente.** Brasília: IBRAM/ Comissão Técnica de Meio Ambiente/ Grupo de Trabalho de Redação, 1992. 126p.

INSTITUTO GEOLÓGICO. **Subsídios de meio físico-geológico ao planejamento do município de Campinas-SP.** 2v. São Paulo, IG/SMA – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. 1993.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. São Paulo. 1981. Escala 1:500.000. v.1.

_____. **Curso de Geologia de Engenharia Aplicada e Problemas Ambientais**. São Paulo, SP. 1992a. 291p.

_____. **Tecnologia, Ambiente e Desenvolvimento.** Secretaria da Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico. São Paulo: IPT, 1992b. 171p.

_____. **Diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos e estabelecimento de diretrizes técnicas para a elaboração do Plano de Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré** – Relatório final nº 40.674. São Paulo: IPT, 2000. 19p.

_____. **Mineração e Município, Bases para Planejamento e Gestão dos Recursos** Minerais. 1ed. São Paulo: IPT, 2003, v. 1.

INSTITUTO POLIS. **Relatório de Leitura**, Produto 1. Assessoria Técnica para Elaboração do Plano Diretor de São Carlos, 2002.

ITOZ, C.; NETO, J. L. de C. e KOWALSKI, F. D. A evidenciação do passivo ambiental e seu efeito sobre usinas Hidrélétricas. In: 6° Congresso USP Controladoria e Contabilidade, 2006. São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP. 2006. Disponível em: http://www.congressousp.fipecafi.org/artigos62006/621.pdf. Acessado em: jan/2012. 27 e 28 de julho de 2006.

JENNESS, J. **Manual DEM Surface Tools for ArcGIS.** USA. Modificado em may13, 2013.

JÚNIOR, J. F. P.; RODRIGUES, S. C. O método de análise hierárquica – AHP – como auxílio na determinação da vulnerabilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Piedade (MG). **Revista do Departamento de Geografia – USP**, São Carlos. v. 23, p. 4-26, 2012.

JÚNIOR, J. F. do V.; BARROS, L. da S.; SOUSA, M. I. L. de; UCHÔA, S. C. P. Erodibilidade e suscetibilidade à erosão dos solos de cerrado com plantio de Acaciamangium em Roraima. **Revista Agro@mbiente On-line**, www.agroambiente.ufrr.br, Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, RR. v. 3, n. 1, 1- 8p. jan-jul, 2009.

KERTZMAN, F. F.; OLIVEIRA, A. M. S; SALOMAO, F. X. T. e GOUVEIA, M. I. F. Mapa de erosão do estado de São Paulo. **Revista Instituto Geológico** [online]. 1995, v.16, n.esp, pp. 31-36. ISSN 0100-929X.

KING, T. V. V.; AGER, C. M.; ATKINSON, W. W. **Environmental considerations of active and abandoned mine lands: lessons from Summitville, Colorado.** Denver: United States Geological Survey. (USGS. Bulletin, 2220). 1995.

KLINTOWITZ, D. **Relatório do estudo de caso sobre o plano diretor do município de São Carlos.** Rede Nacional de Avaliação e Capacitação para Implementação dos Panos Diretores Participativos. 2005.

KOPEZINSKI, I. **Avaliação da degradação ambiental produzida por mineração no município de Poços de Caldas (MG) considerando procedimentos de mapeamento geotécnico.** 1998. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 1998.

_____. Caracterização geológico-Geotécnica dos materiais inconsolidados numa área degradada por mineração. In: **9° Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia.** 1999. São Pedro. Anais...São Pedro: CBGE, 1999.

KRAEMER, M. E. P. **Passivo Ambiental.** Gestiópolis Com, www.gestiopolis.com, 2005. Disponível em: <http://www.gestiopolis.com/canales5/fin/passivo.htm>. Acessado em: jan/2012. 2005.

LAZANHA, L. K. S. **Subsídios jurídico-sociais para formulação de políticas: revitalização de áreas degradadas por contaminação no Estado de São Paulo.** 2005. 187f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública da USP, São Paulo, SP, 2005.

LILLESAND, T.M.; KIEFFER, R. W. **Remote sensing and image interpretation.** 3. ed.Wiley, USA, 1994.

LIMA, R. P. **O processo e o (des) controle da expansão urbana de São Carlos (1857-1977).** 2007. 193f. Dissertação (Mestrado em Teoria e História da Arquitetura e do Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2007.

LOBO, D., Lozano, Z. e Delgado, F. **Water erosion risk assessment and impact on productivity of a Venezuelansoil**, Catena , Vol. 64, 2005. pp. 297-306.

LOLLO, J. A. **Mapeamento geotécnico da folha de Leme – SP: utilização da geomorfologia para caracterização preliminar das unidades geotécnicas.** 1991. 87f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 1991.

LORANDI, R. **Caracterização dos solos das áreas urbanas e suburbana de São Carlos (SP) e suas aplicações.** 1985. 181f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 1985.

LOTT, C. P. M.; BESSA, G. D.; VILELA, O. Reabilitação de Áreas e Fechamento de Minas. **Revista Brasil Mineral,** CVRD, Edição Especial Mineração e Meio Ambiente. n°228. jun 2004.

MAGALHÃES, I. A. L.; NERY, C. V. M.; ZANETTI, S. S.; PENA, F. E. da R.; AVELINO, R. C.; SANTOS, A. R. Uso de Geotecnologias para estimativa de Perda de Solo e Identificação das Áreas Susceptíveis a Erosão Laminar na sub-bacia Hidrográfica do Rio Vieira, Município de Montes Claros, MG. **Cadernos de Geociência**, Salvador, www.cadernosdegeociencias.igeo.ufba.br. v.9, n. 2, nov. 2012.

MAIA, L. **Gestão Ambiental.** Escola Técnica José Rodrigues da Silva. 2011. 22p. Disponível em: <http://www.etjrs1.com.br/intranet/ambiental/Apostila/apostilha4.pdf>. Acessado em: 25 jan. 2012.

MARCELINO, E. V. **Mapeamento de áreas suscetíveis a escorregamento no município de Caraguatatuba (SP) usando técnicas de sensoriamento remoto.** 2004. 228f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – INPE. São José dos Campos, SP. 2004.

MAY, M. A.; ALEXANDRINI, F. Inovação Tecnológica na Administração Pública: Avaliação do uso do Sistema de Informação Geográfica em municípios do Alto Vale do Itajaí. In: Simpósio Sulbrasileiro de Aplicações e Tecnologias da Informação e Comunicação, 2007, Rio do Sul. **Anais...** Rio do Sul: UNIDAVI, 2007. v. 1.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. **Introdução ao processamento de imagens de Sensoriamento Remoto.** 1. ed. Brasília: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 2012. v. 1. 266p .

MIARA, M. A. e OKA-FIORI, C. Análise por múltiplos critérios para a definição de níveis de fragilidade potencial - um estudo de caso: bacia hidrográfica do rio Cará-cará, Ponta Grossa/PR. **Ra'e Ga - O Espaço Geográfico em Análise**, [S.l.], v. 13, set. 2007. ISSN 2177-2738. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/raega/article/view/6642/9084>. Acesso em: 19 Nov. 2012.

MILANI, E. J.; FRANCA, A. B. ; SCHNEIDER, R. L. **Bacia do Paraná.** Boletim de Geociências da Petrobrás, Rio de Janeiro, v. 8, n.1, p. 69-82, 1995.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa COPAM n° 74, 9 de setembro de 2004.** Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ambiental de funcionamento ou de licenciamento ambiental no nível estadual, determina

normas para indenização dos custos de análise de pedidos de autorização ambiental e de licenciamento ambiental, e dá outras providências. Secretário de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável e Presidente do COPAM. Belo Horizonte, MG. 2004.

_____. **Deliberação Normativa COPAM nº 108, de 24 de maio de 2007.** Altera a Deliberação Normativa Copam 50/01, que estabelece os procedimentos para o licenciamento ambiental de postos revendedores, postos de abastecimento, instalações de sistemas retalhistas e postos flutuantes de combustíveis e dá outras providências. Secretário-Adjunto de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável e Secretário Executivo do COPAM. Belo Horizonte, MG. 2007.

_____. **Deliberação Normativa COPAM Nº 127, de 27 de Novembro de 2008.** Estabelece diretrizes e procedimentos para avaliação ambiental da fase de fechamento de mina.Secretário-Adjunto de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável e Secretário Executivo do COPAM. Belo Horizonte, MG. 2008.

_____. **Deliberação Normativa COPAM n° 145, de dezembro de 2009.** Dispõe sobre a declaração de informações relativas à identificação e classificação de áreas mineradas abandonadas no Estado de Minas Gerais. Secretário Adjunto de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável e Secretário Executivo do COPAM, Belo Horizonte, MG. 2009.

MIRANDA, J. G. de. **Mapeamento geotécnico e estudo da suscetibilidade à erosão na bacia do Ribeirão Ponte de Pedra (MT), escala 1:100.000.** 2005. 278f. Tese (Doutorado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2005.

MONTANHEIRO, T. J. *et al.* Investigação tecnológica de arenitos silicificados na Formação Botucatu (NE do Paraná) para uso como rocha de revestimento. **Revista Geociências**, São Paulo. v. 30, n. 2, p. 237-251. 2011. UNESP.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação.** 4°ed. Viçosa: Editora UFV. 2011. 422p.

MOURA, A. C. M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano.** 1 ed. Belo Horizonte: Ed. da Autora, 2003. v. 1. 249p.

MOURA, A. C. M.; VIEIRA, A. M.; FERREIRA, F. C.; NOUGUEIRA, T. D. A. N. Geoprocessamento como ferramenta de planejamento e gestão no Vale do Sereno em Nova Lima, Minas Gerais. **Anais...** Foz do Iguaçu: XVI Simpósio de Sensoriamento Remoto – SBSR. INPE. 2013.

MURO, M. D. **Carta de zoneamento para seleção de áreas frente à instalação de aterros sanitários no município de São Carlos - SP - escala 1:50.000.** 2000. 201f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

NIEMANN, R. S. **Levantamento do meio físico e classificação das terras no sistema de capacidade de uso da Microbacia do Ribeirão Putim**. São José dos Campos: INPE, SP. 2012.

NISHIYAMA, L. **Procedimentos de mapeamento geotécnico como base para análises e avaliações ambientais do meio físico, em escala 1:100.000: aplicação no município de Uberlândia.** 1998. Tese (Doutorado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 1998.

NISHIYAMA, L.; ZUQUETTE, L. V. A importância da cartografia geotécnica para caracterização de áreas de vulnerabilidade de aqüíferos livres: exemplo do aqüífero Botucatu na quadrícula de São Carlos - SP. **Revista de Geociências** (UNESP), São Paulo, v. 13, n.01, p. 345-357, 1994.

OLIVEIRA, J. B. **Solos do Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico.** Campinas: Instituto Agronômico de Campinas - IAC, 1999. (Boletim Científico número 45). 108 p.

OLIVEIRA, V. V. **A adoção da abordagem de empreendimentos para a gestão ambiental de cidades: estudo de caso na bacia do Gregório, São Carlos, SP.** 2010. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

OLIVEIRA, A. H.; SILVA, M. A.; SILVA, M. L. N.; AVANZI, J. C.; CURI, N.; LIMA, G. C.; PEREIRA, P. H. Caracterização ambiental e predição dos teores de matéria orgânica do solo na Sub-Bacia do Salto, Extrema, MG. **Semina: Ciências Agrárias** (Impresso), Londrina, v. 33, n. 1, p. 143-154, jan./mar. 2012.

OLIVEIRA JÙNIOR, J. B. **Desativação de Empreendimentos Mineiros: Estratégias para Diminuir o Passivo Ambiental.** 2001. 179f. Dissertação (Doutorado em Engenharia) – Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2001.

OLIVEIRA, J. B.; PRADO, H. Levantamento Pedológico Semi-detalhado do Estado de São Paulo: Quadrícula de São Carlos. **Boletim Técnico.** II Memorial Descritivo. Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, SP. v. 98. 188p. 1984.

PAIVA, P. R. **Contabilidade ambiental: evidenciação dos gastos ambientais com transparência e focado na prevenção.** 1. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

PEDRO, F. G. e LORANDI, R. Potencial Natural de Erosão na área Peri-urbana de São Carlos – SP. **Revista Brasileira de Cartografia**, Presidente Prudente, v. 56, n. 1, p. 38 – 53. 2004.

PERINOTTO, J. A.; LINO, I. C. Geologia, recursos minerais e passivos ambientais. **Atlas Ambiental da Bacia do Rio Corumbataí.** Mar/2012. Disponível em: http://ceapla2.rc.unesp.br/atlas/geologia.php Acessado em: julh/2013.

PETROBRÁS. **Identificação e avaliação de impactos ambientais**. AECOM. p. 94, 2010.

PFALTZGRAFF, P. A. dos S.; ASSIS, H. M.b.de ; MIRANDA, J.L.F. de ; S.ARRAES, Carlos E.da ; FERREIRA, Rogério Valença . **Sistema de informações geoambientais da região metropolitana do recife.** In: Oficina Internacional de Ordenamento Territorial Mineiro, 2005, Rio de Janeiro. Oficina Internacional de Ordenamento Territorial Mineiro. Rio de Janeiro: CPRM, 1996.

PINESSE JÚNIOR, J. F.; RODRIGUES, S. C. O Método de análise hierárquica – AHP – como auxílio na determinação da vulnerabilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Piedade (MG). **Revista do Departamento de Geografia – USP**, São Paulo, v.23, p.4-26. 2012.

POLETTE, M. **Planície do Pequerê. Ilha de São Sebastião – SP.** Diagnóstico e planejamento ambiental costeiro. 1993. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 1993.

PONS, N. A. D. **Levantamento e diagnóstico geológico-geotécnico de áreas degradadas na cidade de São Carlos – SP, com auxílio de geoprocessamento.** 2006. 201f. Tese (Doutorado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2006.

PONTES, J. C.; FARIAS, M. S. S; LIMA, V. L. A. Mineração e seus reflexos socioambientais: estudo de impactos de vizinhança (EIV) causados pelo desmonte de rochas com uso de explosivos. **Revista Eletrônicas Polêmica.** v. 12, n. 1. 2012. Disponível em: http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica. Acessado em: julh/2013.

PORTELLA, R. B.; GUEDES, J. F. C.; ALCOFORADO, I.G.; MACHADO, S. L.; GUIMARAES, R. B. Passivo Ambiental e Desengenharia: O Exemplo de Santo Amarao da Purificação - BA. In: **CONCISTEC 2010 - 1° Congresso Científico da Semana Tecnológica - IFSP**, 2010, Bragança Paulista - SP. CONCISTEC 2010, 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CARLOS – SP. Plano Diretor Municipal – **Lei 13.691/2005.** Disponível em: http://www.saocarlos.sp.gov.br/images/stories/pdf/Lei_13691_05_Plano_Diretor.pdf. Acessado em: 28/06/2013. 2005.

PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A. C.; PEDROSO, A. de F.; CAMARGO, A. C. de; RASSINI, J. B.; ROCHA FILHO, J. da; OLIVEIRA, G. P.; CORREA, L. de A.; ARMELIN, M. J.; DECHEN, S. C. F.; VIEIRA, S. R. Microbacia hidrográfica do ribeirão Canchim: um modelo real de laboratório ambiental. São Carlos – SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 1999 (**Boletim de Pesquisa**, 5).

REDE. **Avaliação de Impactos.** 2009. Disponível em: <http://www.redeimpactos.org>. Acessado em: jan/2014.

RIBEIRO, M. D. S.; GRATÃO, A. D. Custos Ambientais: o Caso das Empresas Distribuidoras de Combustíveis. In: **VII Congresso Brasileiro de Custos**, Recife. PE. 2000.

RIBEIRO, M. D. S.; LISBOA, L. P. Balanço Social. L.P. LISBOA (Editor), **Revista Brasileira de Contabilidade,** São Paulo, v.28, n. 115, p. 72 - 81. 1999.

ROCHA,C. H. B. **Geoprocessamento Tecnologia Transdisciplinar.** Juiz de Fora – MG: ed. Do Autor, 1999.

ROCHA, V. **Utilização do geoprocessamento para simular reconstrução do relevo após atividades de mineração.** 2011. 39f. Monografia (Especialização em Geoprocessamento) Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2011.

ROCHE, R. Passivo Ambiental e seu Custo Ambiental. **Jornal Cana**, 2008. p.62 - 63.

RÓSÁRIO, Gabriela Oliveira. **Análise espacial aplicado à determinação do risco de erosão do solo na porção Noroeste do município de Itabirito (MG).** 2010. 33f. Monografia (Especialização em Cartografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2010.

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, pp. 17-29, 1992.

RUIZ, M. S. **O conflito entre urbanização e mineração de argilas no município de Campinas: estudo de caso, Bairro Santa Lúcia.** 1989. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1989.

SAATY, T.L. **The Analytic Hierarchy Process.McGraw Hill, New York.** 1980.

_____. **Multicriteria Decision Making. The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation**. 2. ed. Pittsburgh: RWS Publications, 1990.

SÁNCHEZ, L. E. **Desengenharia: o Passivo Ambiental na Desativação de Empreendimentos Industriais.** São Paulo: EDUSP, p. 245. 2001.

_____. Possibilidades e Desafios na Revitalização de áreas Contaminadas no Brasil. **Seminário Internacional sobre Remediação de Sítios Contaminados.** Disponível em:<http://www.ekosbrasil.org/anexos/painel%205%20-%20luis%20sanchez.pdf,>. Acessadoem: jan/2012. 2004.

_____. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos.** São Paulo: Oficina de Textos, p. 496. 2006.

SANTOS (Município). Secretaria Municipal do Meio Ambiente. (2011-2012). **Plano de gestão integrada de resíduos sólidos do município de Santos**. Santos: Prefeitura de Santos, SMMA.

SANTOS, L. J. C.; FIORI, C. O.; CANALLI, N. E.; FIORI, A. P.; SILVEIRA, C. T. da; SILVA, J. M. F. da. Mapeamento da vulnerabilidade geoambiental do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 37 (4), pp. 812-820, 2007.

SANTOS, R. F. **Diagnóstico Ambiental Planejamento Ambiental Teoria e Prática.** São Paulo, Editora Oficina de Textos. 2004.

SÃO CARLOS AGORA. **Exército realiza vistoria em pedreira do 29.** Disponível em: www.saocarlosagora.com.br. Acessado em: 16/05/2013.

SÃO PAULO. **Decreto nº 18.997, de 15 de junho de 1982**. Palácio dos Bandeirantes, São Paulo, SP. 1982.

_____. **Decreto Nº 26.890, de 12 de março de 1987.** Secretário de Agricultura e Abastecimento, São Paulo, SP. 1987.

SCARPINELLA, G. D'A. **Erosão em carregadores da cultura da cana-de-açúcar: estudo de caso da bacia do Ribeirão do Feijão (SP).** 2012. 201f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2012.

SCHIANETZ, B. **Passivos Ambientais: Levantamento Histórico: Avaliação de Periculosidade: Ações de Recuperação.** 1999. 200 f. Curitiba: SENAI. 1999.

SCHNEIDER, R. L.; MÜHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R. A.; DAEMON, R. F.; NOGUEIRA, A. A. Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná. In: Congr. Brás. Geol., 28. Porto Alegre. **Anais...**Porto Alegre: SBG, v1. p. 41-65. 1974.

SCHOWENGERDT, R. A. **Remote sensing, models and methods for image processing.** San Diego: Academic Press, 1997. 522 p.

SERVIÇOS DE CONSULTORIA EM MEIO AMBIENTE. (2009). **RIMA do Projeto da 4° usina de Pelotização em Ponta de Ubu, ES**. [S.l.:s.n.]. (Relatório Técnico Final. CPM RT 409/09).

SETZER, J. **Atlas climático e ecológico do Estado de São Paulo.** São Paulo: Comissão lnternacional da Bacia do Rio Parana-Uruguai. 1966.

SILVA, A. B. **Sistemas de Informações Geo-referenciadas. Editora da Unicamp.** Campinas. 250p. 1999.

SILVA, C. A. da; NUNES, F. P. Mapeamento de vulnerabilidade ambiental utilizando o método AHP: uma análise integrada para suporte à decisão no município de Pacoti/CE. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, INPE. 5435-5442p. 2009.

SIMÕES, M. G. **Modeladores Digitais de Terreno em Sistemas de Informação Geográfica.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Sistemas e Computação - Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. 1993, 158p.

SOARES, J. J.; SILVA, D. W. DA e LIMA, M. I. S. Current state and projection of the probable original vegetation of the São Carlos region of São Paulo State, Brazil. In: **Brazilian Journal of Biology**, ago. 2003, v. 63, 527-536p. ISSN 1519-6984.

SOUZA, V. R.; RIBEIRO, M. de S. Aplicação da contabilidade ambiental na indústria madeireira. **Revista Contabilidade e Finanças** – USP, São Paulo, n.35, p. 54 – 67, maio/agosto 2004.

STABILE, R. A.; VIEIRA, B. C. Análise do papel exercido pela topografia na distribuição das feições erosivas da bacia hidrográfica Água da Faca, Piratininga (SP / Brasil), a partir de um modelo digital de elevação. **12° Encontro de Geógrafos de América Latina.** 3 a 7 de Abril de 2009. Montevideo, Uruguay. 2009.

STASSUN, C. C. S. **Geoprocessamento como prática biopolítica de governo municipal: desenho de um dispositivo.** 2009. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2009.

TAVEIRA, A. L. S. **Análise qualitativa da distribuição de custos ambientais. Estudo de caso da Samarco Mineração S.A.** 1997. 162f. Dissertação (Mestrado em Administração e Política de Recursos Minerais) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1997.

_____. **Provisão de recursos financeiros para o fechamento de empreendimentos mineiros.** 2003. 209f. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2003.

TEKNOMO, K. **Analytic Hierarchy Process (AHP) Tutorial.** 2006. Disponível em: <http://people.revoledu.com/kardi/tutorial/ahp/>. Acesso em: 15 fev. 2013.

TINOCO, J. E. P.; KRAEMER, M. E. P. **Contabilidade e Gestão Ambiental.** 1ª. ed. São Paulo: Editora Atlas S/A, 2004. v. 1. 304p.

VALERIANO, M. M. Curvatura vertical de vertentes em microbacias pela análise de modelos digitais de elevação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Campina Grande, PB, v.7, n.3, p. 539 – 546. 2003.

VALVERDE, F.M., KYOTANI, M.A. Mineração em áreas urbanas. **Brasil Mineral**, n. 30, p.31-36, mai 1986.

VENTURIEIRI, A. et al. Dinâmica das queimadas no estado do Mato Grosso entre os anos de 2008 e 2010. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: INPE 2013. 8622-8628p.

VERAS, C. A. G. Sensoriamento Remoto no Brasil. **Revista Mundo GEO,** São Paulo, Ed. 71. p 64, jan/fev, 2013.

WATHERN, P. An introductory guide to EIA. In: WATHERN, P. (Ed.), **Environmental Impact Assessment.** Theory and Practic. London: Unwin Hyman, 1998. Cap 1, p. 3-30.

WERNECK, B. R.; SILVA, J. A. F. da. **Avaliação da Suscetibilidade à Degradação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Macaé-RJ com Apoio do Geoprocessamento.**

Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes, RJ, v.4, n.2, p.155-171, jul/dez.2010. Disponível em: <http://www.essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/boletim/article/viewFile/1716/900> Acesso em 02 jul. 2012.

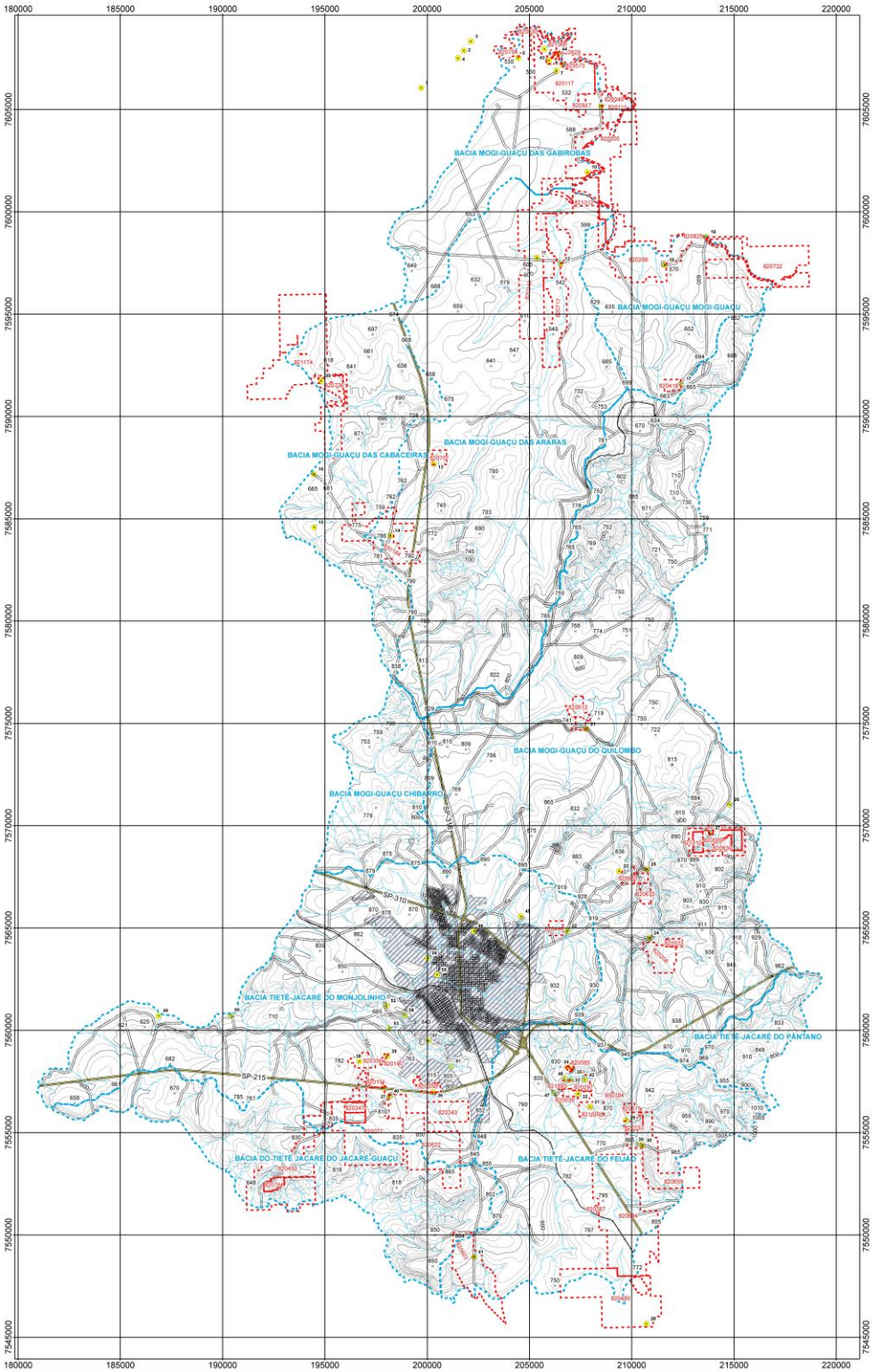
WISCHMEIER, W. H. e SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning.** Supersedes Agriculture Handbook n°. 282", Science and Education Administration, United States Department of Agriculture. 1987. 58p.

ZACHAR, D. **Soil Erosion**, In: Developments in Soil Science 10, Elsevier Scientific Publishing Company, Bratislava, Czechoslovakia, 1982.

ZARONI, M. J. **Estimativa da produção de sedimentos em bacias hidrográficas por meio do modelo de erosão USLE e do índice de transferência de sedimentos – SDR**. 2006. 143f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2006.

APÊNDICE

Apêndice A.I – Base Cartográfica e Mapa de Documentação.



Legenda

- Processos do DNPM
- Bacias Hidrográficas

Curvas de Nível

- mestras
- intermediárias
- Pontos Cotados
- Rede de Drenagem

Sistema Viário

- Vias Secundárias
- Ferrovia
- Rodovias
- Pontos de Campo
- Área Urbana

Folhas Topográficas

Escala 1:50.000

	Porto Pulador	Luís Antônio
	Ibaté	Descalvado
Ribeirão Bonito	São Carlos	Corumbataí

Localização da Área no Estado

N

Escala Original

1:100.000

Escala Gráfica

1 0 1 2 km

Projeção Universal Transversal de Mercator
Datum: Corrégo Alegre
Fuso 23ºS

Alterações ambientais associados à mineração no município de São Carlos (SP), utilizando AHP e SIG.

Base Cartográfica e Mapa de Documentação

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

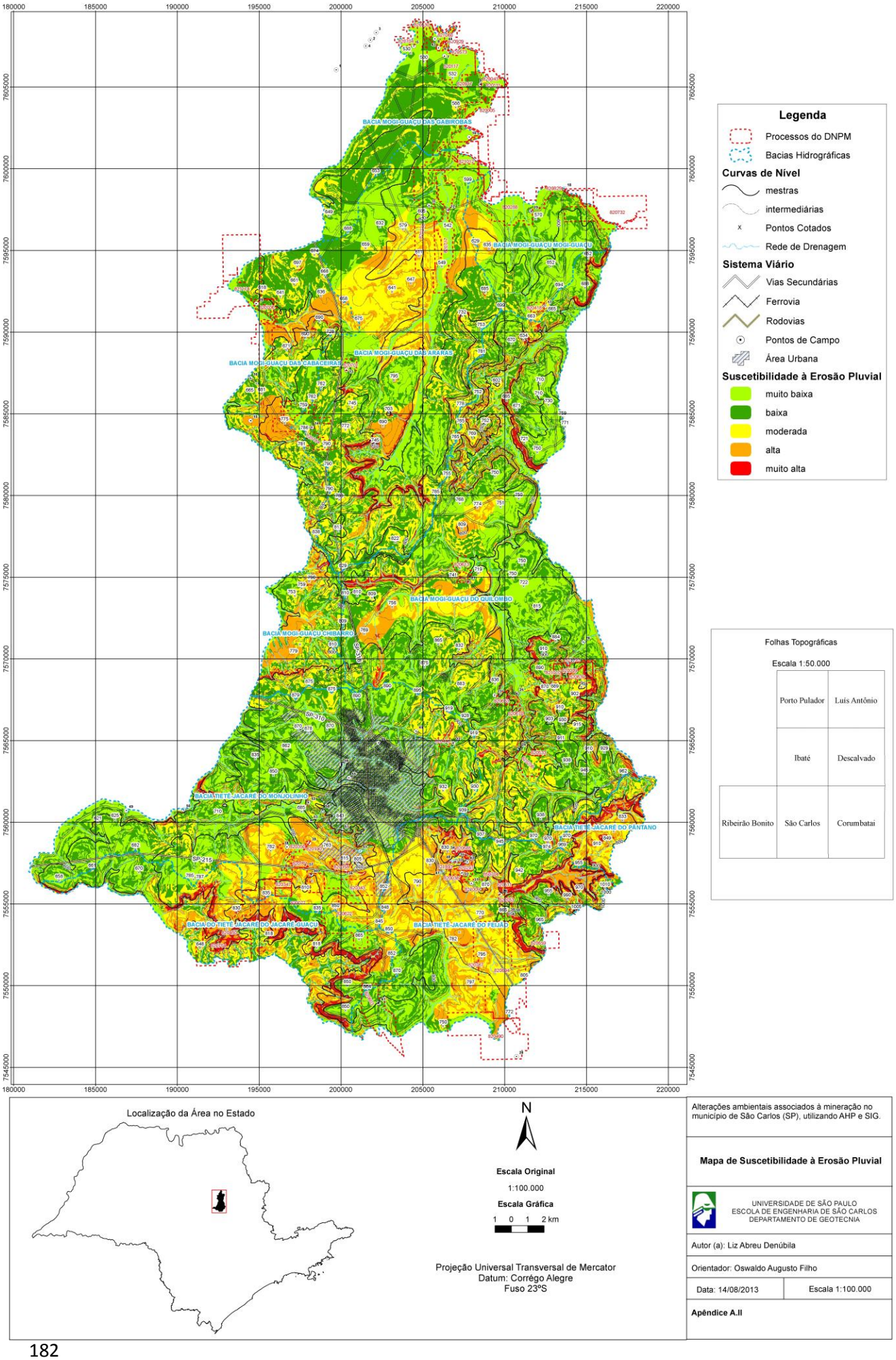
Autor (a): Liz Abreu Denúbila

Orientador: Oswaldo Augusto Filho

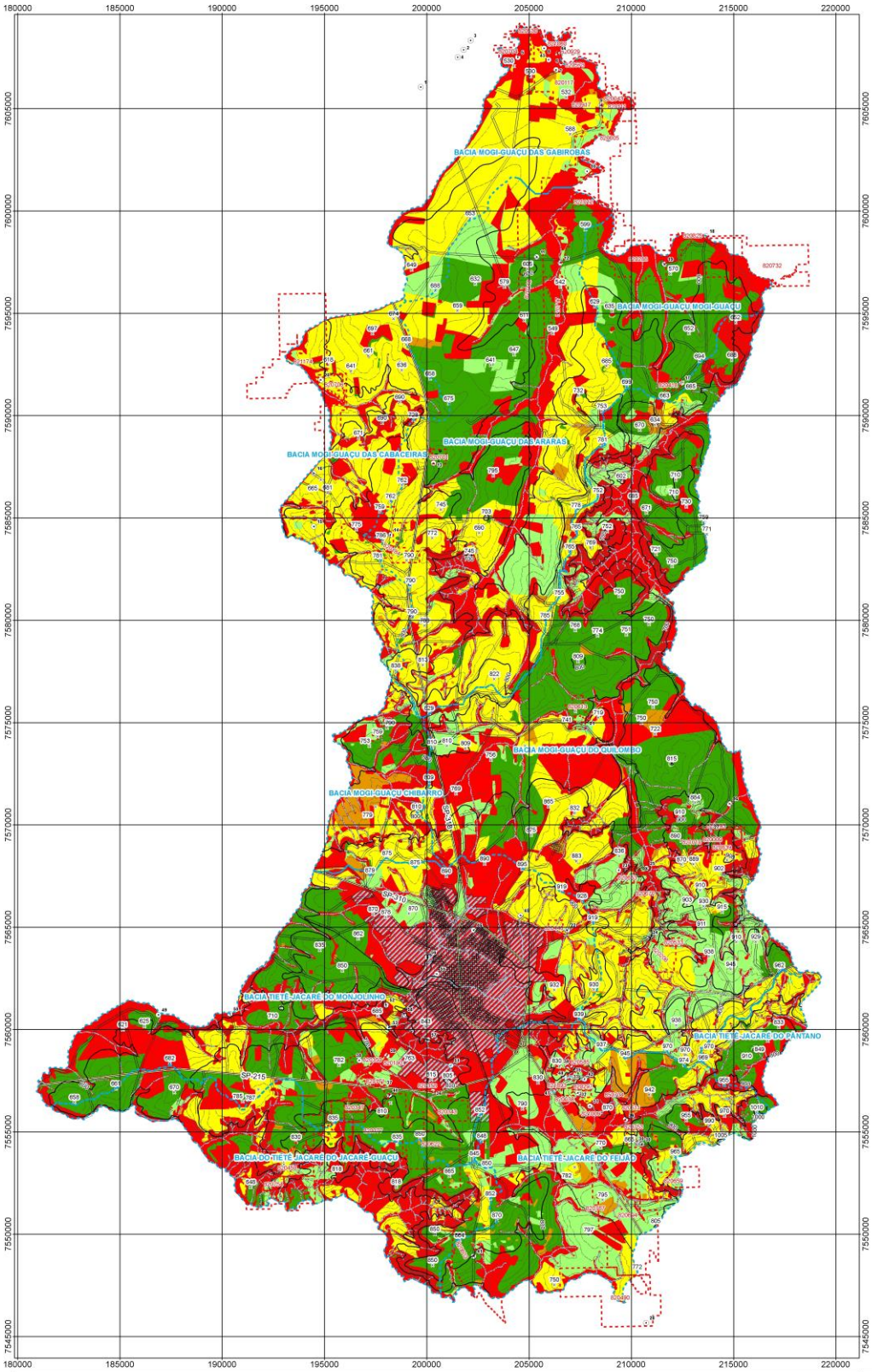
Data: 14/08/2013 | Escala 1:100.000

Apêndice A

Apêndice A.II – Mapa de Suscetibilidade à Erosão Pluvial.


Legenda
Processos do DNPM
Bacias Hidrográficas
Curvas de Nível
mestras
intermediárias
Pontos Cotados
Rede de Drenagem
Sistema Viário
Vias Secundárias
Ferrovia
Rodovias
Pontos de Campo
Área Urbana
Suscetibilidade à Erosão Pluvial
muito baixa
baixa
moderada
alta
muito alta
BACIA MOGI-GUAÇU DAS GABIROBAS
BACIA MOGI-GUAÇU MOGI-GUAÇU
BACIA MOGI-GUAÇU DAS ARARAS
BACIA MOGI-GUAÇU DAS CABACEIRAS
BACIA MOGI-GUAÇU DO GUILOMBO
BACIA MOGI-GUAÇU CHIBARRO
BACIA TIETÊ-JACARÉ DO MONJOLINHO
BACIA TIETÊ-JACARÉ DO PANTANO
BACIA DO TIETÊ-JACARÉ DO JACARÉ-GUAÇU
BACIA TIETÊ-JACARÉ DO FEIJÃO
SP-310
SP-215
Folhas Topográficas
Escala 1:50.000
Porto Pulador
Luís Antônio
Ibaté
Descalvado
Ribeirão Bonito
São Carlos
Corumbataí
Localização da Área no Estado
N
Escala Original
1:100.000
Escala Gráfica
1 0 1 2 km
Projeção Universal Transversal de Mercator
Datum: Corrégo Alegre
Fuso 23ºS
Alterações ambientais associados à mineração no município de São Carlos (SP), utilizando AHP e SIG.
Mapa de Suscetibilidade à Erosão Pluvial
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA
Autor (a): Liz Abreu Denúbila
Orientador: Oswaldo Augusto Filho
Data: 14/08/2013
Escala 1:100.000
Apêndice A.II

Apêndice A.III – Mapa de Danos e Restrições Ambientais



Legenda

- Processos do DNPM
- Bacias Hidrográficas

Curvas de Nível

- mestras
- intermediárias
- Pontos Cotados
- Rede de Drenagem

Sistema Viário

- Vias Secundárias
- Ferrovia
- Rodovias
- Pontos de Campo
- Área Urbana

Danos e Restrições Ambientais

- muito baixo
- baixo
- moderado
- alto
- muito alto

Folhas Topográficas

Escala 1:50.000

	Porto Pulador	Luís Antônio
	Ibaté	Descalvado
Ribeirão Bonito	São Carlos	Corumbatai

Localização da Área no Estado

N

Escala Original

1:100.000

Escala Gráfica

1 0 1 2 km

Projeção Universal Transversal de Mercator
Datum: Corrégo Alegre
Fuso 23ºS

Alterações ambientais associados à mineração no município de São Carlos (SP), utilizando AHP e SIG.

Mapa de Danos e Restrições Ambientais

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

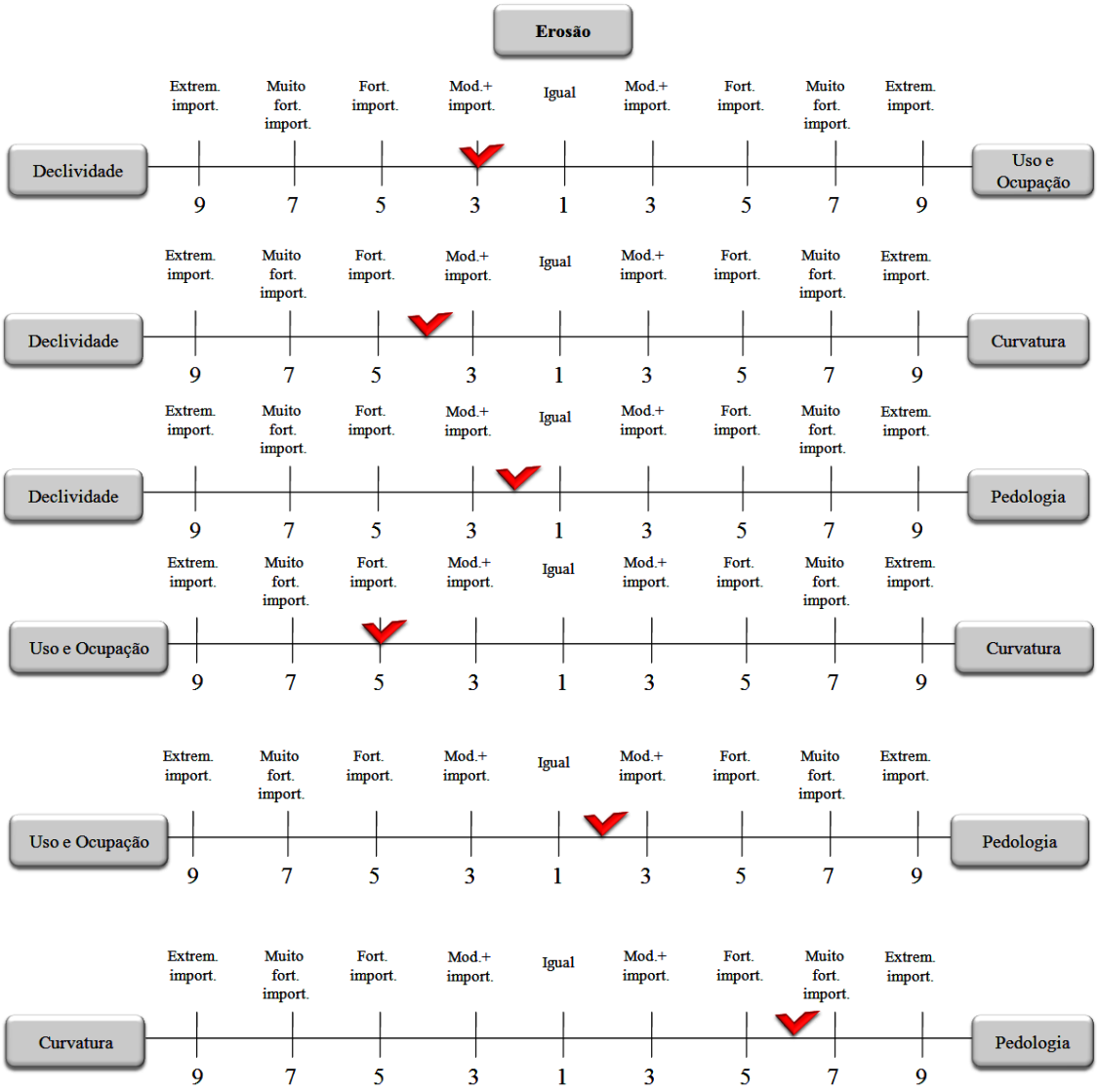
Autor (a): Liz Abreu Denúbila

Orientador: Oswaldo Augusto Filho

Data: 14/08/2013 | Escala 1:100.000

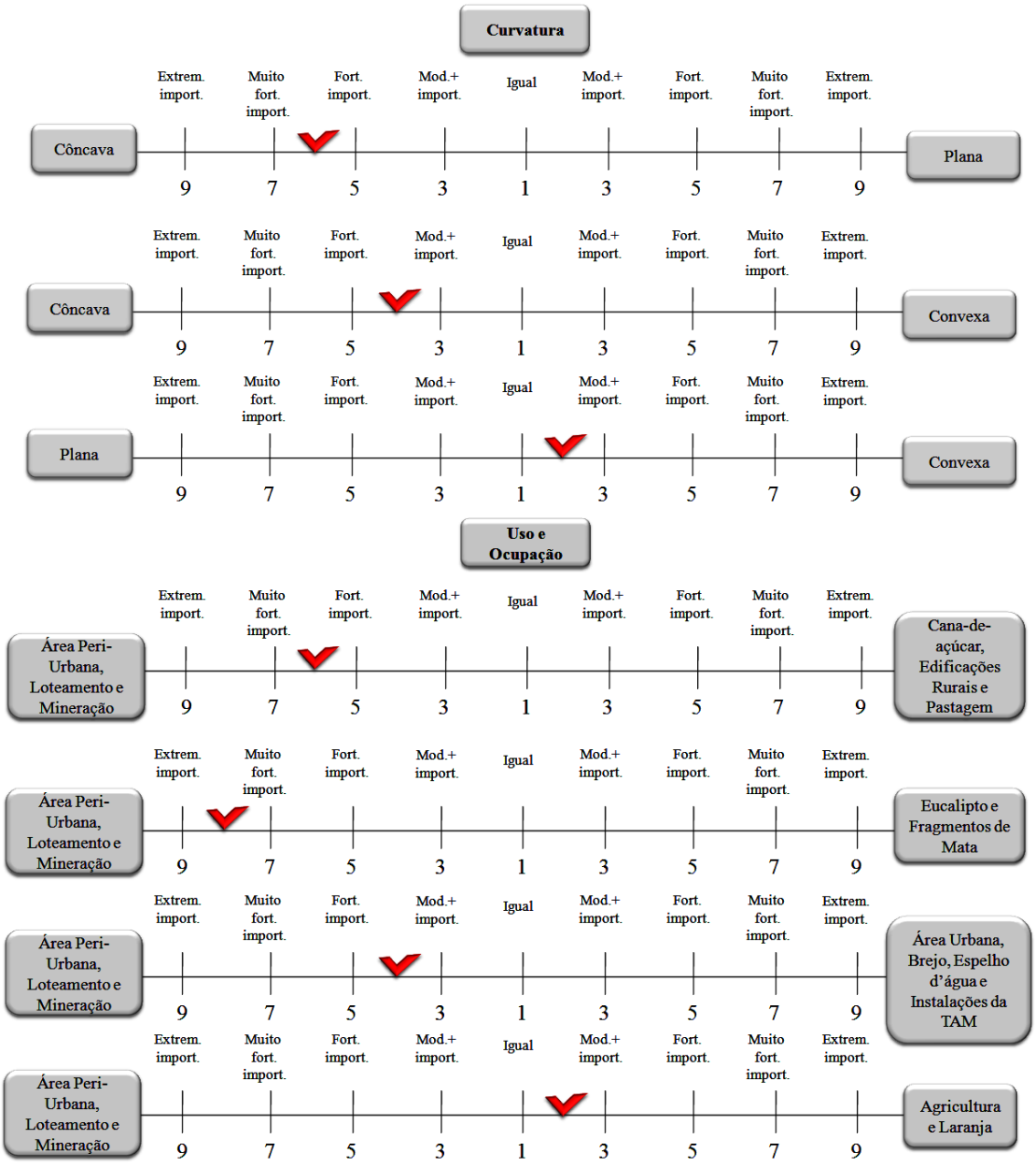
Apêndice A.III

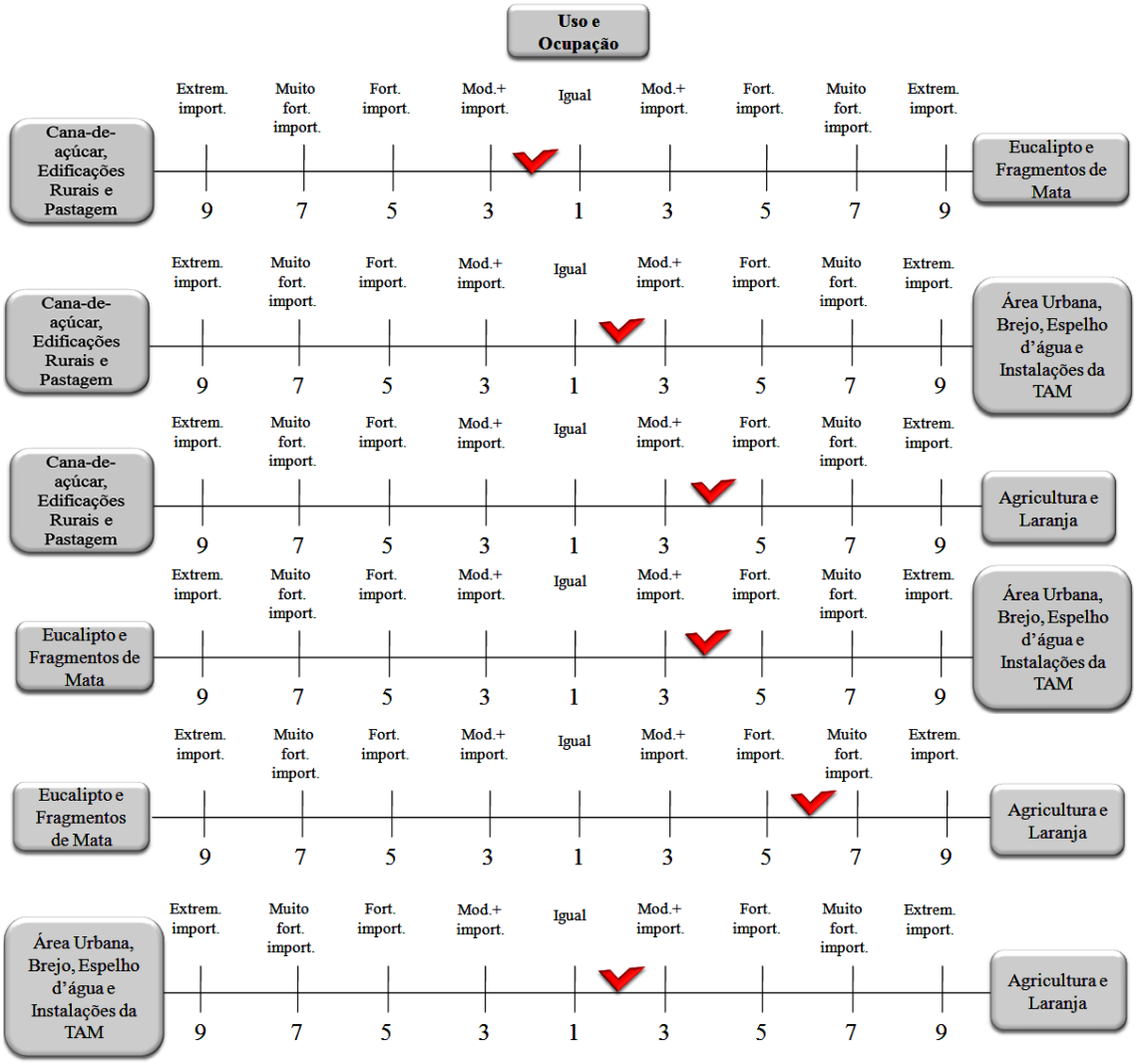
Apêndice B – Comparação paritária dos indicadores de suscetibilidade a erosão e suas respectivas classes, conforme a escala Saaty.

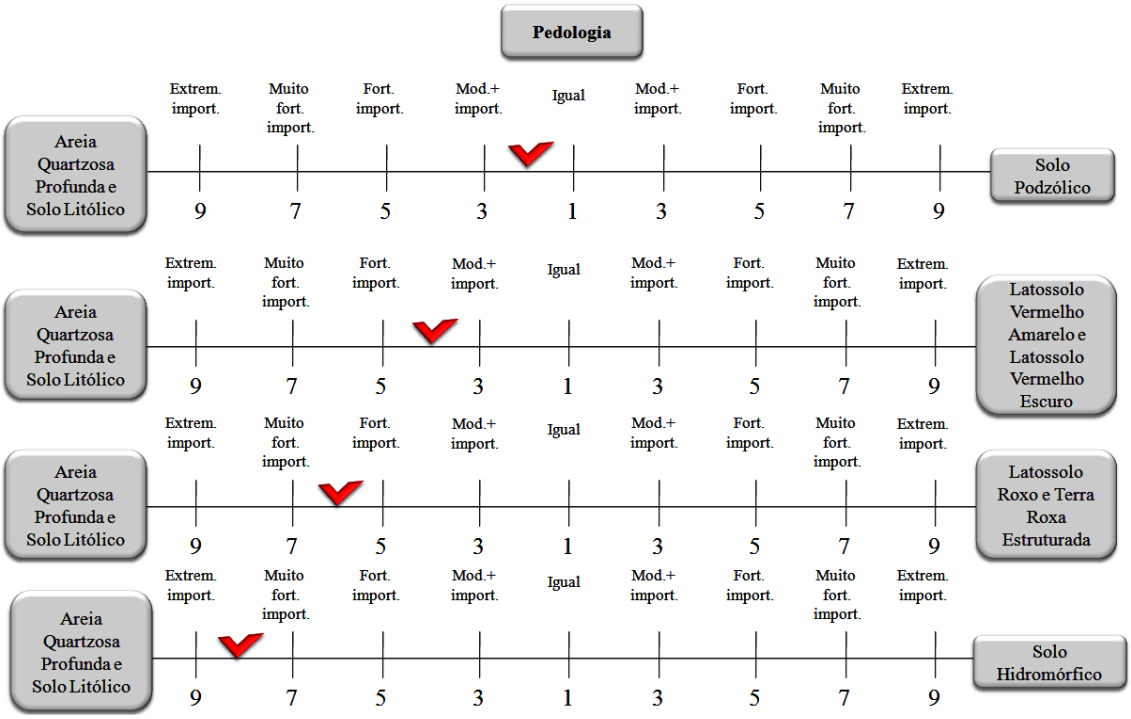


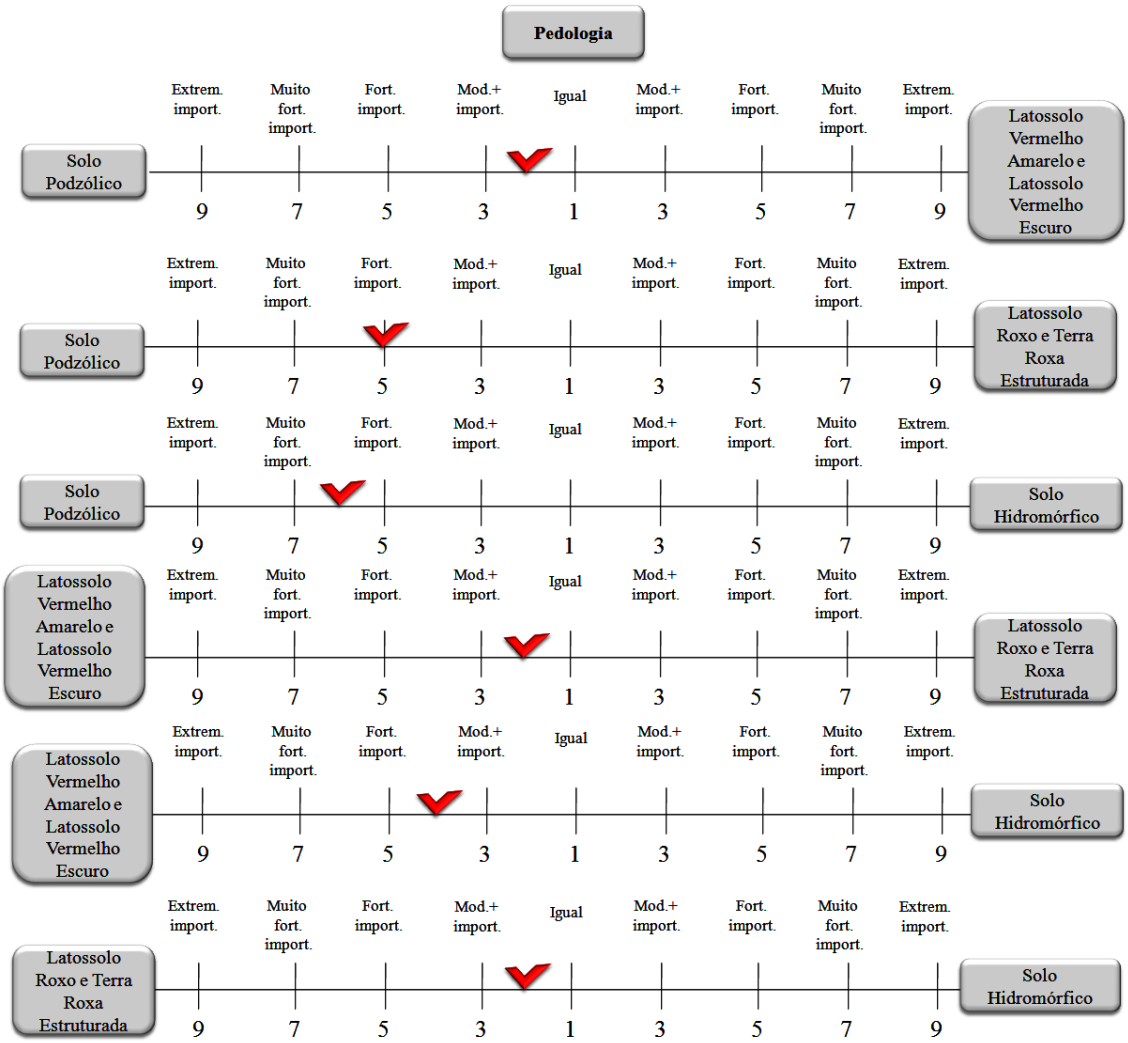
Declividade

	Extrem. import.	Muito fort. import.	Fort. import.	Mod.+ import.	Igual	Mod.+ import.	Fort. import.	Muito fort. import.	Extrem. import.	
< 6%	9	7	5	3	1	3	5	7	9	6 – 12%
< 6%	9	7	5	3	1	3	5	7	9	12 – 20%
< 6%	9	7	5	3	1	3	5	7	9	20 – 30%
< 6%	9	7	5	3	1	3	5	7	9	> 30%
6 – 12%	9	7	5	3	1	3	5	7	9	12 – 20%
6 – 12%	9	7	5	3	1	3	5	7	9	20 – 30%
6 – 12%	9	7	5	3	1	3	5	7	9	> 30%
12 - 20%	9	7	5	3	1	3	5	7	9	20 – 30%
12 –20%	9	7	5	3	1	3	5	7	9	> 30%
20 - 30%	9	7	5	3	1	3	5	7	9	> 30%

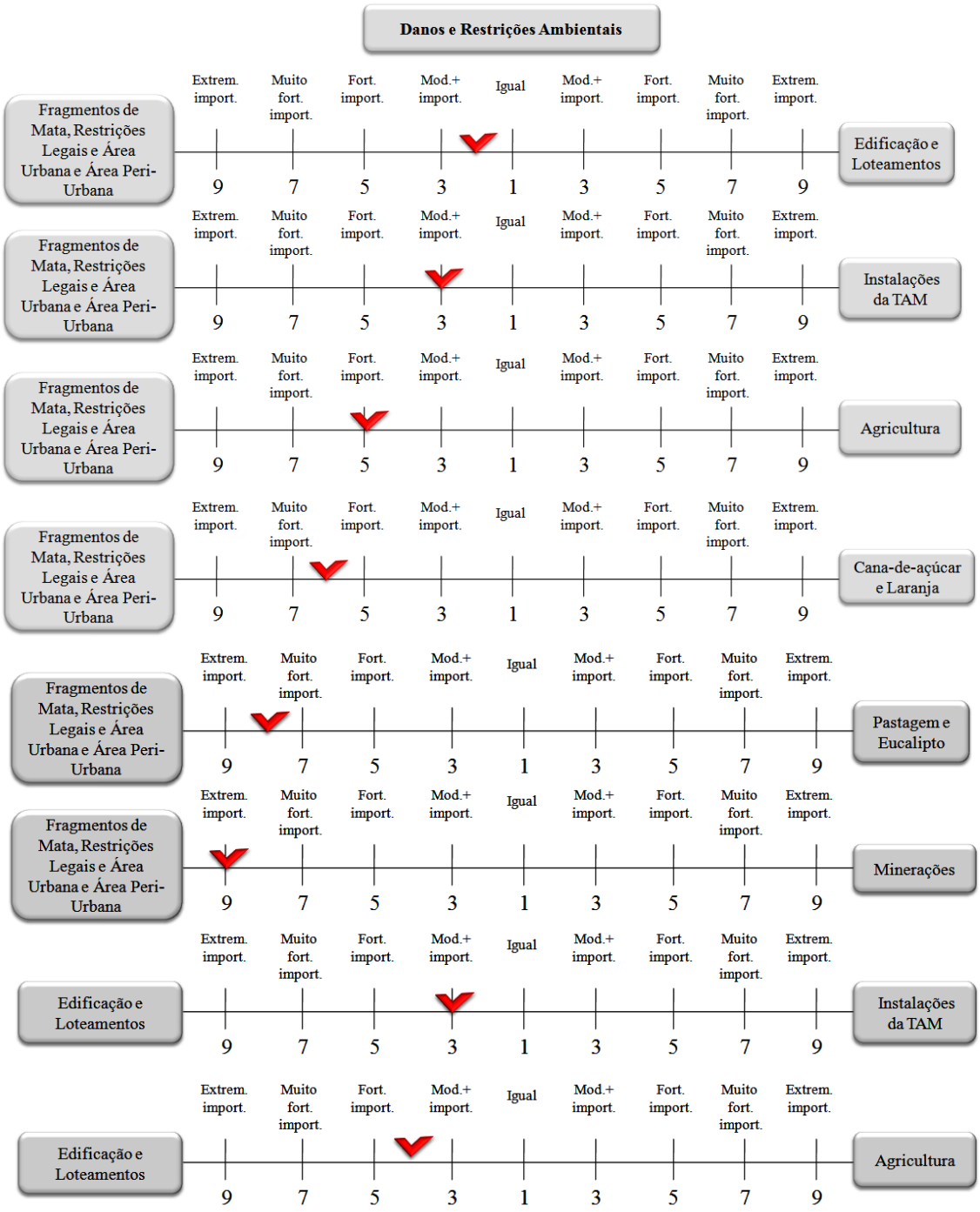

Curvatura
Extrem. import.
Muito fort. import.
Fort. import.
Mod.+ import.
Igual
Mod.+ import.
Fort. import.
Muito fort. import.
Extrem. import.
Côncava
Plana
9 7 5 3 1 3 5 7 9
Côncava
Convexa
Plana
Convexa
Uso e Ocupação
Área Peri-Urbana, Loteamento e Mineração
Cana-de-açúcar, Edificações Rurais e Pastagem
Eucalipto e Fragmentos de Mata
Área Urbana, Brejo, Espelho d'água e Instalações da TAM
Agricultura e Laranja


Uso e Ocupação
Extrem. import.
Muito fort. import.
Fort. import.
Mod.+ import.
Igual
Mod.+ import.
Fort. import.
Muito fort. import.
Extrem. import.
9 7 5 3 1 3 5 7 9
Cana-de-açúcar, Edificações Rurais e Pastagem
Eucalipto e Fragmentos de Mata
Área Urbana, Brejo, Espelho d'água e Instalações da TAM
Agricultura e Laranja


Pedologia
Extrem. import.
Muito fort. import.
Fort. import.
Mod.+ import.
Igual
Mod.+ import.
Fort. import.
Muito fort. import.
Extrem. import.
9 7 5 3 1 3 5 7 9
Areia Quartzosa Profunda e Solo Litólico
Solo Podzólico
Latossolo Vermelho Amarelo e Latossolo Vermelho Escuro
Latossolo Roxo e Terra Roxa Estruturada
Solo Hidromórfico

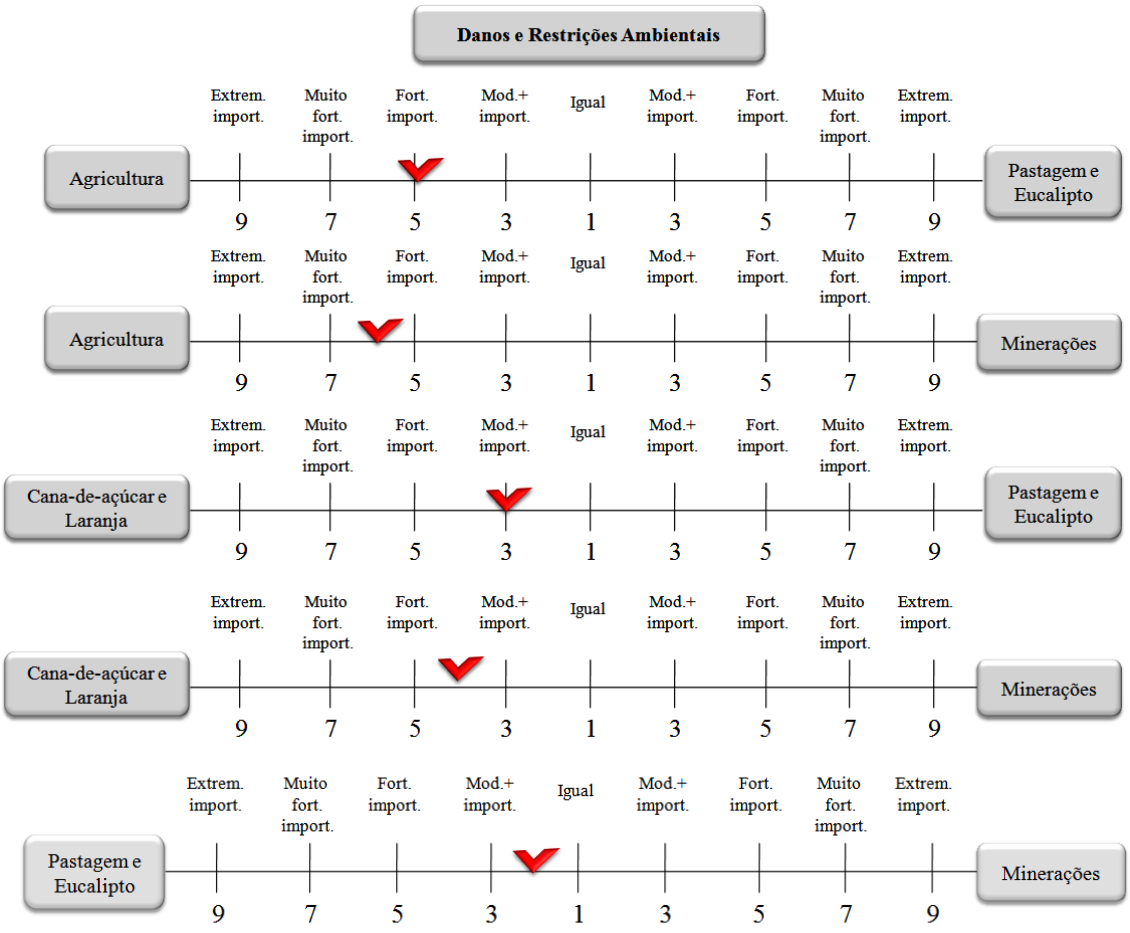

Pedologia
Extrem. import.
Muito fort. import.
Fort. import.
Mod.+ import.
Igual
Mod.+ import.
Fort. import.
Muito fort. import.
Extrem. import.
9 7 5 3 1 3 5 7 9
Solo Podzólico
Latossolo Vermelho Amarelo e Latossolo Vermelho Escuro
Latossolo Roxo e Terra Roxa Estruturada
Solo Hidromórfico

Apêndice C – Comparação paritária dos indicadores de dano e restrições ambientais e suas respectivas classes, conforme a escala Saaty.



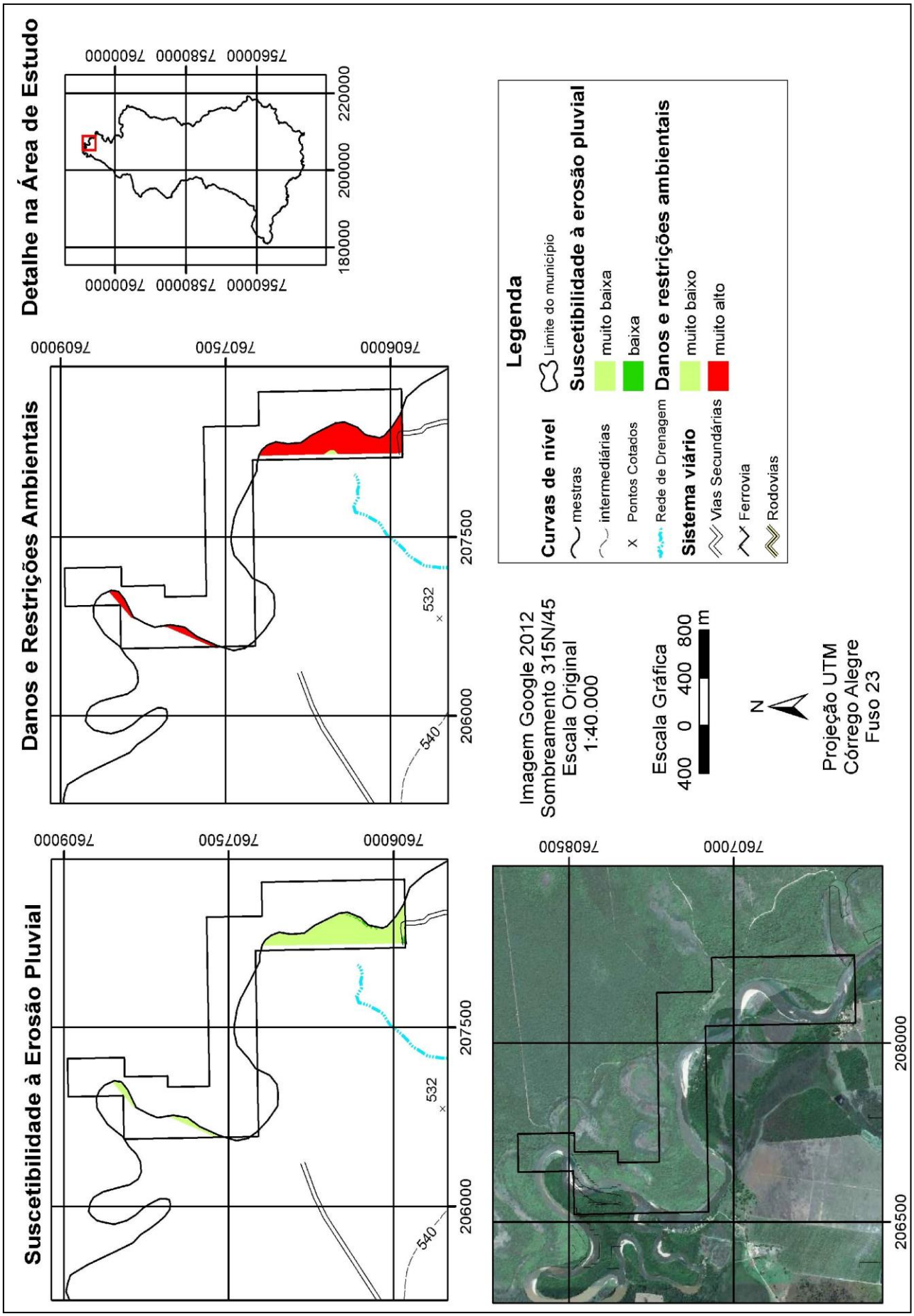
Danos e Restrições Ambientais

	Extrem. import.	Muito fort. import.	Fort. import.	Mod.+ import.	Igual	Mod.+ import.	Fort. import.	Muito fort. import.	Extrem. import.	
Edificação e Loteamentos	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Cana-de-açúcar e Laranja
Edificação e Loteamentos	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Pastagem e Eucalipto
Edificação e Loteamentos	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Minerações
Instalações da TAM	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Agricultura
Instalações da TAM	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Cana-de-açúcar e Laranja
Instalações da TAM	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Pastagem e Eucalipto
Instalações da TAM	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Minerações
Agricultura	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Cana-de-açúcar e Laranja


Danos e Restrições Ambientais
Extrem. import.
Muito fort. import.
Fort. import.
Mod.+ import.
Igual
Mod.+ import.
Fort. import.
Muito fort. import.
Extrem. import.
Agricultura
Pastagem e Eucalipto
9 7 5 3 1 3 5 7 9
Agricultura
Minerações
Cana-de-açúcar e Laranja
Pastagem e Eucalipto
Cana-de-açúcar e Laranja
Minerações
Pastagem e Eucalipto
Minerações

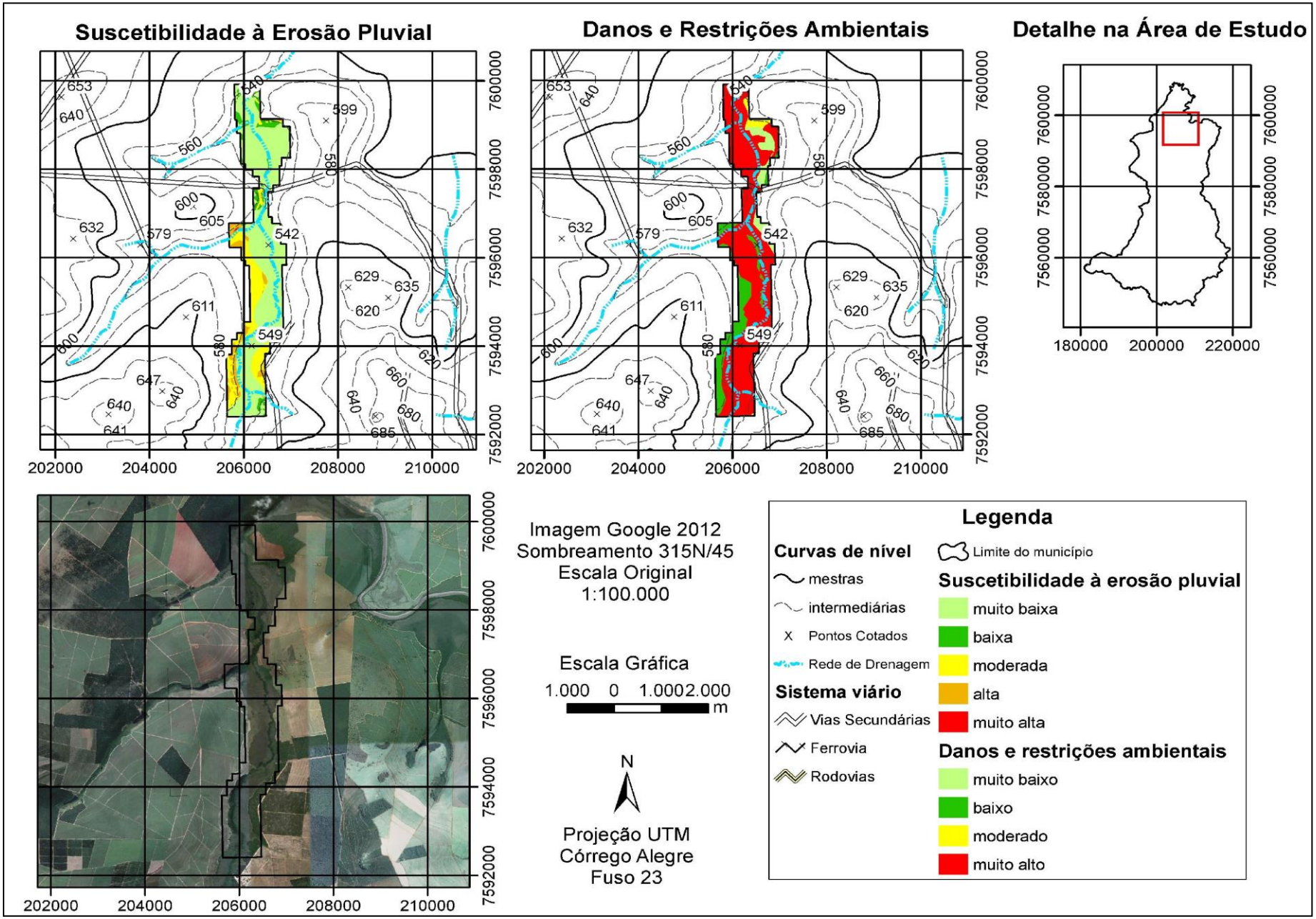
Apêndice D – Fichas resumo de campo.

Nome: Airton Bernardo n° do ultimo processo: 820929 Legenda: requerimento de pesquisa (Coordenadas) X: Substância: areia Situação: ativa		Foto: * Ano: 2012 Área (ha): 57,8 Y: Uso: construção civil Data: *
Geologia:	(X) Aluviões ( ) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia ( ) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico (X) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo ( ) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( ) Não OBS: rio Mogi – Guaçu		
Ponto de referência: as margens do rio Mogi – Guaçu		
Alterações/impactos ambientais: existem pontos de assoreamento dentro da área requerida. A margem direita to rio é totalmente preservada com a mata ciliar, enquanto que na margem esquerda existem processos erosivos.		
Passivos Ambientais: *		
Observações gerais: *		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	57,2	98,90
baixa	0,6	1,10
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	1,0	1,6
alto	0,2	0,3
muito alto	56,6	98,1



D. 1 - Airton Bernardo A.

Nome: Airton Bernardo n° do ultimo processo: 820717 Legenda: requerimento de pesquisa (Coordenadas) X: 206532 Substância: areia Situação: ativo		Foto: 8 e 9 Ano: 2012 Área (ha): 469,8 Y: 7597458 Uso: construção civil Data: 11/04/2013
Geologia:	(X) Aluviões ( ) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	(X) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	(X) Areia Quartzosa (X) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico (X) Solo Hidromórfico	(X) Latossolo Vermelho Amarelo (X) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: 4°ordem		
Ponto de referência:		
Alterações/impactos ambientais: a área requerida engloba praticamente a APP do curdo d'água o que pode acarretar em degradação do mesmo. A área possui muito baixa suscetibilidade à erosão pluvial, mas classifica-se como muito alto dano potencial.		
Passivos Ambientais:		
Observações gerais: o curso d'água que corta o empreendimento é bastante encachoeirado.		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	303,68	64,63
baixa	33,45	7,12
moderada	96,34	20,50
alta	35,94	7,65
muito alta	0,45	0,10
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	37,10	7,90
baixo	80,68	17,17
moderado	13,27	2,82
muito alto	338,81	72,11

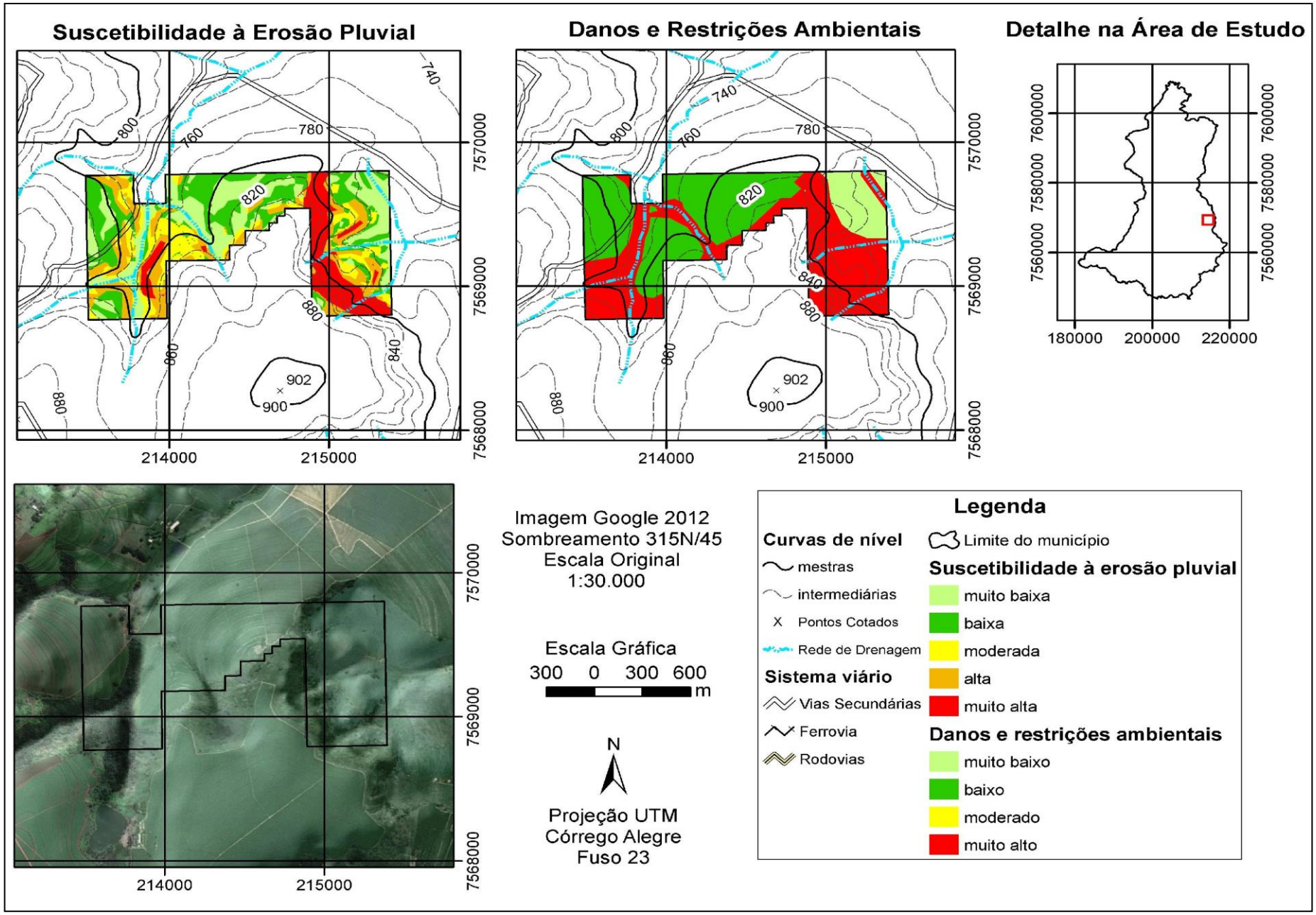


D. 2 - Airton Bernardo B.

Nome: Antônio Bianco n° do ultimo processo: 820009 Legenda: autorização de pesquisa (Coordenadas) X: Substância: argila Situação: ativo		Foto: * Ano: 2008 Área (ha): 137,6 Y: Uso: industrial Data: *
Geologia:	( ) Aluviões (X) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa (X) Latossolo Vermelho Escuro (X) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo (X) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico (X) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: seis de 1°ordem e um de 2°ordem		
Ponto de referência: estrada municipal Dr. Benjamin Lopes Osores		
Alterações/impactos ambientais: *		
Passivos Ambientais: *		
Observações gerais: *		

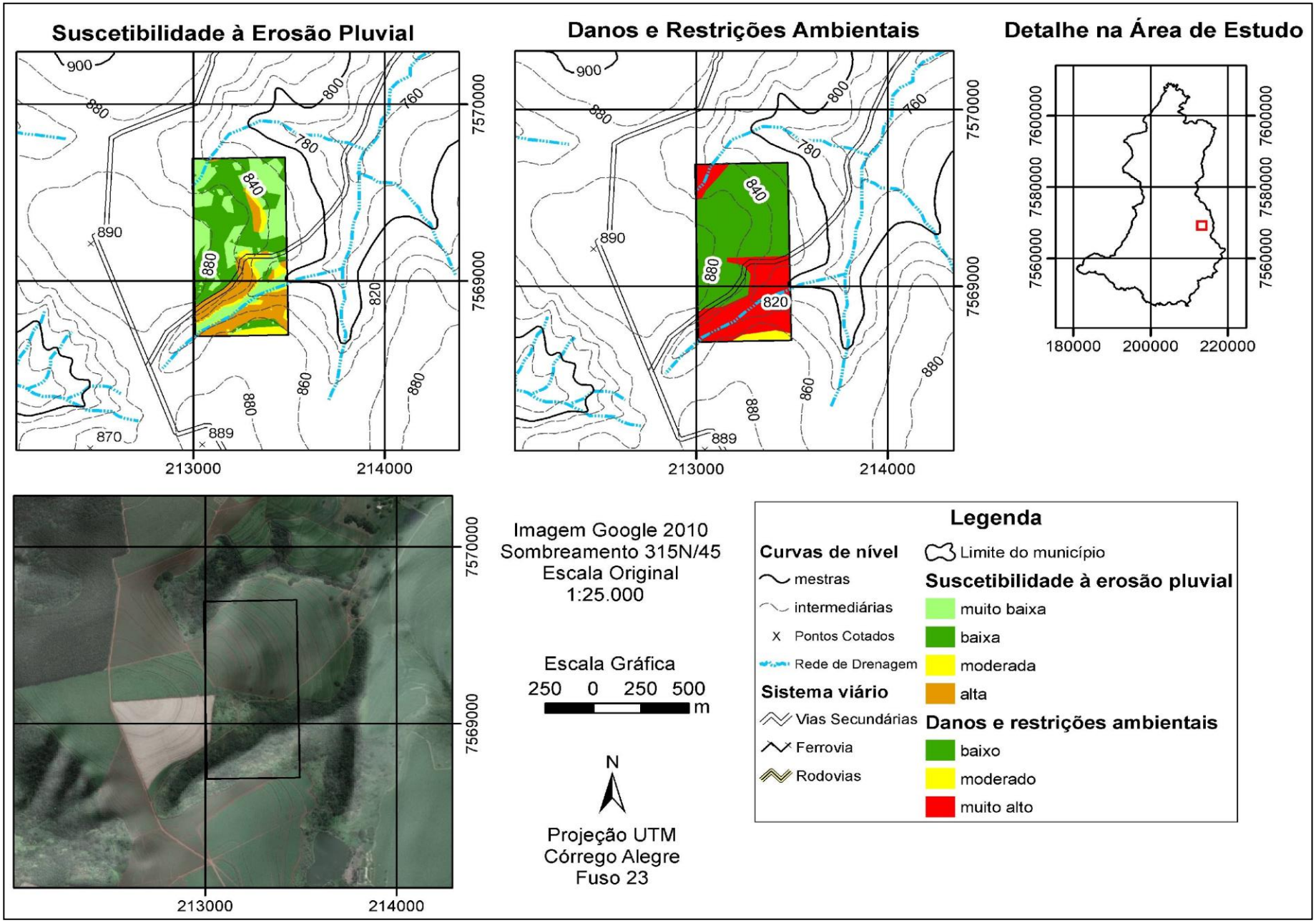
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	38,2	27,8
baixa	35,1	25,5
moderada	18,7	13,6
alta	26,0	18,9
muito alta	19,6	14,3

Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	13,6	9,9
baixo	57,3	41,7
moderado	0,3	0,2
muito alto	66,3	48,2



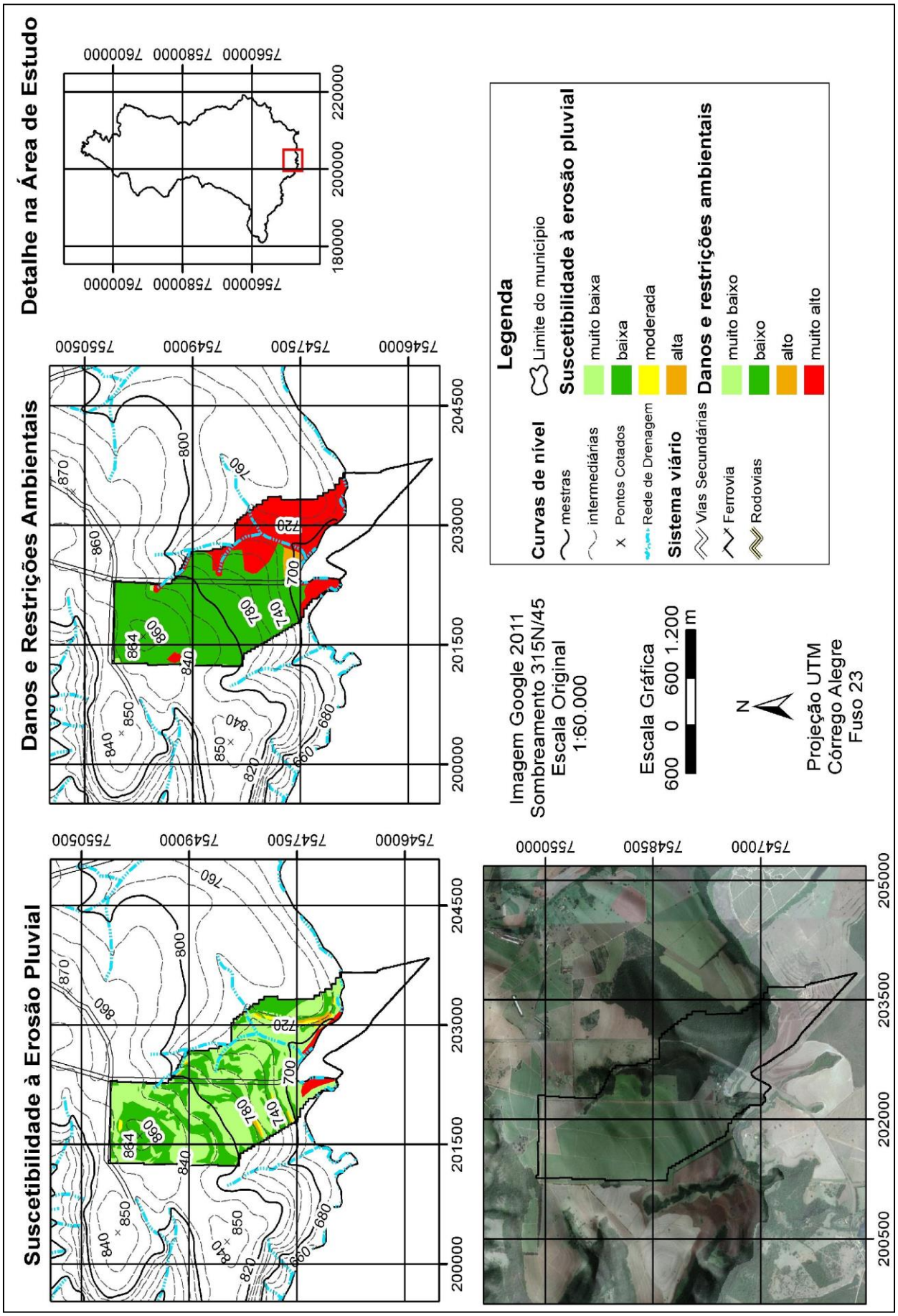
D. 3 - Antônio Bianco A.

Nome: Antonio Bianco n° do ultimo processo: 821010 Legenda: autorização de pesquisa (Coordenadas) X: 213877 Substância: basalto Situação: ativo		Foto: 29 Ano: 2008 Área (ha): 48,8 Y: 7569651 Uso: brita Data: 09/05/2013
Geologia:	( ) Aluviões (X) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo (X) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico (X) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: dois cursos d'água de 1°ordem		
Ponto de referência: estrada municipal Dr. Benjamin Lopes Osores		
Alterações/impactos ambientais: pode ocorrer contaminação dos dois cursos d'água que estão na propriedade. A existência de um solo mais argiloso ajuda na prevenção da percolação de contaminantes, mas se este for compactado possibilitará o aumento do escoamento superficial, podendo desencadear processos erosivos. Existe o predomínio de áreas com baixa e muito baixa suscetibilidade à erosão pluvial, mas em relação aos danos existe uma porcentagem significativa (34,9%) devido às áreas de restrições legais dentro da propriedade.		
Passivos Ambientais: *		
Observações gerais: Fica no meio da plantação de cana-de-açúcar e os morros parecem ser sustentados pelo basalto.		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	16,6	34,0
baixa	18,4	37,7
moderada	3,8	7,8
alta	10,0	20,6
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
baixo	30,7	63,0
moderado	1,0	2,1
muito alto	17,0	34,9



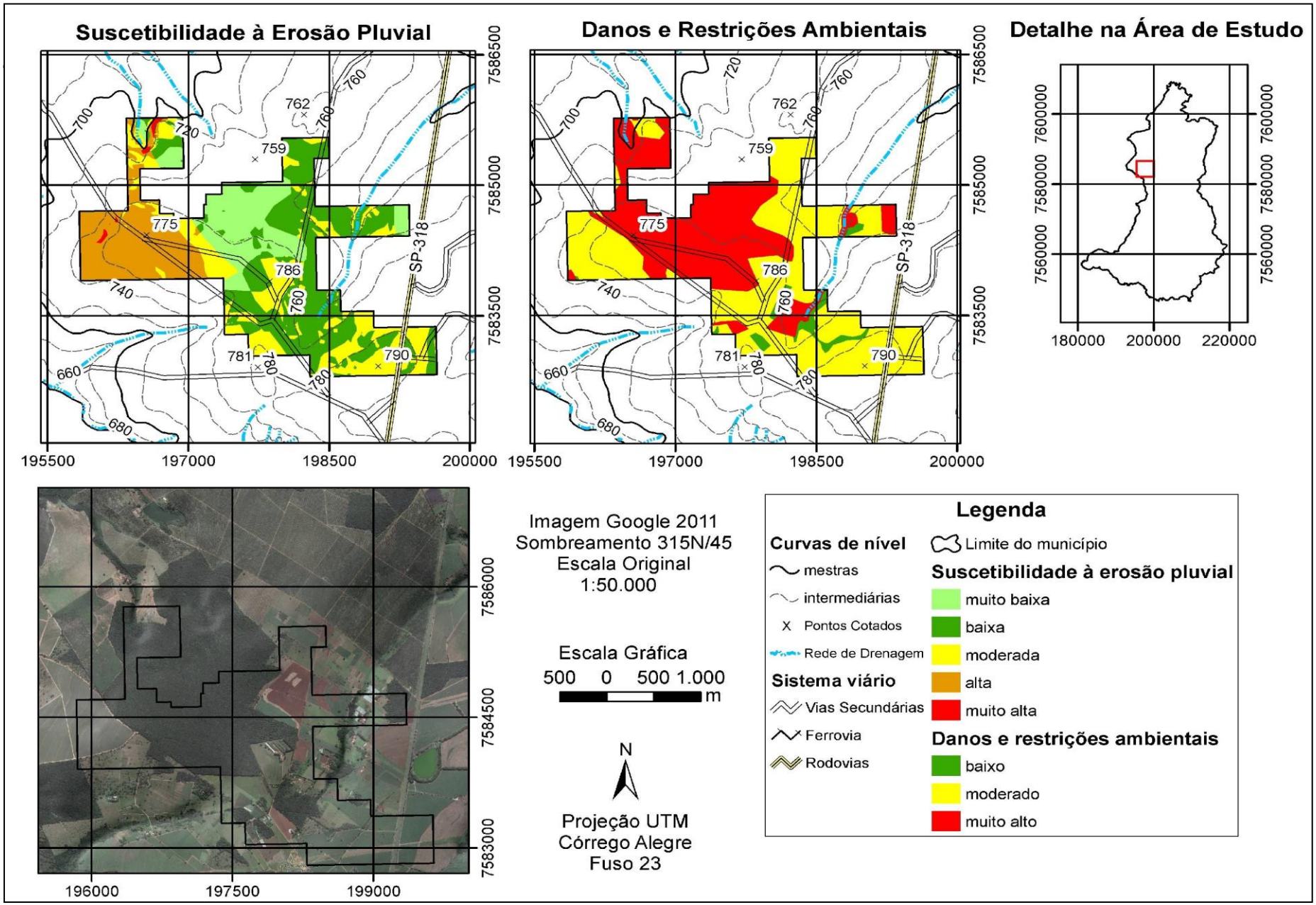
D. 4 - Antônio Bianco B.

Nome: Antônio Carlos n° do ultimo processo: 820603 Legenda: autorização de pesquisa (Coordenadas) X: 202196 Substância: argila Situação: ativo		Foto: * Ano: 2011 Área (ha): 410,9 Y: 7547660 Uso: industrial Data: 09/05/2013
Geologia:	( ) Aluviões (X) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa (X) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	(X) Latossolo Vermelho Amarelo (X) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: dois de 1° ordem e um de 2° ordem		
Ponto de referência: rodovia Domingos Innocentinni		
Alterações/impactos ambientais: na área sul da propriedade existe o predomínio de APPs, portanto para a exploração de argila seria necessário realizar a supressão desta vegetação. É uma área com baixo dano potencial e muito baixa suscetibilidade à erosão pluvial.		
Passivos Ambientais:		
Observações gerais:		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	242,2	58,9
baixa	155,1	37,8
moderada	6,8	1,7
alta	6,8	1,6
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	1,5	0,4
baixo	288,0	70,1
alto	8,3	2,0
muito alto	113,2	27,5



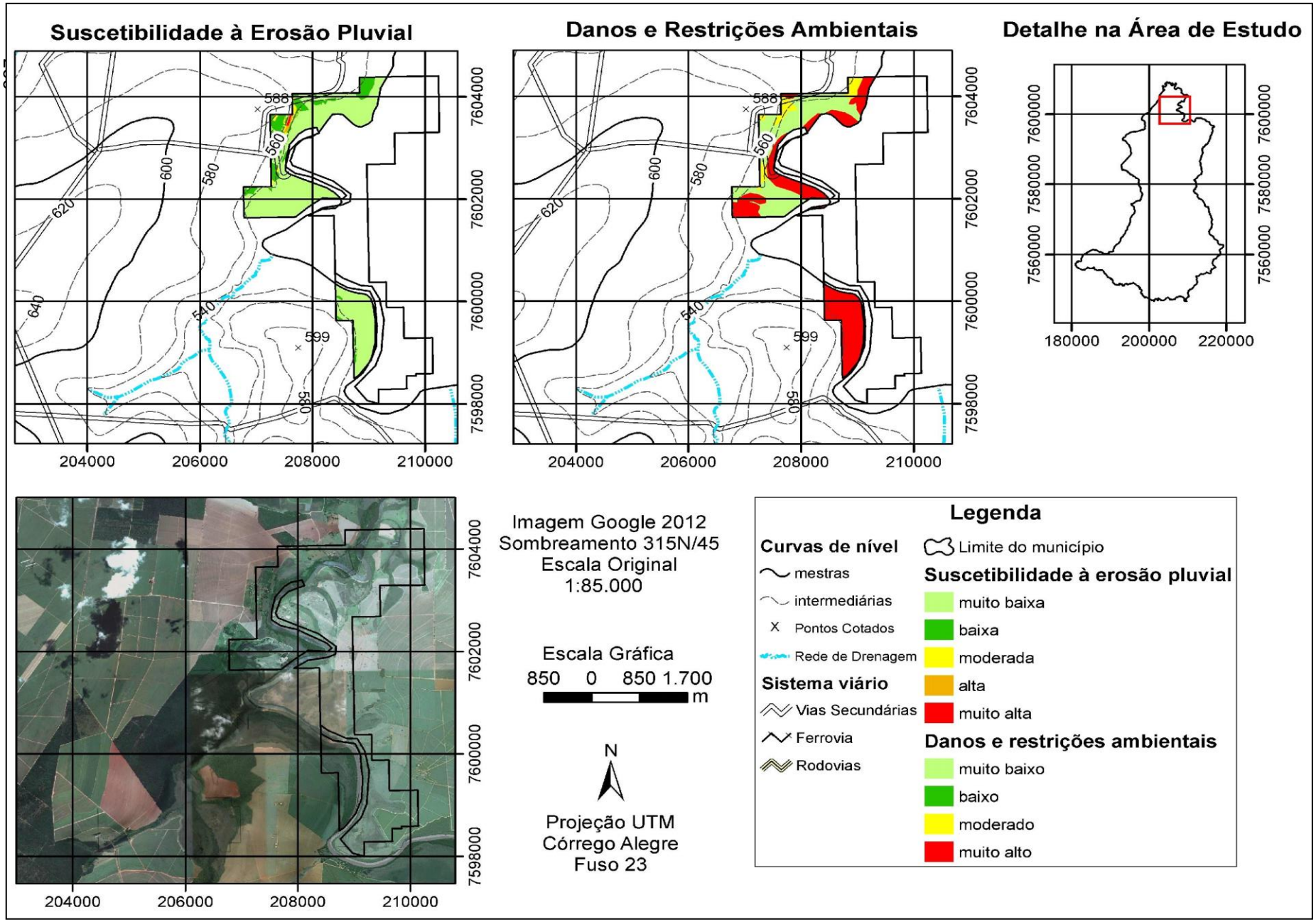
D. 5 - Antônio Carlos.

Nome: Barro Novo n° do ultimo processo: 820184 Legenda: disponibilidade (Coordenadas) X: 198215 Substância: argila Situação: inativo		Foto: 12 Ano: 2006 Área (ha): 401,9 Y: 7584174 Uso: industrial Data: 11/04/2013
Geologia:	( ) Aluviões ( ) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	(X) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	(X) Areia Quartzosa (X) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	(X) Latossolo Vermelho Amarelo (X) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: dois curdos d'água de 1° ordem e suas respectivas nascentes		
Ponto de referência: rodovia Eng. Thales de Lorena Peixoto Junior		
Alterações/impactos ambientais: se fosse construída a mineração a exploração seria em solo residual.		
Passivos Ambientais:*		
Observações gerais: existem muitos sítios e pequenas propriedades no local.		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	87,3	21,7
baixa	80,3	20,0
moderada	129,8	32,3
alta	101,8	25,3
muito alta	2,7	0,7
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
baixo	16,6	4,1
moderado	175,5	43,7
muito alto	209,8	52,2



D. 6 – Barro Novo.

Nome: Cláudinei Antônio Messias n° do ultimo processo: 820005 Legenda: requerimento de lavra (Coordenadas) X: 207842 Substância: argila Situação: ativo		Foto: 7 Ano: 2012 Área (ha): 310,8 Y: 7601940 Uso: não informado Data: 11/04/2013
Geologia:	(X) Aluviões ( ) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	(X) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia ( ) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa (X) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico (X) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo (X) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: rio Mogi-Guaçu		
Ponto de referência: situa-se as margens do rio Mogi-Guaçu		
Alterações/impactos ambientais: houve a supressão da mata ciliar e APPs de curdo d'água. Existe uma cerca viva ao redor da mineração para minimizar os impactos negativos e um depósito de rejeito.		
Passivos Ambientais: depósito de rejeito.		
Observações gerais: margens do rio Mogi-Guaçu		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	258,9	83,3
baixa	44,2	14,2
moderada	4,8	1,5
alta	2,2	0,7
muito alta	0,8	0,2
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	131,4	42,3
moderado	24,7	8,0
muito alto	154,7	49,8

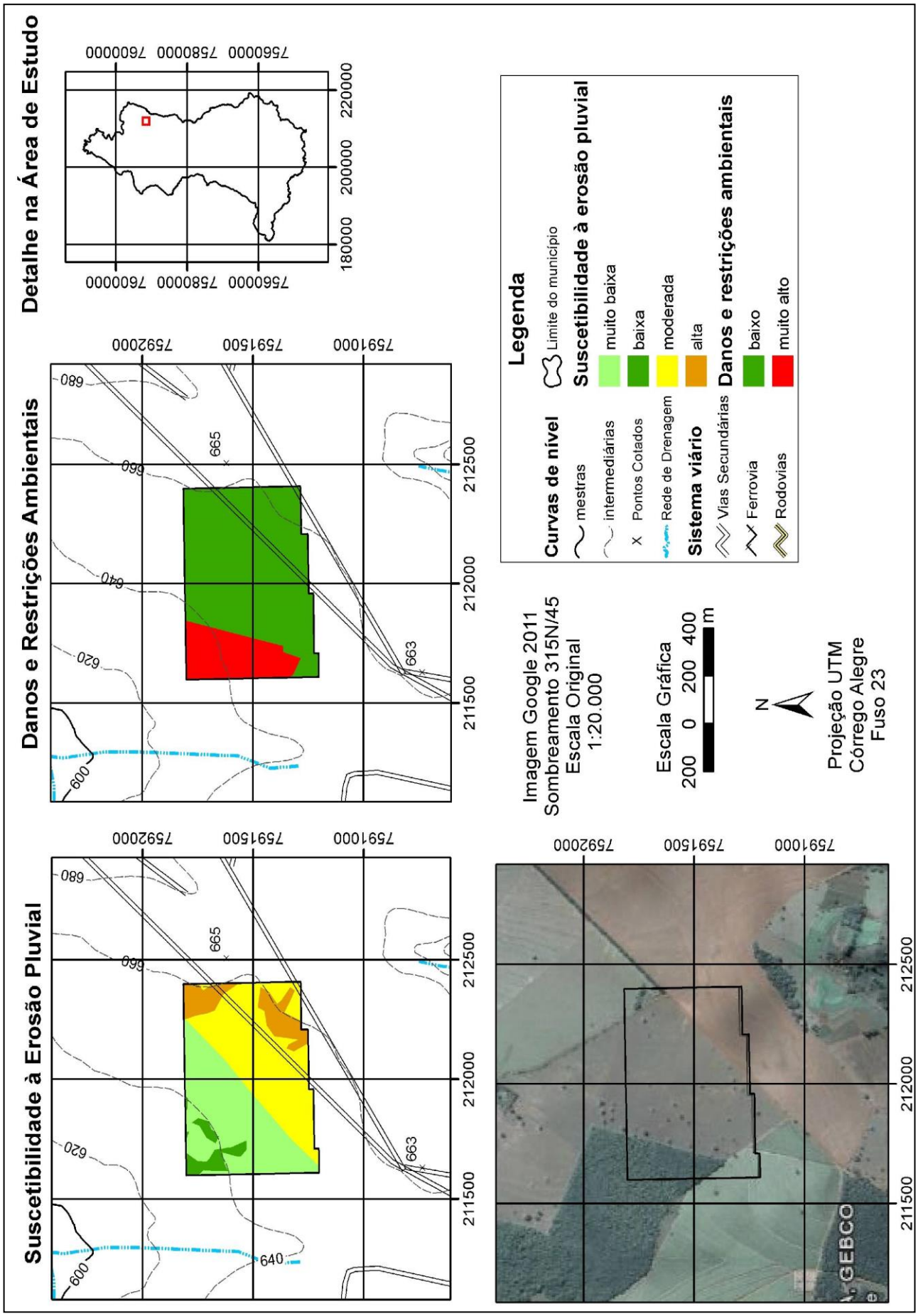


D. 7 – Claudinei Antônio Messias.

Nome: Demactam n° do ultimo processo: 820418 Legenda: autorização de pesquisa (Coordenadas) X: 212455 Substância: argila Situação: ativo		Foto: 13 e 14 Ano: 2005 Área (ha): 45,2 Y: 7591600 Uso: industrial Data: 11/04/2013
Geologia:	( ) Aluviões ( ) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	(X) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia ( ) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa (X) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	(X) Latossolo Vermelho Amarelo ( ) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? ( ) Sim (X)Não OBS:		
Ponto de referência: estrada municipal Água Vermelha		
Alterações/impactos ambientais: a exploração seria em solo residual (Latossolo Vermelho Escuro)		
Passivos Ambientais: *		
Observações gerais: existe plantação de cana-de-açúcar e laranja dentro da área requerida.		

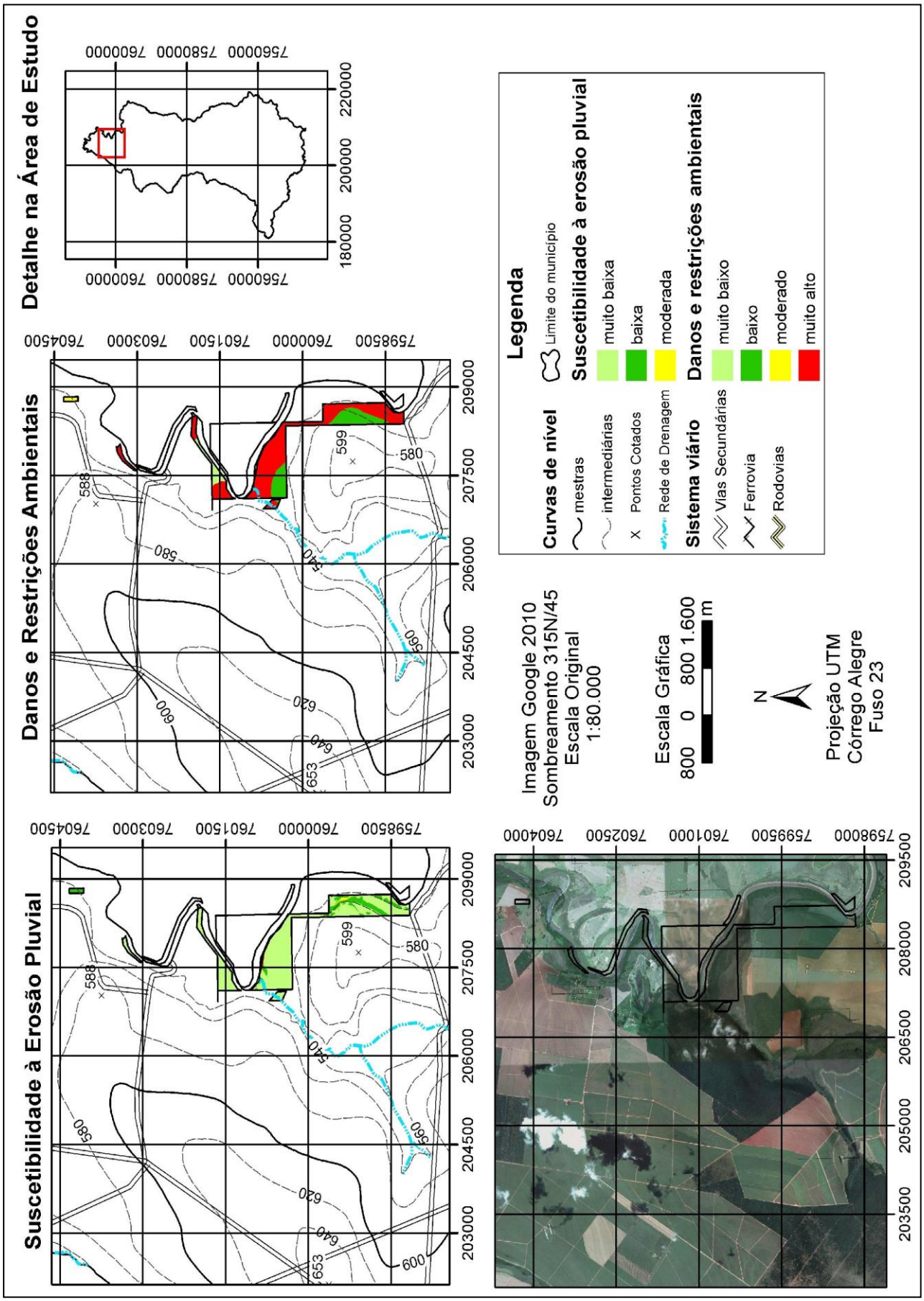
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	18,8	41,7
baixa	2,4	5,4
moderada	18,8	41,6
alta	5,1	11,3

Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
baixo	35,9	79,5
moderado	0,0	0,0
muito alto	9,3	20,5


Detalhe na Área de Estudo
Danos e Restrições Ambientais
Suscetibilidade à Erosão Pluvial
Legenda
Curvas de nível
mestras
intermediárias
Pontos Cotados
Rede de Drenagem
Sistema viário
Vias Secundárias
Ferrovia
Rodovias
Limite do município
Suscetibilidade à erosão pluvial
muito baixa
baixa
moderada
alta
Danos e restrições ambientais
baixo
muito alto
Imagem Google 2011
Sombreamento 315N/45
Escala Original
1:20.000
Escala Gráfica
200 0 200 400 m
N
Projeção UTM
Córrego Alegre
Fuso 23
756000 758000 760000
180000 200000 220000
759200 759150 759100
211500 212000 212500
680 660 640 620 600
665 663 640

D. 8 - Demactam.

Nome: Egeminas Mineração n° do ultimo processo: 821012 Legenda: requerimento de pesquisa (Coordenadas) X: * Substância: argila Situação: ativo		Foto: * Ano: 2010 Área (ha): 137,3 Y: * Uso: industrial Data: *
Geologia:	(X) Aluviões ( ) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	(X) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia ( ) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico (X) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo (X) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: um de 4° ordem e o rio Mogi-Guaçu		
Ponto de referência: margens do rio Mogi-Guaçu		
Alterações/impactos ambientais: *		
Passivos Ambientais: *		
Observações gerais: *		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	117,0	85,2
baixa	19,0	13,8
moderada	1,3	0,9
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	8,1	5,9
baixo	33,0	24,1
moderado	2,0	1,5
muito alto	94,1	68,5

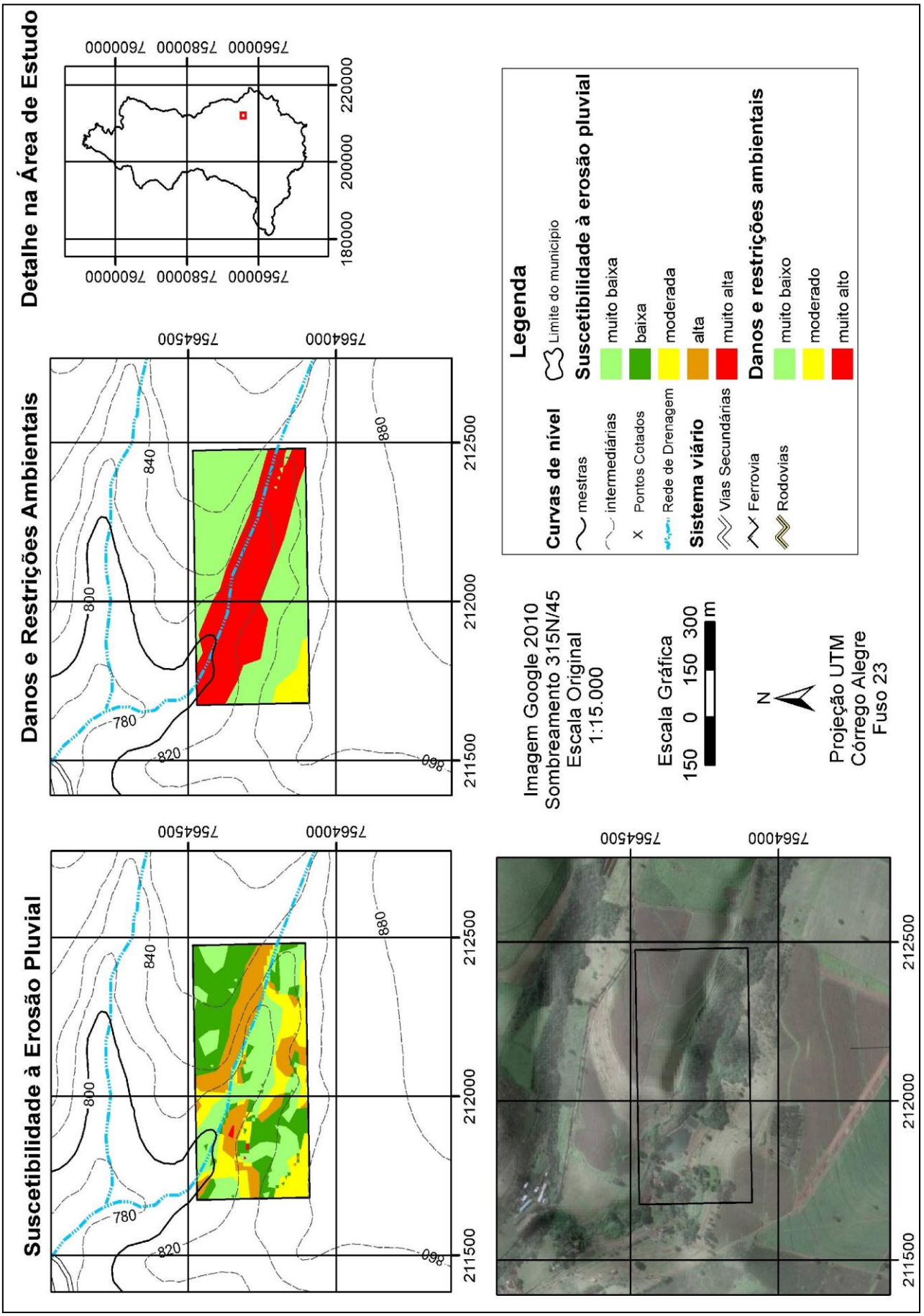


D. 9 - Egeminas Mineração.

Nome: Eliana Raymundo n° do ultimo processo: 8200533 Legenda: autorização de pesquisa (Coordenadas) X: * Substância: água mineral Situação: ativo		Foto: * Ano: 2010 Área (ha): 49,8 Y: * Uso: engarrafamento Data: *
Geologia:	( ) Aluviões (X) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo (X) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: um curso d'água de 1°ordem		
Ponto de referência: estrada municipal Dr. Benjamin Lopes Osores		
Alterações/impactos ambientais:*		
Passivos Ambientais: *		
Observações gerais: *		

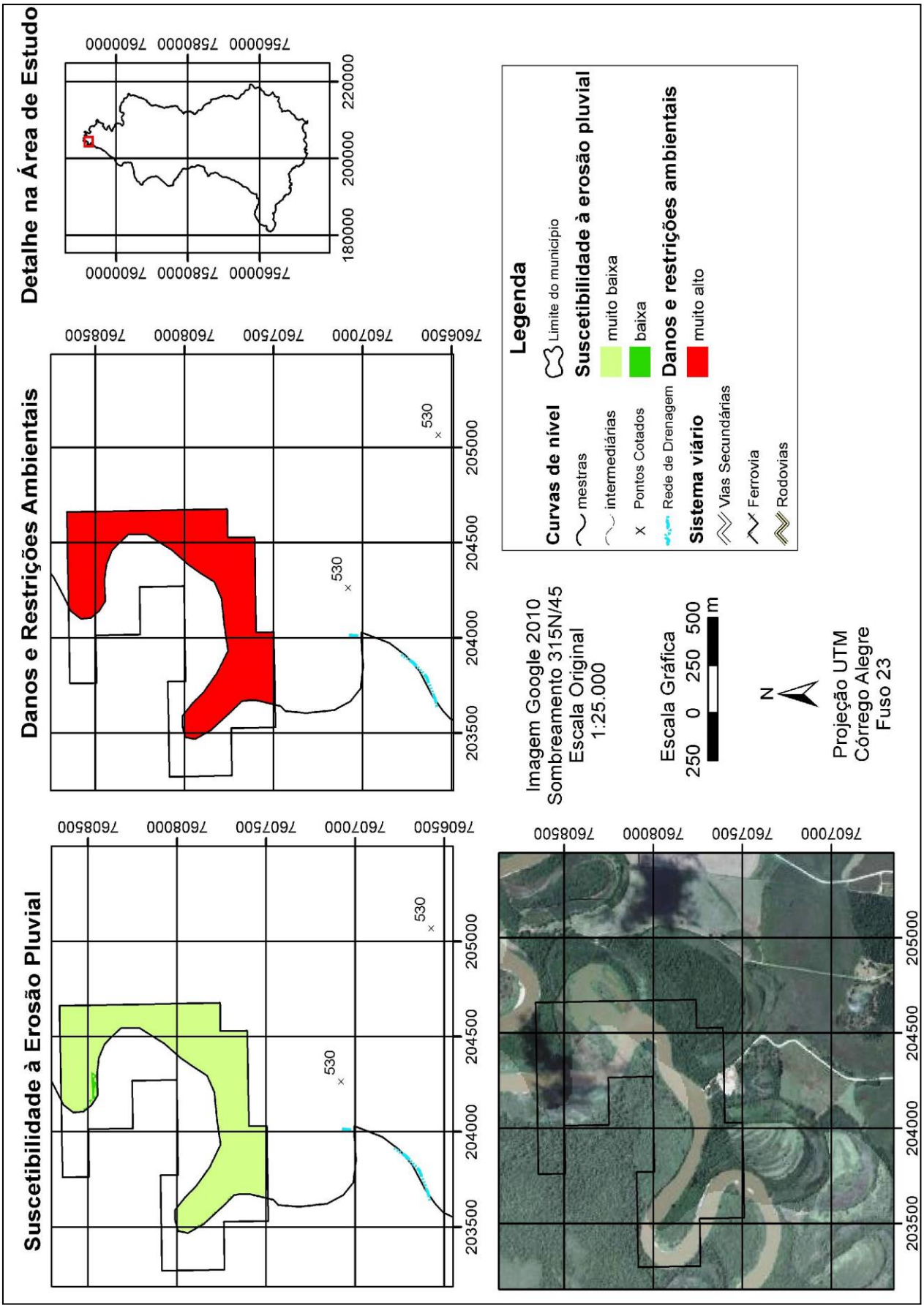
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	6,0	12,1
baixa	5,6	11,2
moderada	14,9	30,0
alta	10,8	21,7
muito alta	12,5	25,1

Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	4,4	8,9
baixo	11,6	23,3
moderado	2,7	5,5
muito alto	31,0	62,4



D. 10 - Eliana Raymundo.

Nome: Empresa de Mineração Brissolare n° do ultimo processo: 820704 Legenda: requerimento de lavra (Coordenadas) X: 204454 Substância: areia Situação: ativo		Foto: 4 e 5 Ano: 1999 Área (ha): 50,4 Y: 7607513 Uso: não informado Data: 11/04/2013
Geologia:	(X) Aluviões ( ) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia ( ) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico (X) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo ( ) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: rio Mogi-Guaçu		
Ponto de referência: estrada municipal para Taquaral		
Alterações/impactos ambientais: supressão da vegetação e intervenção em áreas de APP.		
Passivos Ambientais: pilha de rejeito e erosão nas margens do rio Mogi-Guaçu.		
Observações gerais: a mineração é cercada.		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	49,9	99,1
baixa	0,5	0,9
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito alto	50,4	100,0

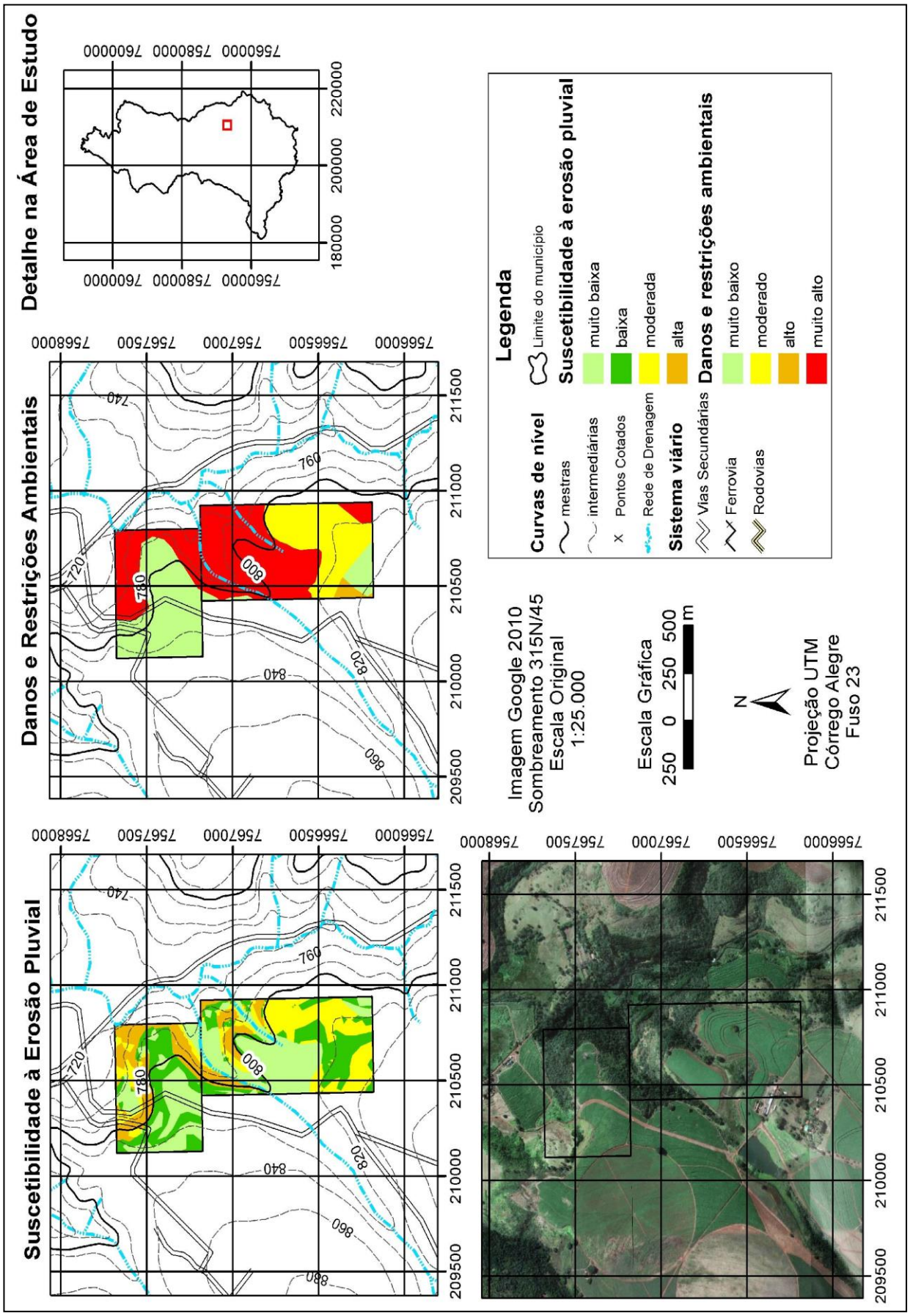


D. 11 - Empresa de Mineração Brissolare.

Nome: Engenharia e Comércio Bandeirantes n° do ultimo processo: 820672 Legenda: autorização de pesquisa (Coordenadas) X: 210740 Substância: basalto Situação: ativo		Foto: 26 Ano: 2007 Área (ha): 83,8 Y: 7567874 Uso: brita Data: 09/05/2013
Geologia:	( ) Aluviões ( ) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo (X) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico (X) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( ) Não OBS: um de 1° ordem, sua respectiva nascente e um de 2° ordem		
Ponto de referência: estrada municipal Dr. Benjamin Lopes Osores.		
Alterações/impactos ambientais: grande parte da área está inserida na APP dos cursos d'água e sua nascente.		
Passivos Ambientais: *		
Observações gerais: há mata conservada no topo do morro e existem sítios bem próximos a área requerida.		

Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	28,8	34,4
baixa	22,1	26,4
moderada	18,3	21,9
alta	14,6	17,4

Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	24,8	29,6
moderado	17,1	20,4
alto	1,2	1,4
muito alto	40,6	48,6

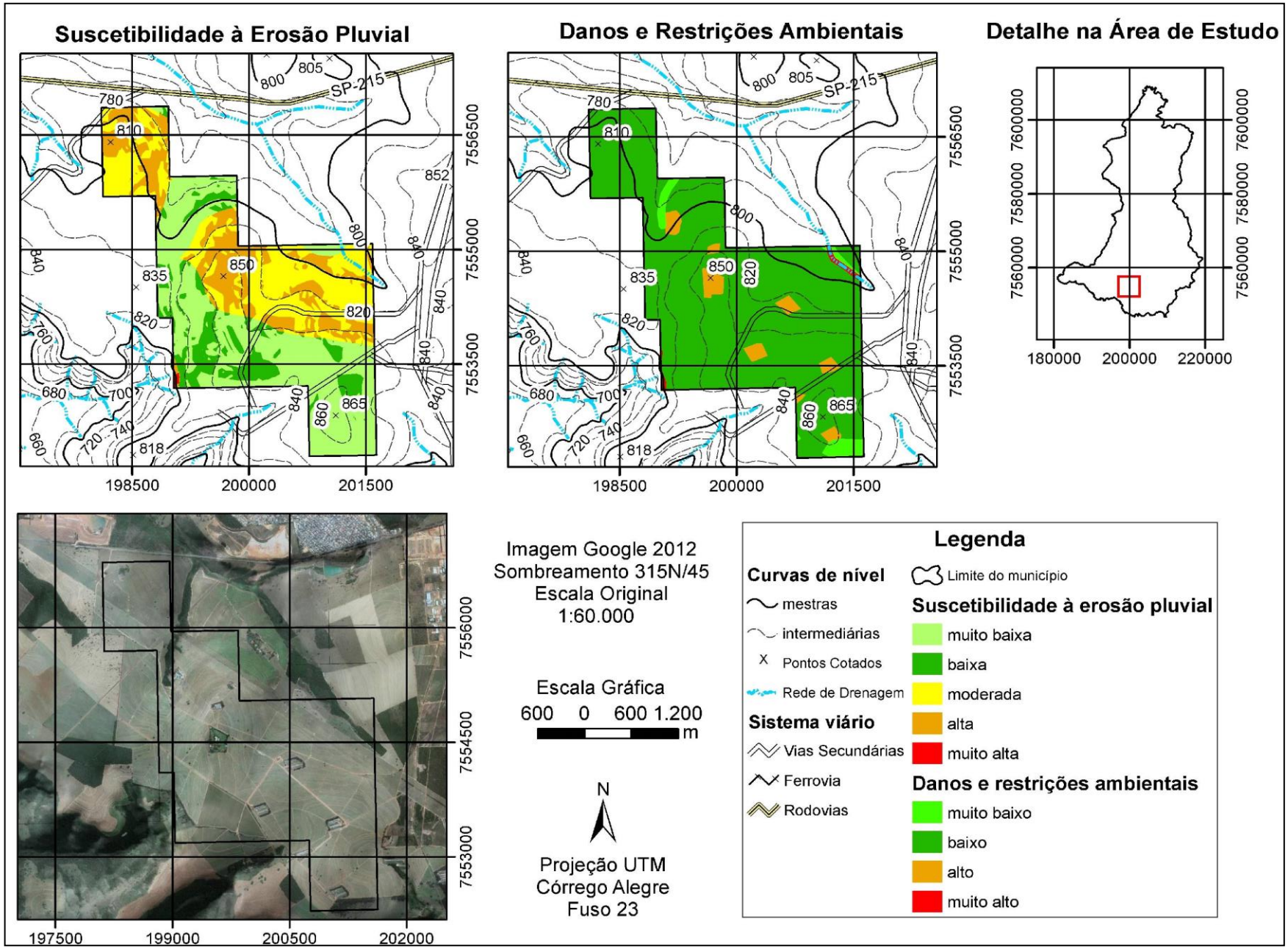


D. 12 - Engenharia e Comércio Bandeirantes.

Nome: Fábio Lutfalla n° do ultimo processo: 820622 Legenda: requerimento de pesquisa (Coordenadas) X: 198171 Substância: argila Situação: ativo		Foto: * Ano: 2009 Área (ha): 766,4 Y: 75556789 Uso: industrial Data: 09/05/2013
Geologia:	( ) Aluviões (X) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	(X) Areia Quartzosa (X) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	(X) Latossolo Vermelho Amarelo (X) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( ) Não OBS: um de 1°ordem		
Ponto de referência: rodovia Luiz Augusto de Oliveira		
Alterações/impactos ambientais: A ocorrência de danos é baixa, mas a suscetibilidade à erosão pluvial é moderada a alta. O predomínio de Areia Quartzosa profunda pode influenciar de forma negativa para o desencadeamento dos processos erosivos.		
Passivos Ambientais: *		
Observações gerais: existe uma porteira, não há como avançar pela estrada.		

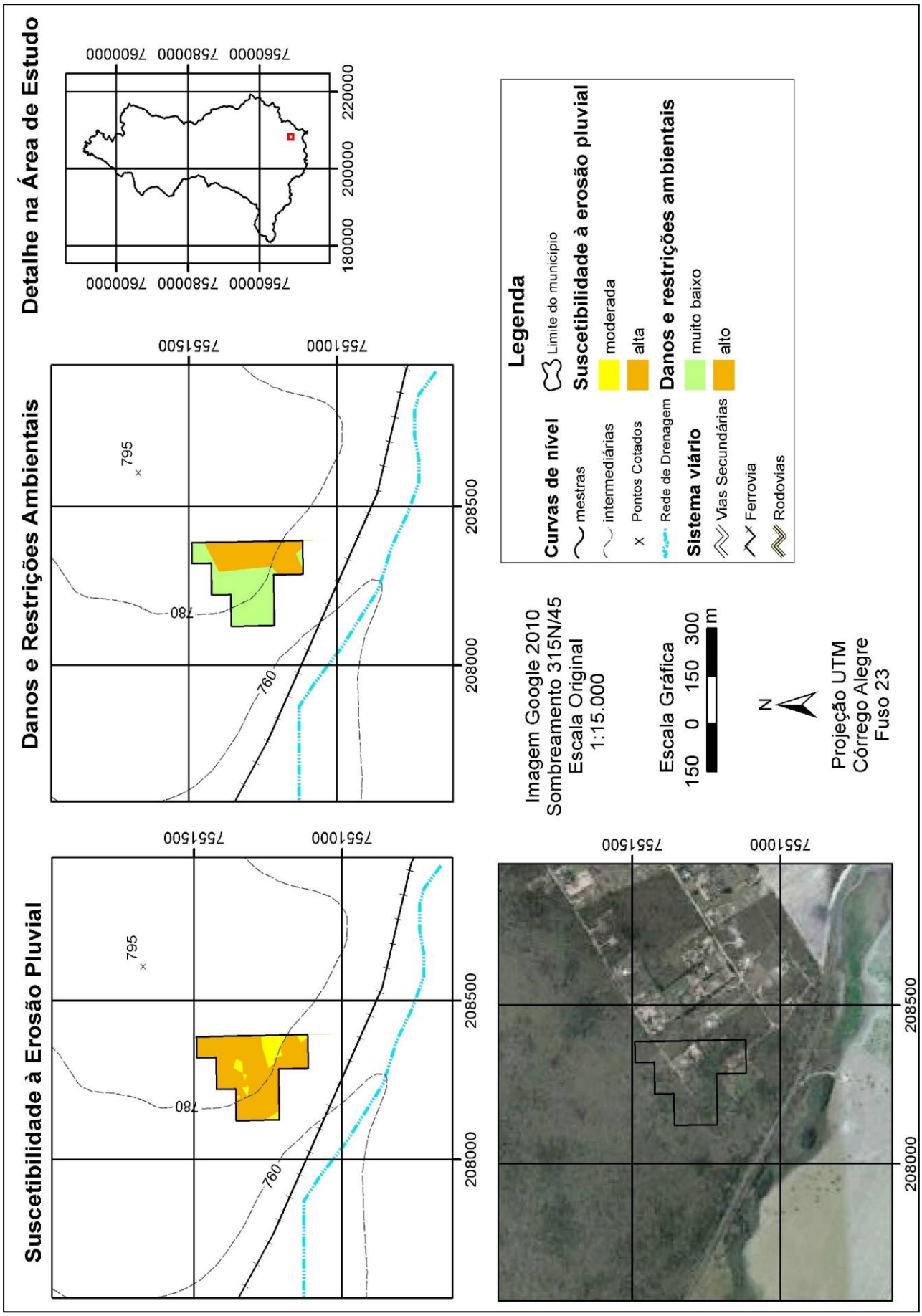
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	313,8	40,9
baixa	87,0	11,4
moderada	206,2	26,9
alta	158,3	20,7
muito alta	1,1	0,1

Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	21,3	2,8
baixo	707,4	92,3
alto	32,5	4,2
muito alto	5,3	0,7



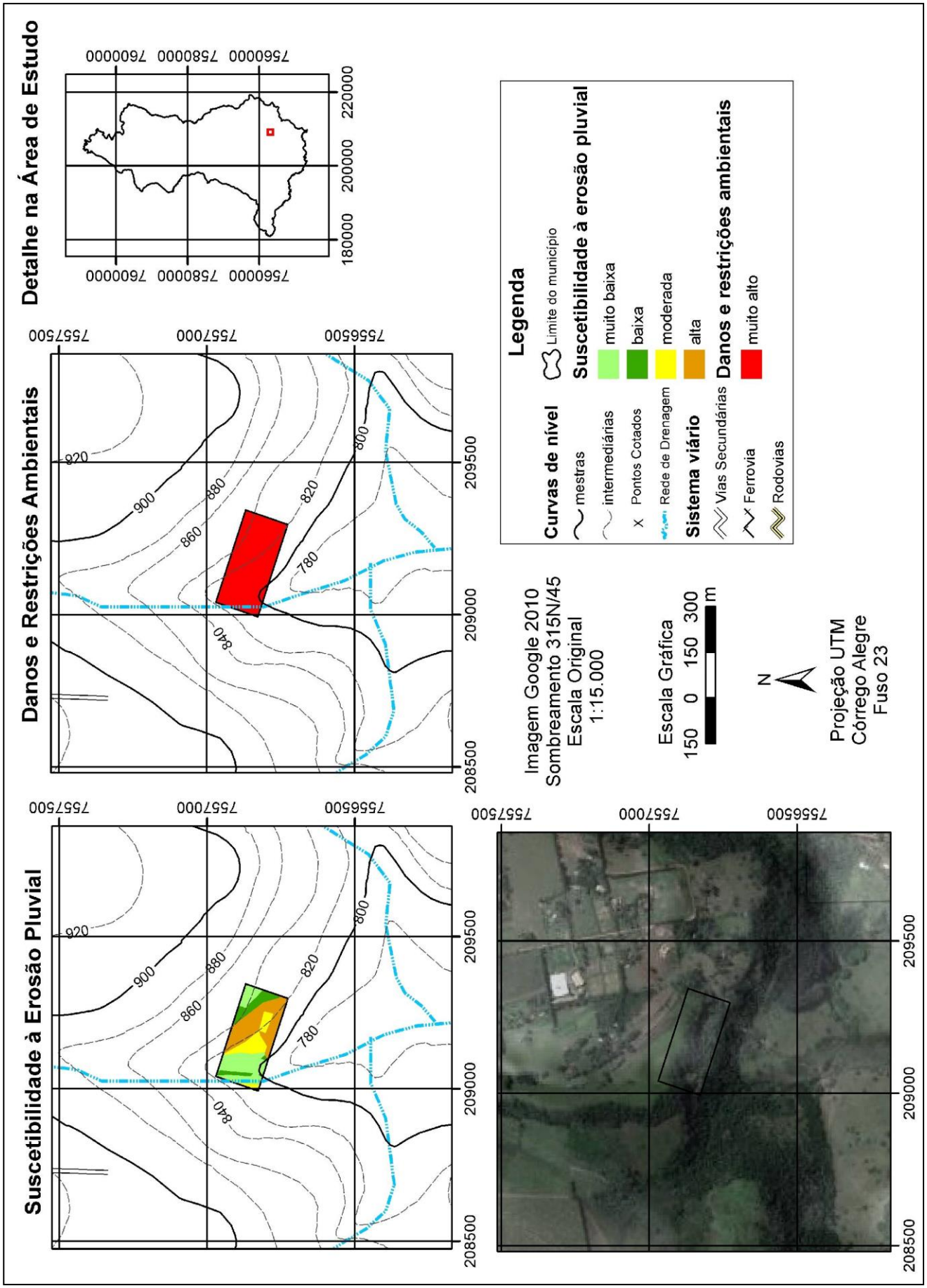
D. 13 - Fábio Lutfalla.

Nome: Gatto Construções e Empreendimentos n° do ultimo processo: 820767 Legenda: disponibilidade (Coordenadas) X:* Substância: areia Situação: inativo		Foto: * Ano: 2000 Área (ha): 76,8 Y:* Uso: construção civil Data: *
Geologia:	( ) Aluviões (X) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia ( ) Formação Serra Geral
Solo:	(X) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo ( ) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: dois de 1° ordem e um de 2° ordem		
Ponto de referência: rodovia Washington Luiz		
Alterações/impactos ambientais: como os processos estão inativos no DNPM não há nenhum impacto já que a mineração não foi instalada.		
Passivos Ambientais: *		
Observações gerais:		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
moderada	31,6	41,1
alta	45,3	58,9
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	21,9	28,5
alto	51,7	67,3
muito alto	3,2	4,1



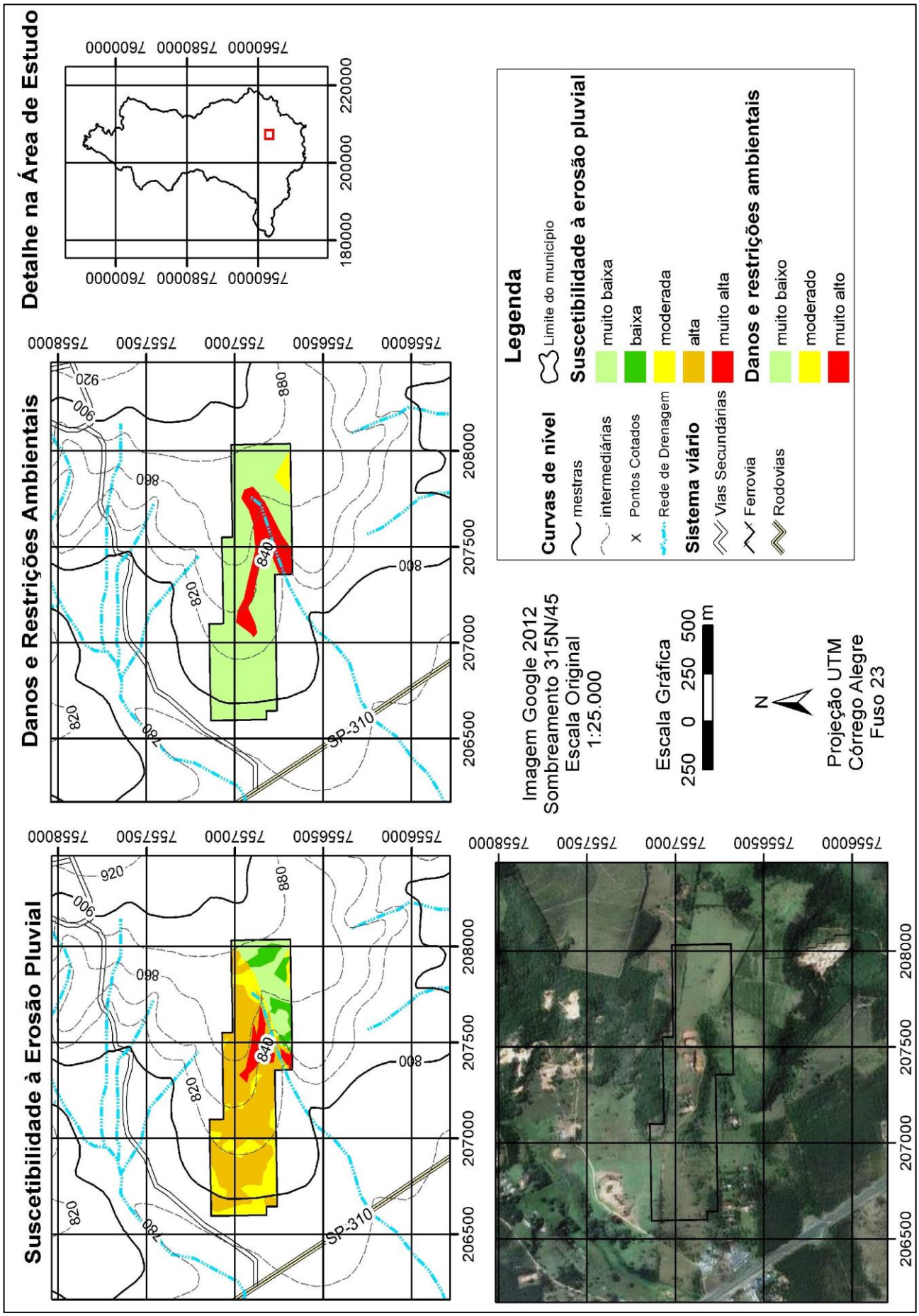
D. 14 - Gatto Construções e Empreendimentos.

Nome: Holindo Beanco n° do ultimo processo: 820704 Legenda: requerimento de licenciamento (Coordenadas) X: * Substância: arenito Situação: ativo		Foto: * Ano: 1978 Área (ha): 28,2 Y: * Uso: não informado Data: *
Geologia:	( ) Aluviões ( ) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo ( ) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico (X) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: um de 1° ordem		
Ponto de referência: rodovia Dr. Paulo Lauro		
Alterações/impactos ambientais: a área requerida possui muito baixa suscetibilidade à erosão pluvial, porém muito alto dano potencial. A área é totalmente composta por fragmentos de mata, caso seja instalado o empreendimento minerário, deverá ocorrer à supressão da vegetação, causado o desnudamento do solo.		
Passivos Ambientais: a mineração ainda não foi instalada.		
Observações gerais:*		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	28,2	100,0
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito alto	28,2	100,0



D. 15 - Holindo Beanco.

Nome: Indústria e Comércio de Pedras Piccinin n° do ultimo processo: 820038 Legenda: disponibilidade (Coordenadas) X: 207386 Substância: basalto Situação: ativo		Foto: 40 e 41 Ano: 1995 Área (ha): 50,1 Y: 7556899 Uso: não informado Data: 09/05/2013
Geologia:	( ) Aluviões (X) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	(X) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro (X) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo ( ) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico (X) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: um curso d'água de 1° ordem e sua respectiva nascente		
Ponto de referência: ao final da estrada municipal SCA-471		
Alterações/impactos ambientais: houve supressão da vegetação. Houve também alteração no relevo, devido à geração de taludes verticais.		
Passivos Ambientais: o talude vertical como consequencia da exploração o outro passivo são os equipamentos abandonados e enferrujados existentes no local e o bota-fora.		
Observações gerais: nota-se que apesar do processo estar em fase de disponibilidade à mineração já está instalada e em funcionamento. Vendem rochas para calçada portuguesa. Há gado solto no local. O desmonte é feito com maquinário, semi-artesanal. O bota-fora fica um pouco mais longe da cava.		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	6,2	12,4
baixa	3,0	5,9
moderada	9,4	18,8
alta	28,9	57,8
muito alta	2,6	5,2
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	40,9	81,7
moderado	0,9	1,8
muito alto	8,3	16,5



D. 16 - Indústria e Comércio de Pedras Piccinin.

Nome: Itacolomi Granitos n° do ultimo processo: 820659 Legenda: disponibilidade (Coordenadas) X: 210354 Substância: quartzito (arenito) Situação: inativo	Foto: 33 e 34 Ano: 2005 Área (ha): 435,7 Y: 7554426 Uso: pedra decorativa Data: 09/05/2013

Geologia:	( ) Aluviões (X) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	(X) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	(X) Areia Quartzosa (X) Latossolo Vermelho Escuro (X) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	(X) Latossolo Vermelho Amarelo (X) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada

Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não

OBS: quatro cursos d'água de 1° ordem e duas respectivas nascentes e um rio de 3° ordem.

Ponto de referência: próximo a entrada oposta da churrascaria Castelo (Rod. Washington Luiz).

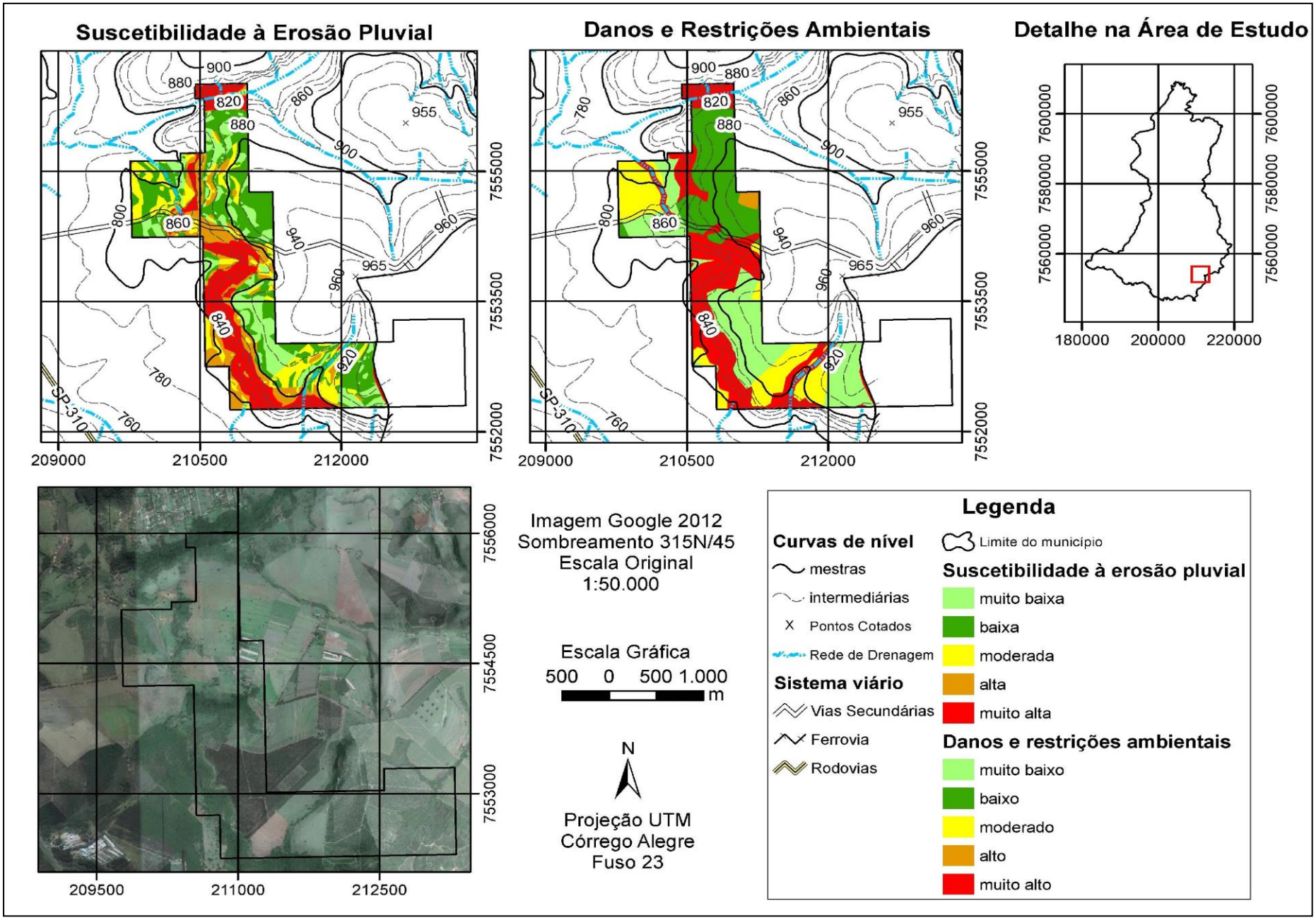
Alterações/impactos ambientais: já existe uma erosão no local. É uma área de pastagem e há gado e casas dentro da área requerida.

Passivos Ambientais: a mineração não está instalada, porém já existe a erosão que pode se tornar um passivo ambiental.

Observações gerais: A foto 33 mostra a erosão e a foto 34 com visada para os blocos. Salienta-se que no município de São Carlos não ocorrem rochas metamórficas do tipo quartzito, mas apenas arenitos, algumas vezes com cimento silicático.

Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	76,2	17,5
baixa	117,6	27,0
moderada	70,7	16,2
alta	76,2	17,5
muito alta	95,1	21,8

Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	111,2	25,5
baixo	92,3	21,2
moderado	70,2	16,1
alto	5,0	1,2
muito alto	157,0	36,0

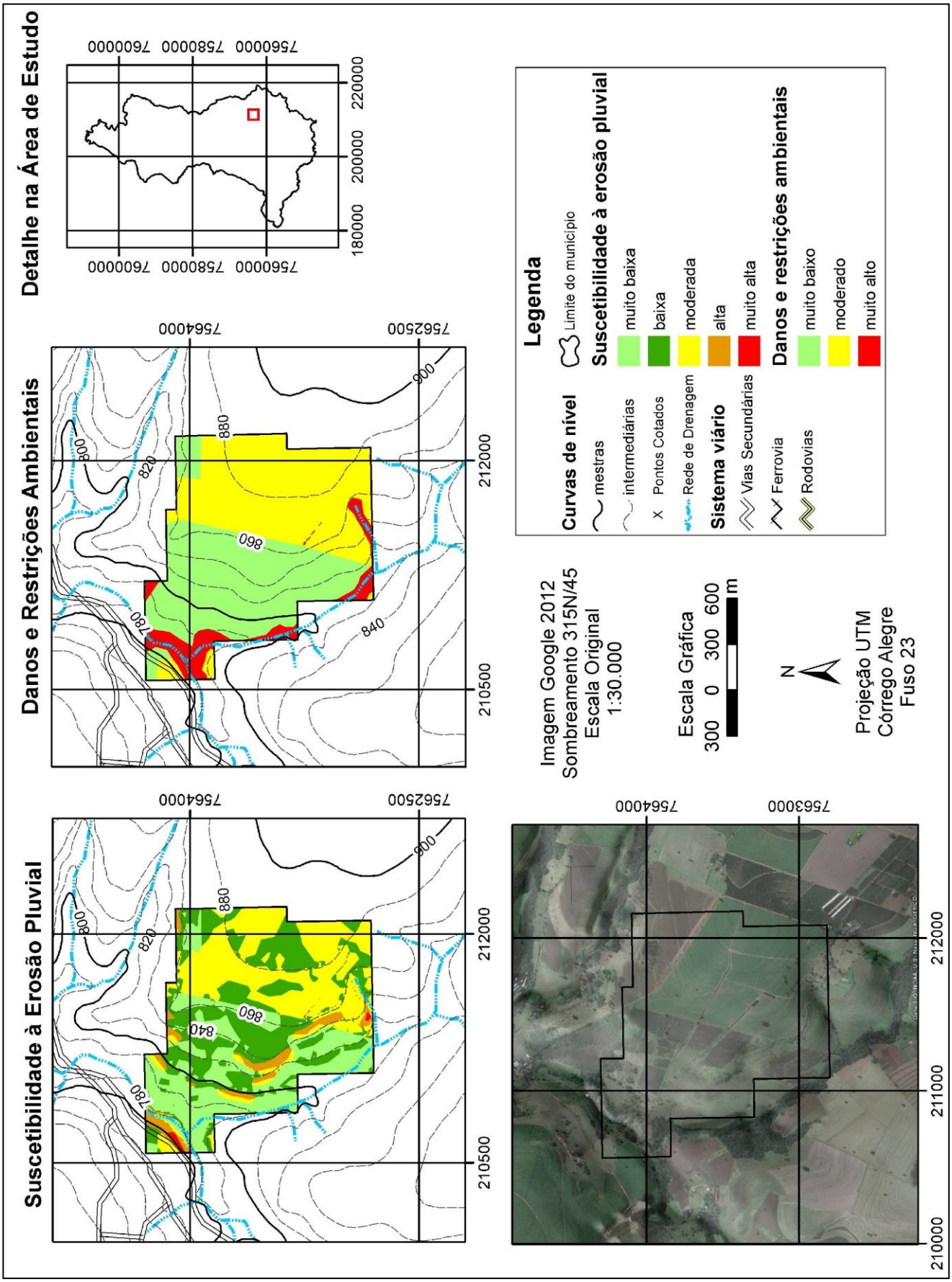


D. 17 - Itacolomi Granitos.

Nome: João M. de A. Corsini n° do ultimo processo: 820206 Legenda: disponibilidade (Coordenadas) X: 210880 Substância: argila Situação: inativo		Foto: * Ano: 2004 Área (ha): 181,6 Y: 7564514 Uso: industrial Data: 19/04/2013
Geologia:	( ) Aluviões (X) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	(X) Latossolo Vermelho Amarelo (X) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: três rios de 1° ordem e um de 4° ordem		
Ponto de referência: estrada municipal Dr. Benjamin Lopes Osores		
Alterações/impactos ambientais: o processo está inativo, mas a área requerida é uma fazenda.		
Passivos Ambientais: *		
Observações gerais: *		

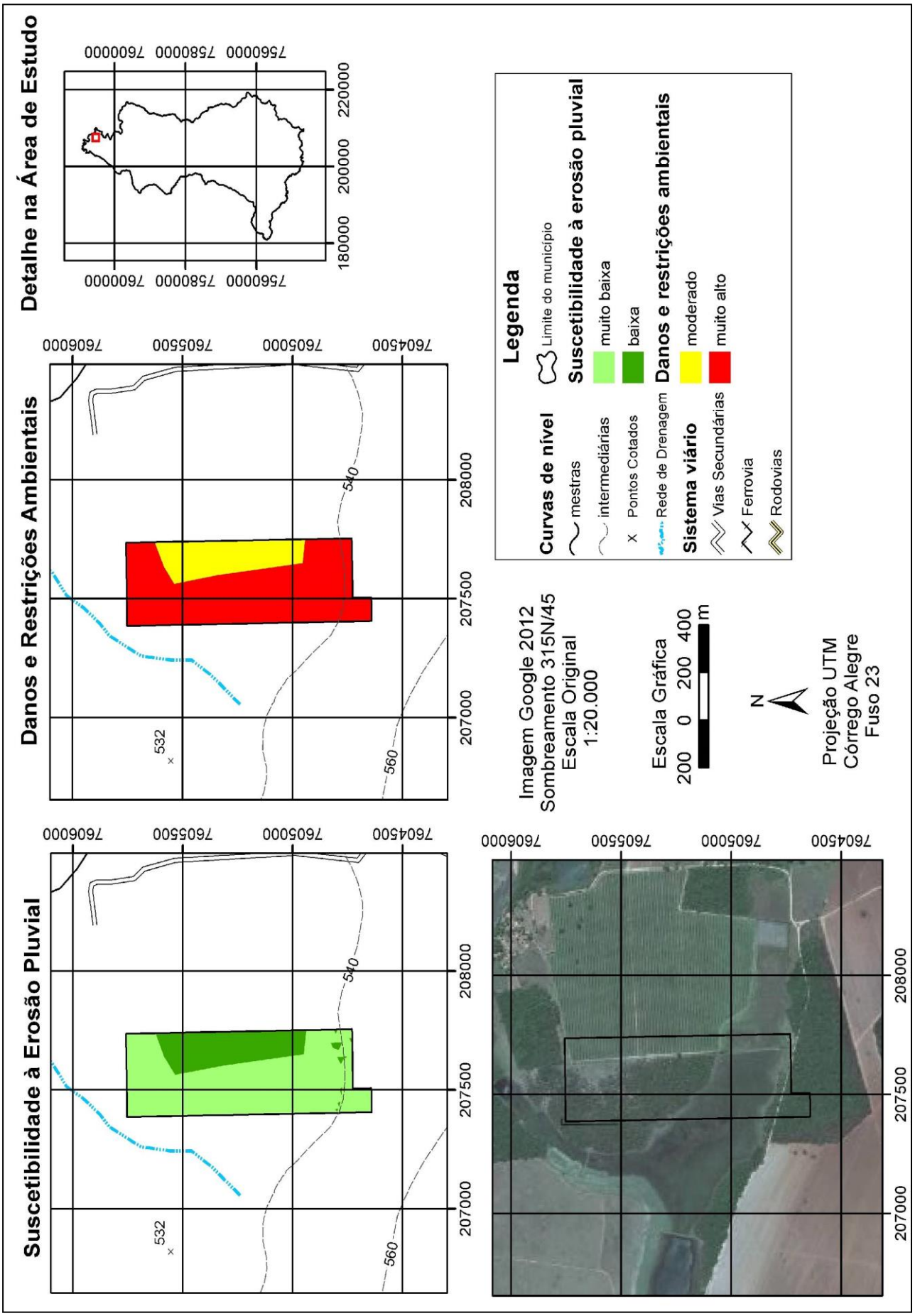
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	53,9	29,7
baixa	56,6	31,2
moderada	60,7	33,4
alta	9,7	5,4
muito alta	0,7	0,4

Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	83,5	46,0
moderado	81,8	45,0
muito alto	16,3	9,0



D. 18 - João Corsini.

Nome: José A. da Silva n° do ultimo processo: 820917 Legenda: disponibilidade (Coordenadas) X:* Substância: argila Situação: inativo		Foto: * Ano: 1993 Área (ha):110,6 Y:* Uso: não informado Data:*
Geologia:	(X) Aluviões ( ) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	(X) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia ( ) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico (X) Solo Hidromórfico	(X) Latossolo Vermelho Amarelo ( ) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: rio Mogi-Guaçu		
Ponto de referência: margens do rio Mogi-Guaçu		
Alterações/impactos ambientais: o processo está inativo.		
Passivos Ambientais: *		
Observações gerais: *		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	98,8	89,2
baixa	11,9	10,8
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	16,1	14,6
moderado	8,7	7,9
alto	2,0	1,8
muito alto	83,8	75,7



D. 19 - José da Silva.

Nome: Lisa Yazbek Sabbagh Gholmiz n° do ultimo processo: 820077 Legenda: autorização de pesquisa (Coordenadas) X: * Substância: argila Situação: ativo	Foto: * Ano: 2003 Área (ha): 861,4 Y: * Uso: cerâmica vermelha Data: *

Geologia:	( ) Aluviões (X) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	(X) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	(X) Areia Quartzosa (X) Latossolo Vermelho Escuro (X) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	(X) Latossolo Vermelho Amarelo (X) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada

Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não

OBS: doze de 1° ordem e suas respectivas nascentes, quatro de 2°ordem e um de 3° ordem.

Ponto de referência: próximo a Rod. Luiz Augusto de Oliveira

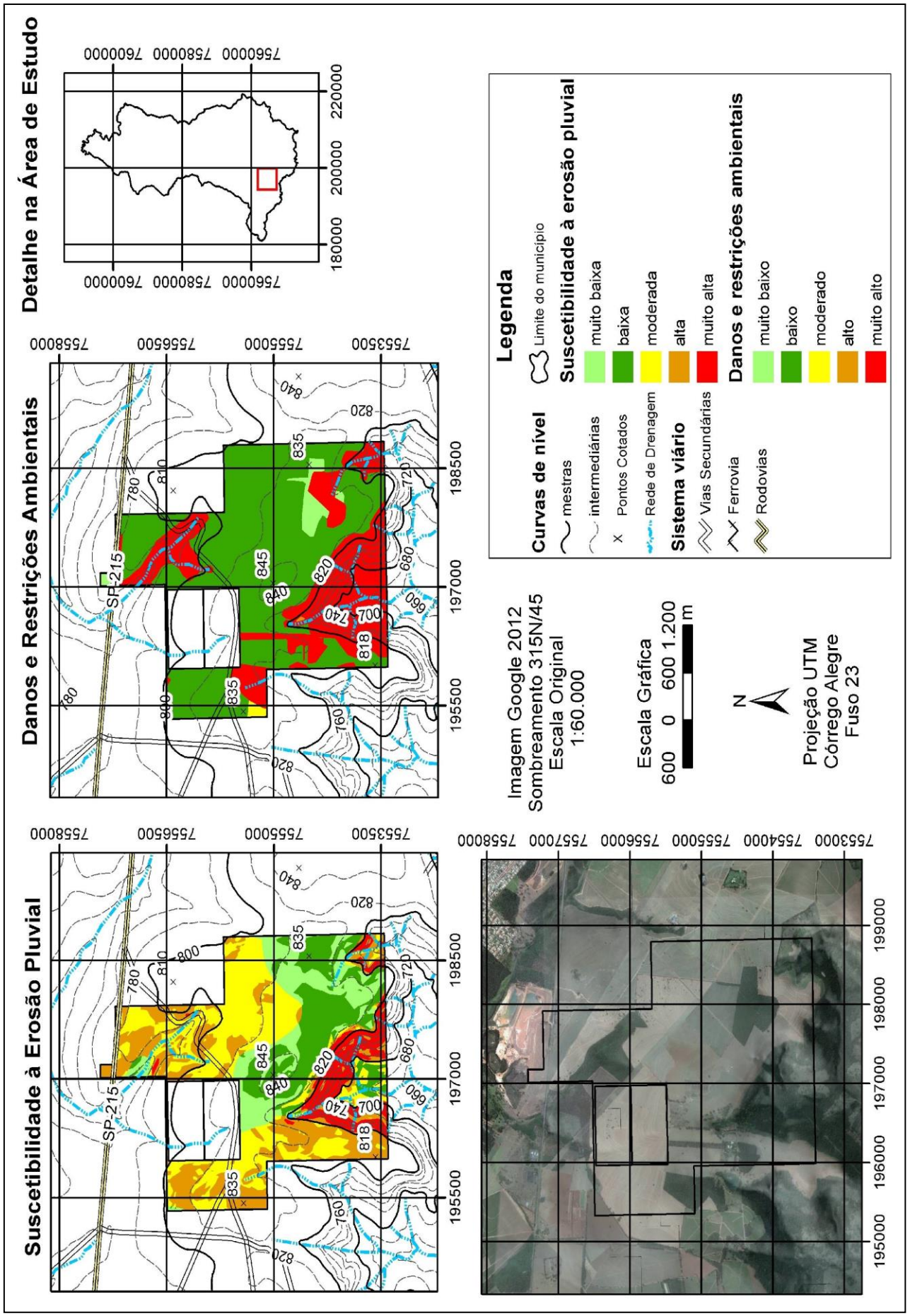
Alterações/impactos ambientais: *

Passivos Ambientais: *

Observações gerais: *

Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	124,2	14,4
baixa	154,0	17,9
moderada	268,5	31,2
alta	226,2	26,3
muito alta	88,5	10,3

Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	24,7	2,9
baixo	542,9	63,0
moderado	4,1	0,5
alto	0,4	0,0
muito alto	289,2	33,6

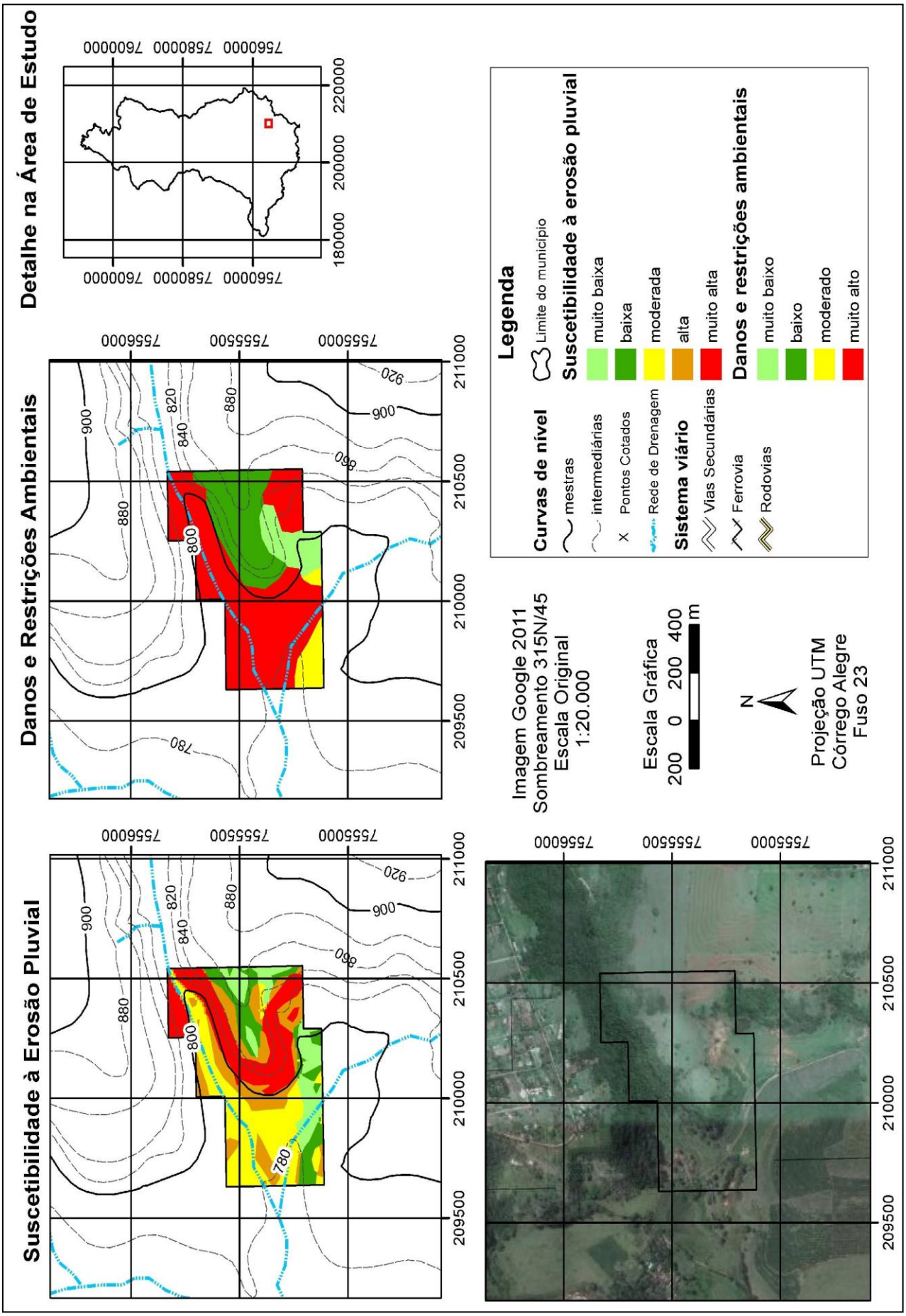


D. 20 - Lisa Gholmiz.

Nome: Lucia Helena Manelli n° do ultimo processo: 8200753 Legenda: autorização de pesquisa (Coordenadas) X: 209720 Substância: água mineral Situação: ativo		Foto: 31 Ano: 2010 Área (ha): 30,5 Y: 7555604 Uso: engarrafamento Data: 09/05/2013
Geologia:	( ) Aluviões (X) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	(X) Areia Quartzosa (X) Latossolo Vermelho Escuro (X) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo (X) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (x) Sim ( )Não OBS: um de 1° ordem e um de 2° ordem		
Ponto de referência: próximo a Rod. Washington Luiz		
Alterações/impactos ambientais: a área requerida abrange parte das APPs existentes. Caso a mineração seja instalada deve-se preocupar com a geração de ruído, principalmente, pois existem várias fazendas próximas a área requerida.		
Passivos Ambientais: *		
Observações gerais:		

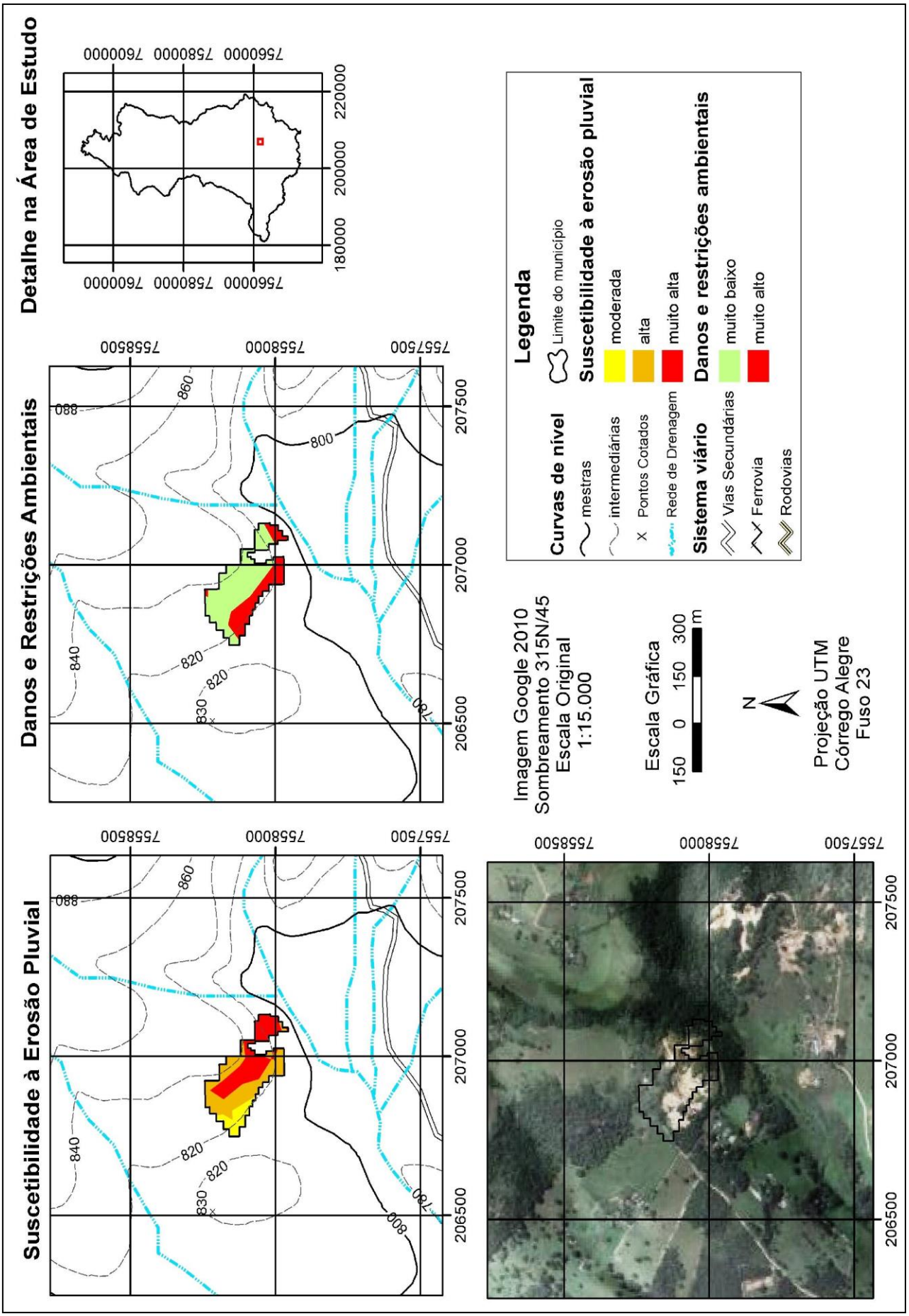
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	10,2	33,6
baixa	8,3	27,2
moderada	5,5	18,0
alta	6,4	21,0
muito alta	0,0	0,2

Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	16,6	54,6
moderado	1,2	3,8
muito alto	12,7	41,6



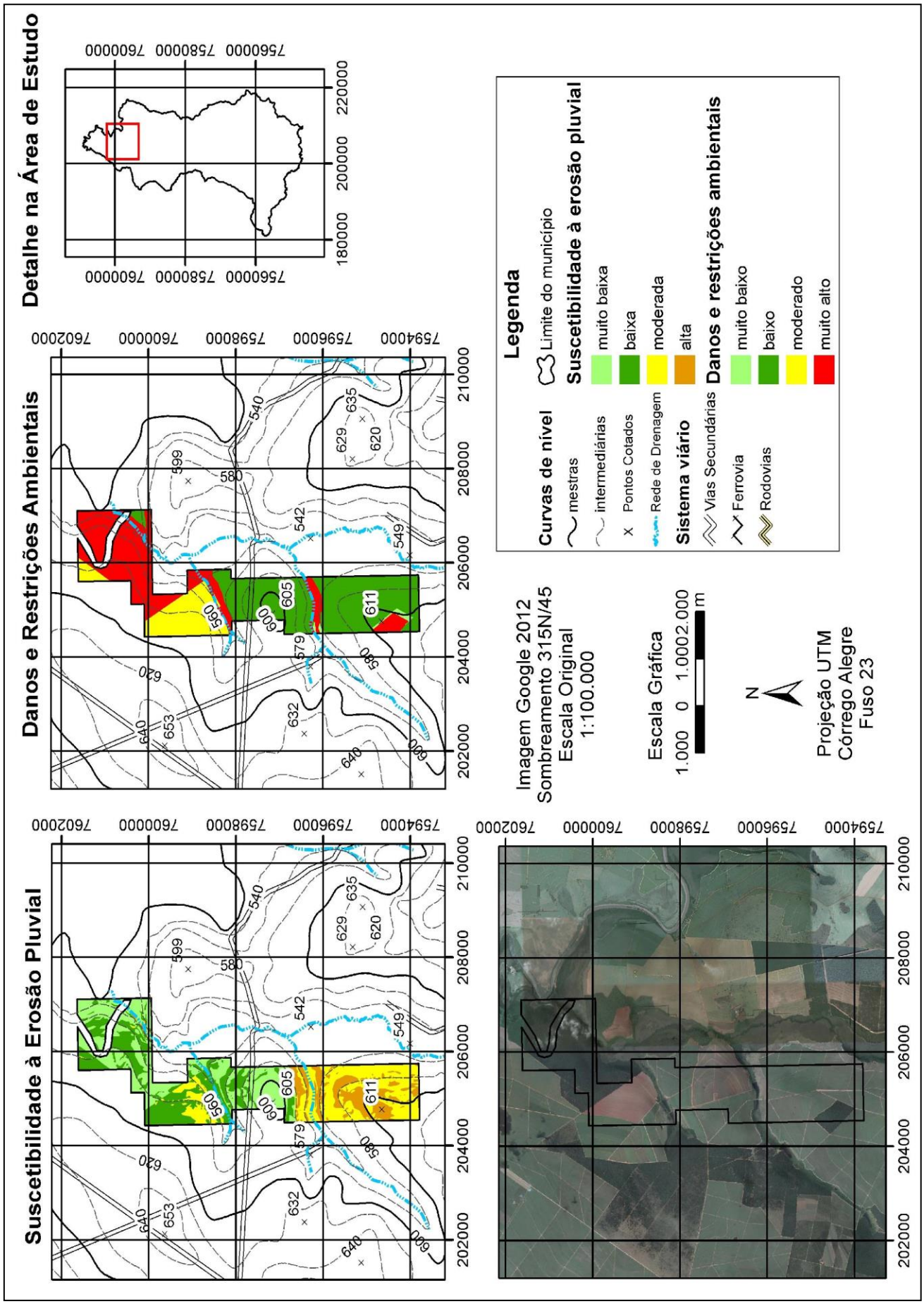
D. 21 - Lucia Manelli.

Nome: Migliato e Migliato n° do ultimo processo: 821007 Legenda: licenciamento (Coordenadas) X: 206861 Substância: arenito Situação: ativo		Foto: * Ano: 2003 Área (ha): 4,9 Y: 7558211 Uso: construção civil Data: 09/05/2013
Geologia:	( ) Aluviões (X) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia ( ) Formação Serra Geral
Solo:	(X) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro (X) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo ( ) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? () Sim (X)Não OBS:		
Ponto de referência: ao final da estrada municipal SCA 469		
Alterações/impactos ambientais: supressão da vegetação e alteração no relevo. Possui taludes bastante íngremes. A área requerida ocupa um terreno com alta a muito alta suscetibilidade à erosão pluvial, ao passo existe o predomínio de áreas com muito baixo dano potencial e restrições ambientais.		
Passivos Ambientais: os bota-foras e os taludes da frente de lavra		
Observações gerais: nota-se que apesar do processo estar em fase de licenciamento, a mineração já está instalada e faz-se extração de arenito. É cercada e possui sinalização. Não foi possível tirar fotos porque havia trabalhadores no local, mas ela possui um site: www.migliato.com.br.		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
moderada	0,6	12,5
alta	2,3	48,1
muito alta	1,9	39,4
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	3,6	73,4
muito alto	1,3	26,6



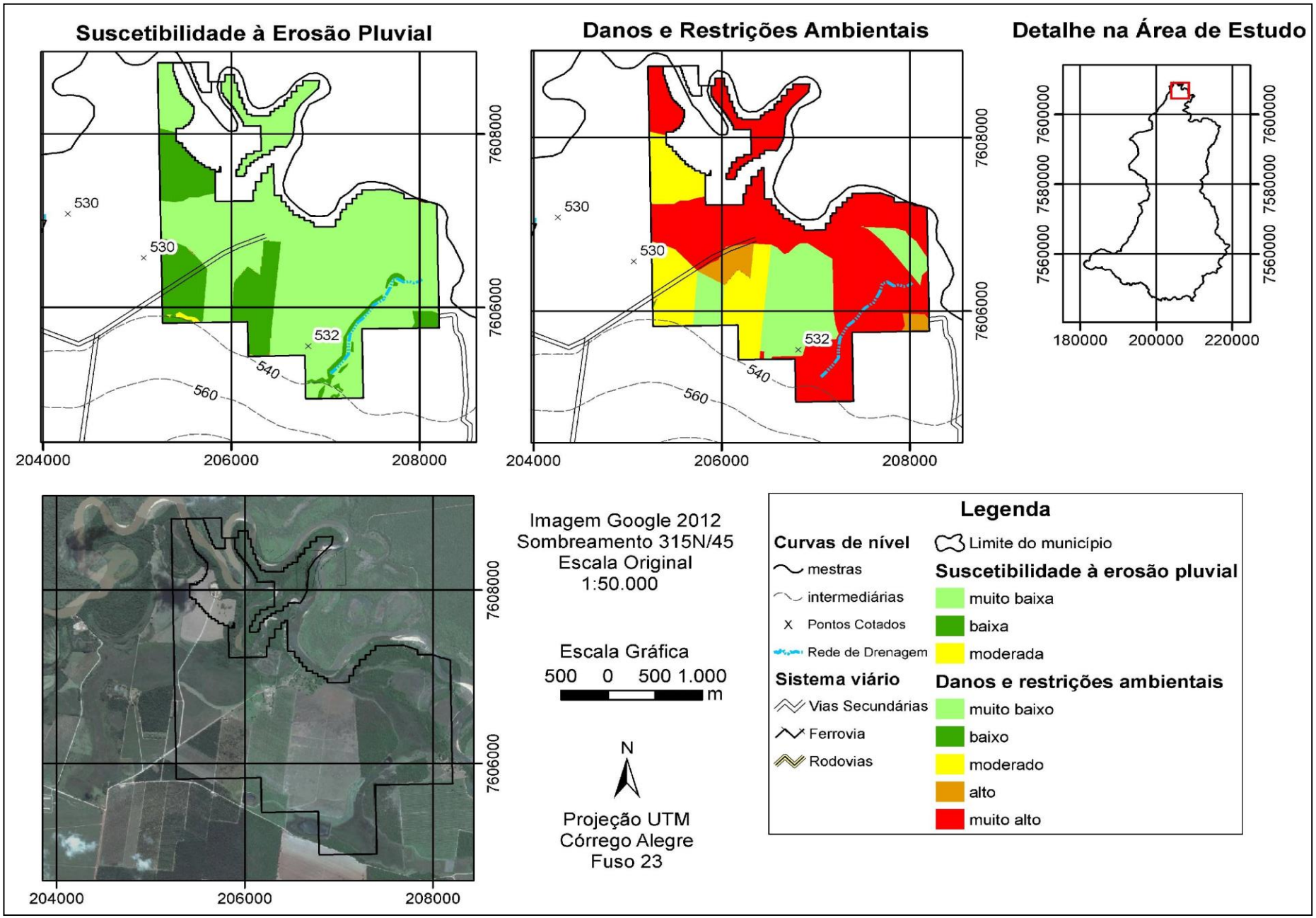
D. 22 - Migliato e Migliato.

Nome: Mineração Baruel n° do ultimo processo: 820248 Legenda: autorização de pesquisa (Coordenadas) X: 205376 Substância: siltito Situação: ativo		Foto: * Ano: 1989 Área (ha): 854,5 Y: 7597759 Uso: não informado Data: 11/04/2013
Geologia:	(X) Aluviões ( ) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	(X) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	(X) Areia Quartzosa (X) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico (X) Solo Hidromórfico	(X) Latossolo Vermelho Amarelo (X) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: dois de 2°ordem		
Ponto de referência: paralela a rod. Eng. Thales de Lorena Peixoto		
Alterações/impactos ambientais: a mineração ainda não está instalada, mas a área requerida ocupa um terreno de muito baixa a baixa suscetibilidade à erosão pluvial (58,4%), a pesar de haver a existência significativa de 27,8% de área classificada como moderada. Em relação aos danos e restrições ambientais a área ocupa um terreno com 48,6% de muito baixo a baixo danos potenciais e restrições ambientais, mesmo tendo áreas com muito alto danos potenciais e restrições ambientais (34,8%).		
Passivos Ambientais: a mineração ainda não está instalada.		
Observações gerais: não há siltito na região aparentemente. Fez ensaio tatil-visual, é uma areia fina.		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	200,2	23,4
baixa	256,9	30,1
moderada	265,8	31,1
alta	131,6	15,4
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	9,7	1,1
baixo	354,3	41,5
moderado	158,8	18,6
muito alto	331,7	38,8



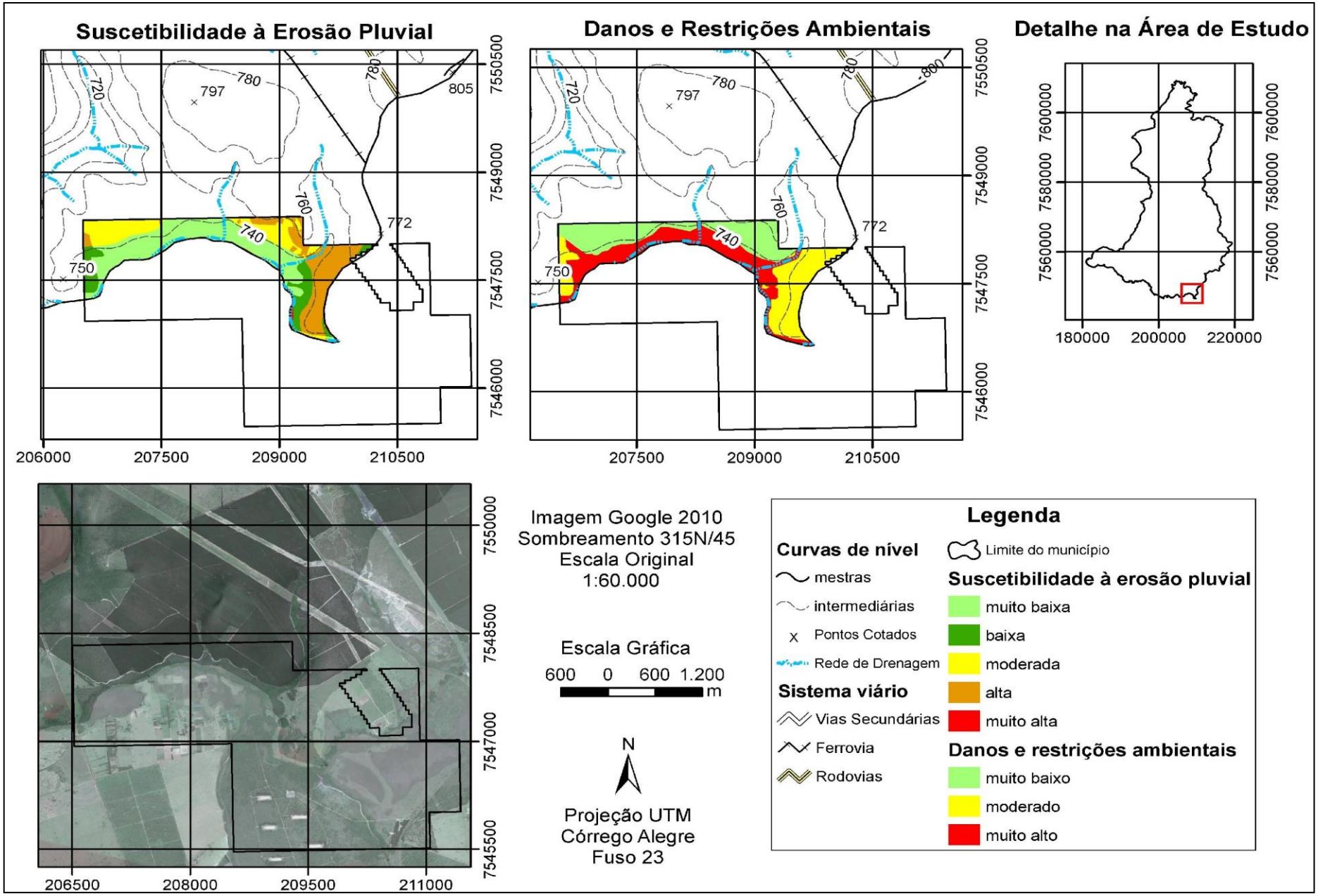
D. 23 - Mineração Baruel A.

Nome: Mineração Baruel A n° do ultimo processo: 820117 Legenda: autorização de pesquisa (Coordenadas) X: 206325 Substância: argila Situação: ativo		Foto: * Ano: 2008 Área (ha): 584,7 Y: 7606903 Uso: industrial Data: 11/04/2013
Geologia:	(X) Aluviões ( ) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	(X) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia ( ) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico (X) Solo Hidromórfico	(X) Latossolo Vermelho Amarelo ( ) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: um curso d'água de 1° ordem		
Ponto de referência: estrada municipal de Taquaral		
Alterações/impactos ambientais: a mineração ainda não está instalada. A área requerida possui principalmente muito baixa suscetibilidade à erosão pluvial (78,1%), ao passo que existe o predomínio de áreas com alto e muito alto danos potenciais e restrições ambientais (60,3%).		
Passivos Ambientais: a mineração ainda não está instalada.		
Observações gerais: É uma antiga Olaria. A mineração é cercada e está abandonada.		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	456,6	78,1
baixa	126,8	21,7
moderada	1,3	0,2
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	118,1	20,2
baixo	0,2	0,0
moderado	113,9	19,5
alto	20,6	3,5
muito alto	332,0	56,8



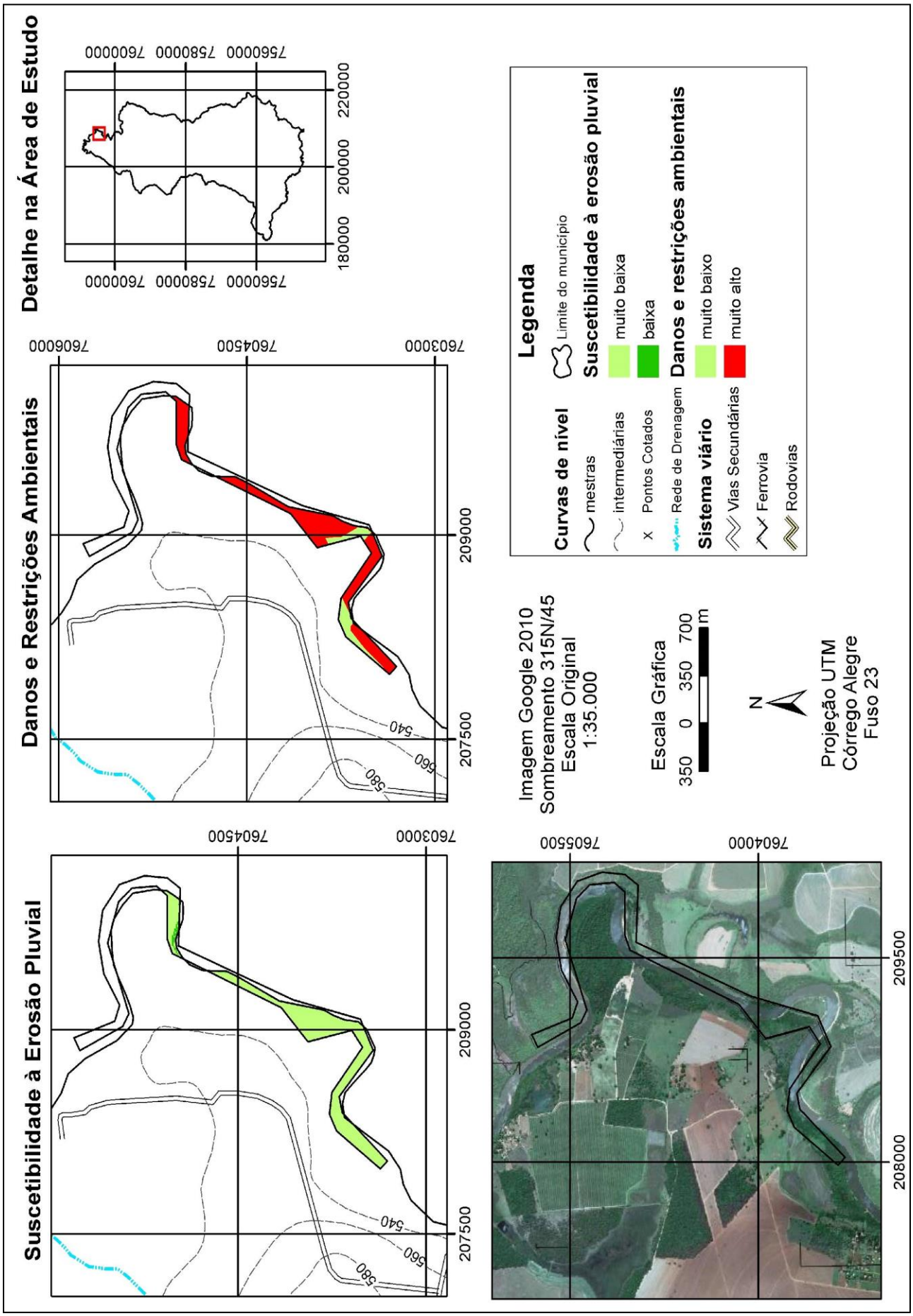
D. 24 - Mineração Baruel B.

Nome: Mineração Jundu n° do ultimo processo: 820490 Legenda: requerimento de lavra (Coordenadas) X: 210724 Substância: areia de fundição Situação: ativo		Foto: 30 Ano: 1983 Área (ha): 224,9 Y: 7545659 Uso: não informado Data: 09/05/2013
Geologia:	( ) Aluviões (X) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	(X) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico (X) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo ( ) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( ) Não OBS: dois rios de 1°ordem		
Ponto de referência: próxima a antiga estação ferroviária na Rod. Washington Luiz.		
Alterações/impactos ambientais: a mineração não está instalada. A área requerida abrange apenas parte do município de São Carlos.		
Passivos Ambientais: a mineração não está instalada.		
Observações gerais: fica bem próxima a linha do trem		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	92,9	41,3
baixa	26,5	11,8
moderada	47,9	21,3
alta	57,5	25,6
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	79,3	35,3
moderado	65,6	29,2
muito alto	80,0	35,6



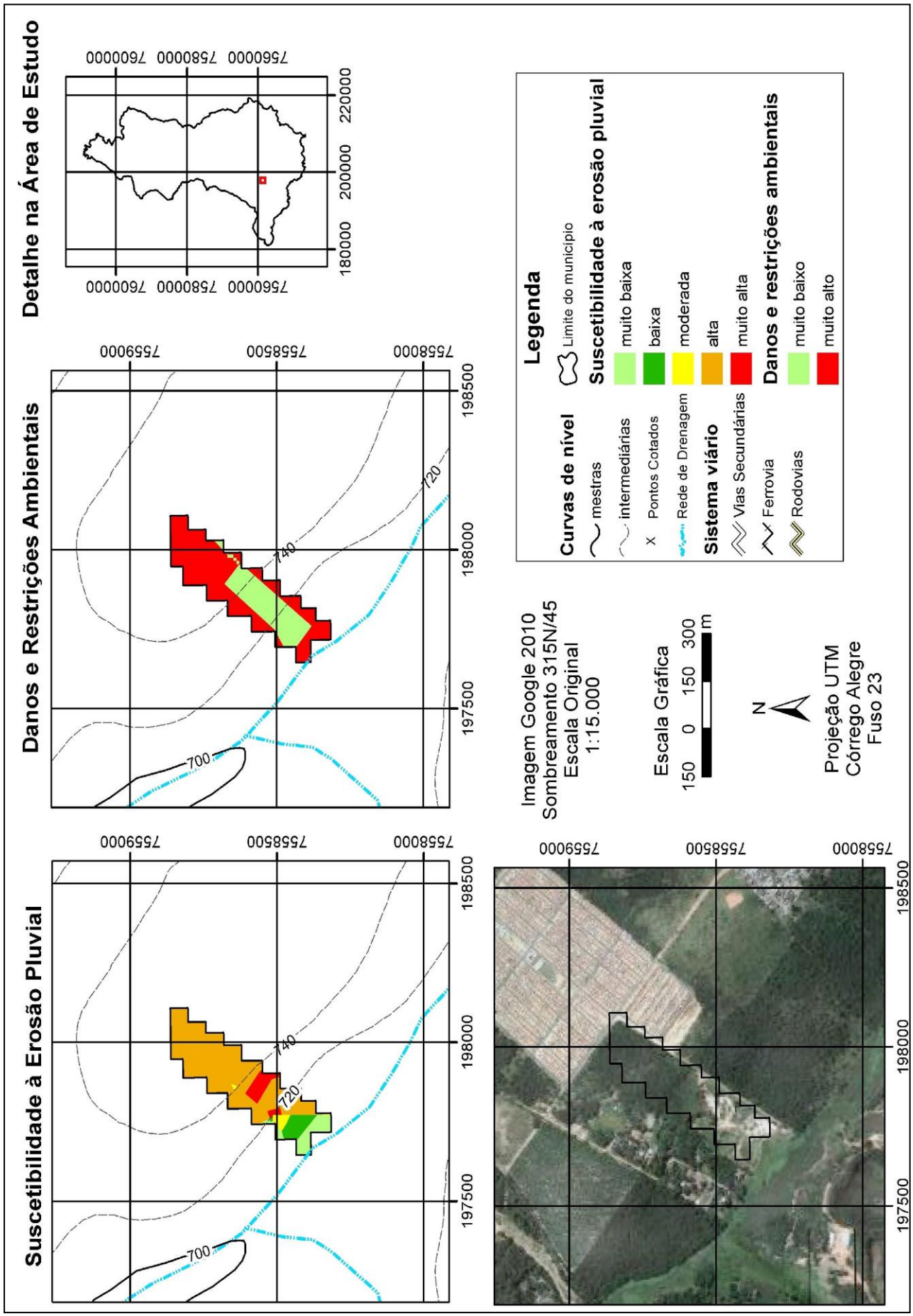
D. 25 - Mineração Jundu.

Nome: Mineração Mirim n° do ultimo processo: 820043 Legenda: licenciamento (Coordenadas) X: * Substância: areia Situação: ativo		Foto: * Ano: 1993 Área (ha): 27,4 Y: * Uso: não informado Data:
Geologia:	(X) Aluviões ( ) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia ( ) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico (X) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo ( ) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: o rio Mogi-Guaçu		
Ponto de referência: as margens do rio Mogi-Guaçu, onde passa a estrada municipal para Taquaral.		
Alterações/impactos ambientais: a mineração ainda não foi instalada, mas está em fase de licenciamento. Pode causa erosão marginal e supressão da mata ciliar do rio Mogi-Guaçu. A área requerida possui muito baixa a baixa suscetibilidade à erosão pluvial (100%), ao passo que possui muito alto dano potencial e restrições ambientais (81,1%).		
Passivos Ambientais: a mineração ainda não está instalada.		
Observações gerais: se a mineração for instalada fará exploração nos aluviões do rio Mogi-Guaçu.		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	26,8	97,9
baixa	0,6	2,1
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	5,2	18,6
moderado	0,03	0,1
muito alto	22,2	81,3



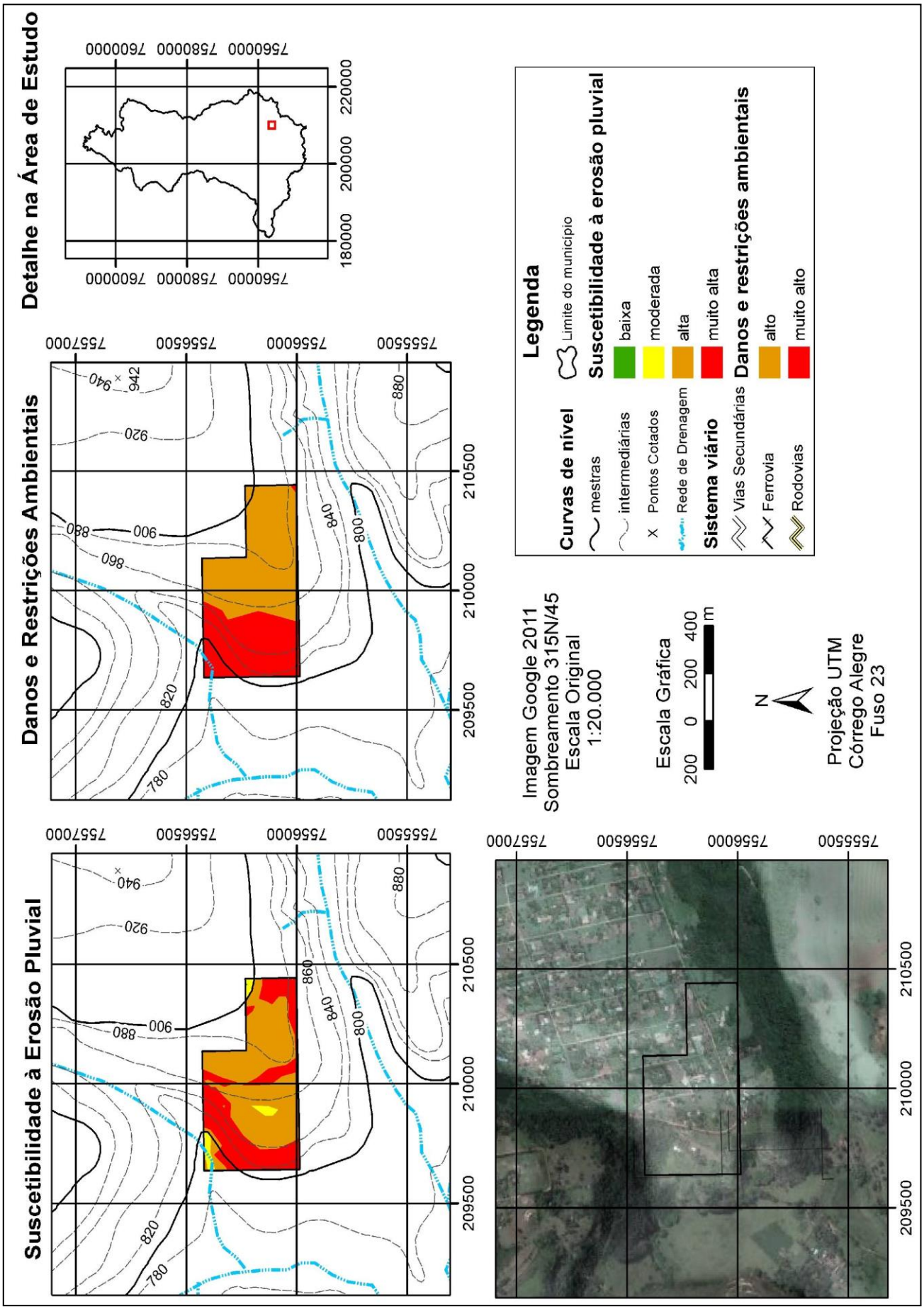
D. 26 - Mineração Mirim.

Nome: Mineração São Carlos n° do ultimo processo: 820190 Legenda: licenciamento (Coordenadas) X: 198058 Substância: areia Situação: ativo		Foto: * Ano: 2004 Área (ha): 9,0 Y: 7558731 Uso: construção civil Data: 09/05/2013
Geologia:	( ) Aluviões (X) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia ( ) Formação Serra Geral
Solo:	(X) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo (X) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( ) Não OBS: um curso d'água de 2°ordem		
Ponto de referência: ao lado do novo loteamento feito no bairro Cidade de Aracy.		
Alterações/impactos ambientais: Notou-se de longe que houve supressão da vegetação e a alterações no relevo. O bairro se expandiu ao redor da cava. Ressalta-se ainda que esta área localiza-se em um terreno com alta a muito alta suscetibilidade a erosão pluvial (81,3%) e muito alto dano potencial e restrições ambientais principalmente (67,9%).		
Passivos Ambientais: a cava.		
Observações gerais: Parece estar abandonada. Não encontramos a estrada para acesso, vimos apenas parte do talude da cava de muito longe. Não foi possível visualizar se existem bota-foras.		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	0,8	9,5
baixa	0,6	6,8
moderada	0,2	2,6
alta	6,7	74,7
muito alta	0,6	6,6
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	2,9	32,1
muito alto	6,1	67,9



D. 27 - Mineração São Carlos.

Nome: Norberto Aparecido Barbosa n° do ultimo processo: 820511 Legenda: disponibilidade (Coordenadas) X: 209720 Substância: arenito Situação: inativo		Foto: 31 Ano: 1999 Área (ha): 41,0 Y: 7555604 Uso: não informado Data: 09/05/2013
Geologia:	( ) Aluviões (X) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro (X) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	(X) Latossolo Vermelho Amarelo ( ) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: um rio de 2° ordem e um de 3° ordem		
Ponto de referência: próximo ao Parque Itaipu.		
Alterações/impactos ambientais: o processo está inativo.		
Passivos Ambientais: o processo está inativo		
Observações gerais: ocupa parte da área do Parque Itaipu.		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	0,1	0,2
moderada	1,4	3,3
alta	19,1	46,6
muito alta	20,4	49,8
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
alto	22,1	53,8
muito alto	19,0	46,2



D. 28 - Norberto Aparecido Barbosa.

Nome: Oclam Minerações n° do ultimo processo: 820694 Legenda: autorização de pesquisa (Coordenadas) X: * Substância: areia Situação: ativo	Foto: * Ano: 2011 Área (ha): 1058,3 Y: * Uso: construção civil Data: *

Geologia:	( ) Aluviões (X) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia ( ) Formação Serra Geral
Solo:	(X) Areia Quartzosa (X) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico (X) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo ( ) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada

Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não
OBS: nove cursos d'água de 1°ordem, três de 2° ordem e um de 3°ordem

Ponto de referência: próximo ao km 203 da rod. Washington Luiz.

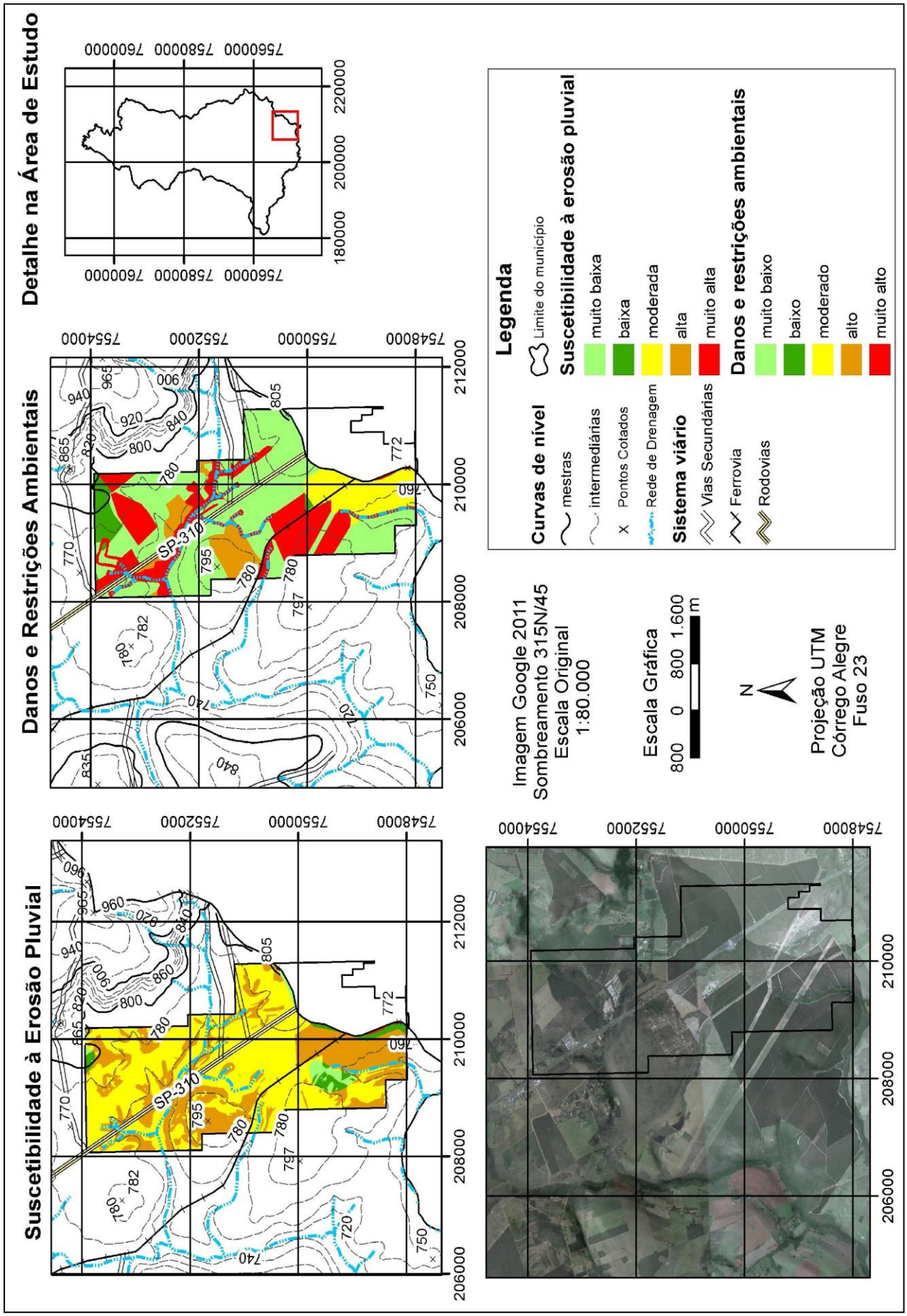
Alterações/impactos ambientais: a mineração ainda não está instalada.

Passivos Ambientais: a mineração ainda não está instalada.

Observações gerais: *

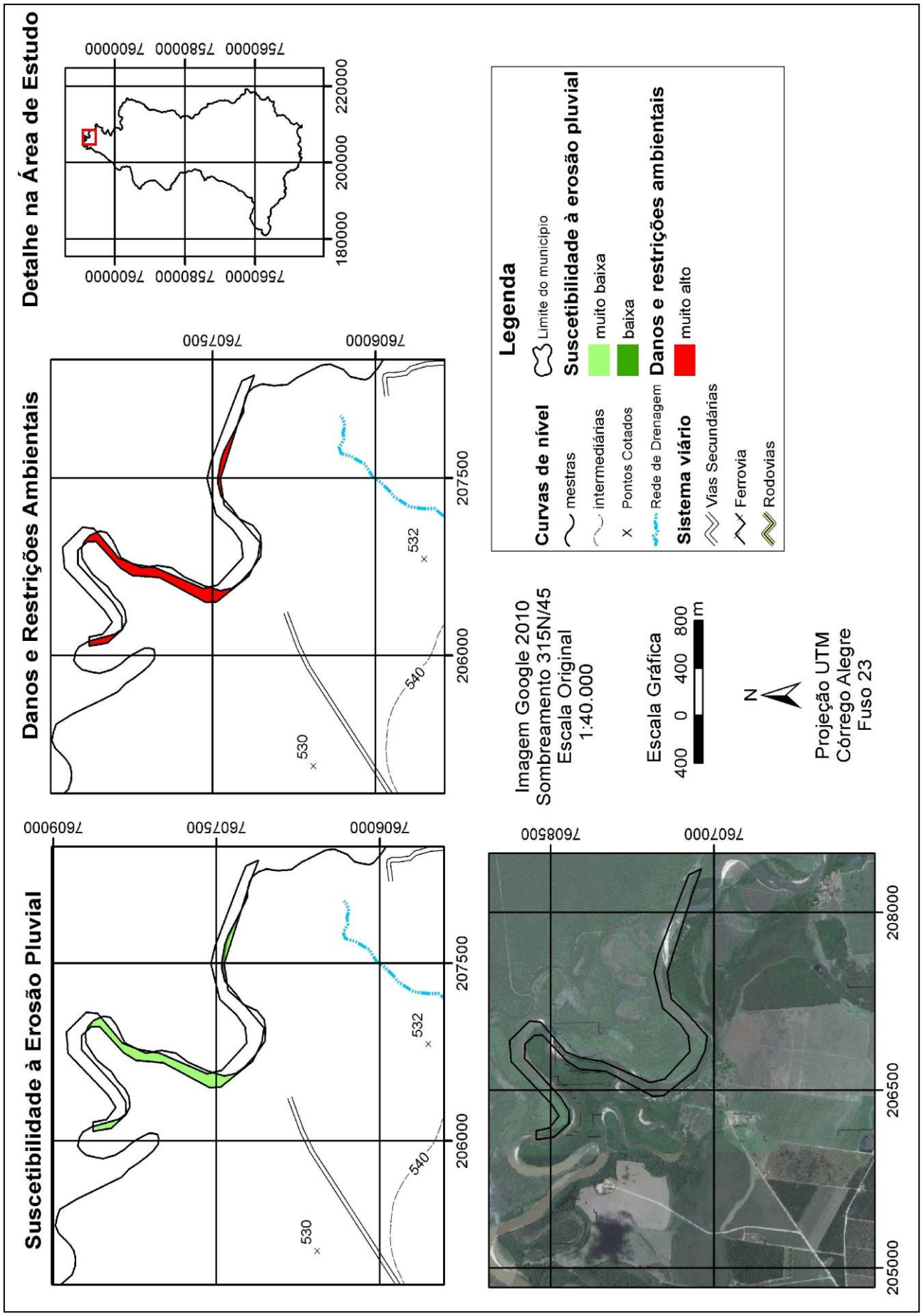
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	23,0	2,2
baixa	29,4	2,8
moderada	590,8	55,8
alta	414,8	39,2
muito alta	0,3	0,0

Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	498,1	47,1
baixo	42,4	4,0
moderado	121,7	11,5
alto	89,1	8,4
muito alto	307,0	29,0



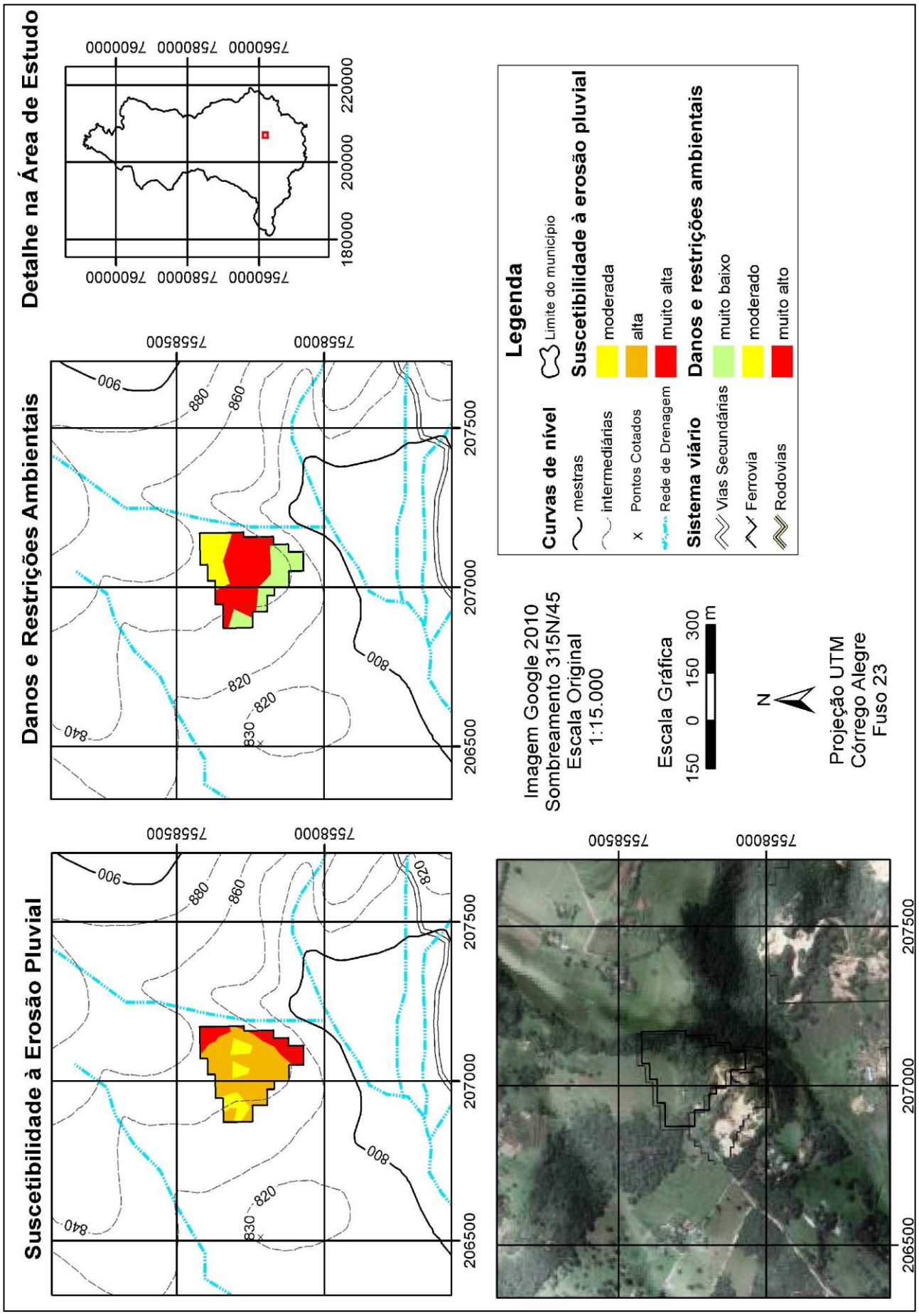
D. 29 - Oclam Minerações.

Nome: Osmar Brissolare n° do ultimo processo: 820573 Legenda: licenciamento (Coordenadas) X: 204454 Substância: areia Situação: ativo		Foto: 4 e 5 Ano: 1992 Área (ha): 15,6 Y: 7607513 Uso: não informado Data: 11/04/2013
Geologia:	(X) Aluviões ( ) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia ( ) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico (X) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo ( ) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: rio Mogi-Guaçu.		
Ponto de referência: próximo ao condomínio fechado Gama.		
Alterações/impactos ambientais: houve supressão da vegetação, mesmo a mineração não estando instalada. A área requerida ocupa uma região com muito baixa e baixa suscetibilidade à erosão pluvial (100%), ao passo que sua área se classifica 100% na classe muito alto dano potencial e restrições ambientais.		
Passivos Ambientais: a mineração ainda não está instalada.		
Observações gerais: realiza exploração das planícies aluvionares do rio Mogi-Guaçu. A mineração é cercada.		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	14,6	93,6
baixa	1,0	6,4
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito alto	15,6	100,0



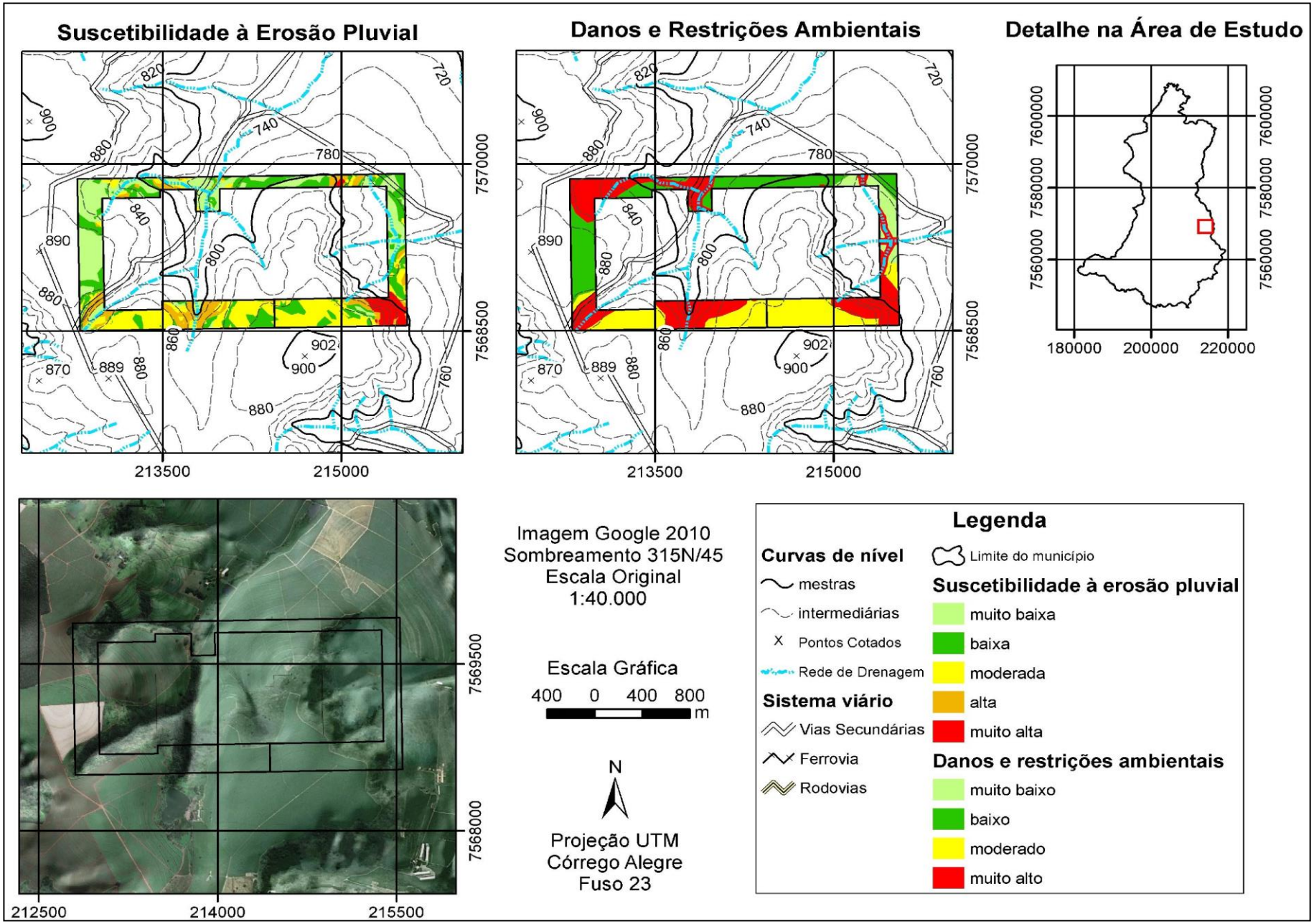
D. 30 - Osmar Brissolare.

Nome: Pedreira Araujo n° do ultimo processo: 820913 Legenda: autorização de pesquisa (Coordenadas) X: 207114 Substância: arenito Situação: ativo		Foto: 42 e 43 Ano: 2009 Área (ha): 6,8 Y: 7558118 Uso: não informado Data: 09/05/2013
Geologia:	( ) Aluviões (X) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro (X) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo ( ) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? ( ) Sim (X) Não OBS:		
Ponto de referência: ao final da estrada municipal SCA 469.		
Alterações/impactos ambientais: houve supressão da vegetação. Existe bota-fora junto com a cava. Foram deixadas várias pilhas de entulho e agora a grama está crescendo por cima delas. Foi constatada a existência de erosão e pequenos movimentos de massa. Devem-se ter também preocupações com a estabilidade dos taludes na frente de lavra. Nota-se que a área é bastante suscetível à erosão pluvial (85,3%) e também a ocorrência de danos potenciais e restrições ambientais (53,4%).		
Passivos Ambientais: bota-fora, cava e pilhas de entulho.		
Observações gerais: O processo (820913/2009) está renovando o antigo processo referente ao licenciamento (820585/1991). Apesar de nenhum dos dois processos autorizarem a exploração, ela já está sendo realizada há muitos anos. A extração é feita semi-manual.		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
moderada	1,0	14,8
alta	4,6	68,3
muito alta	1,1	17,0
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	1,6	24,2
moderado	1,5	22,4
muito alto	3,6	53,4



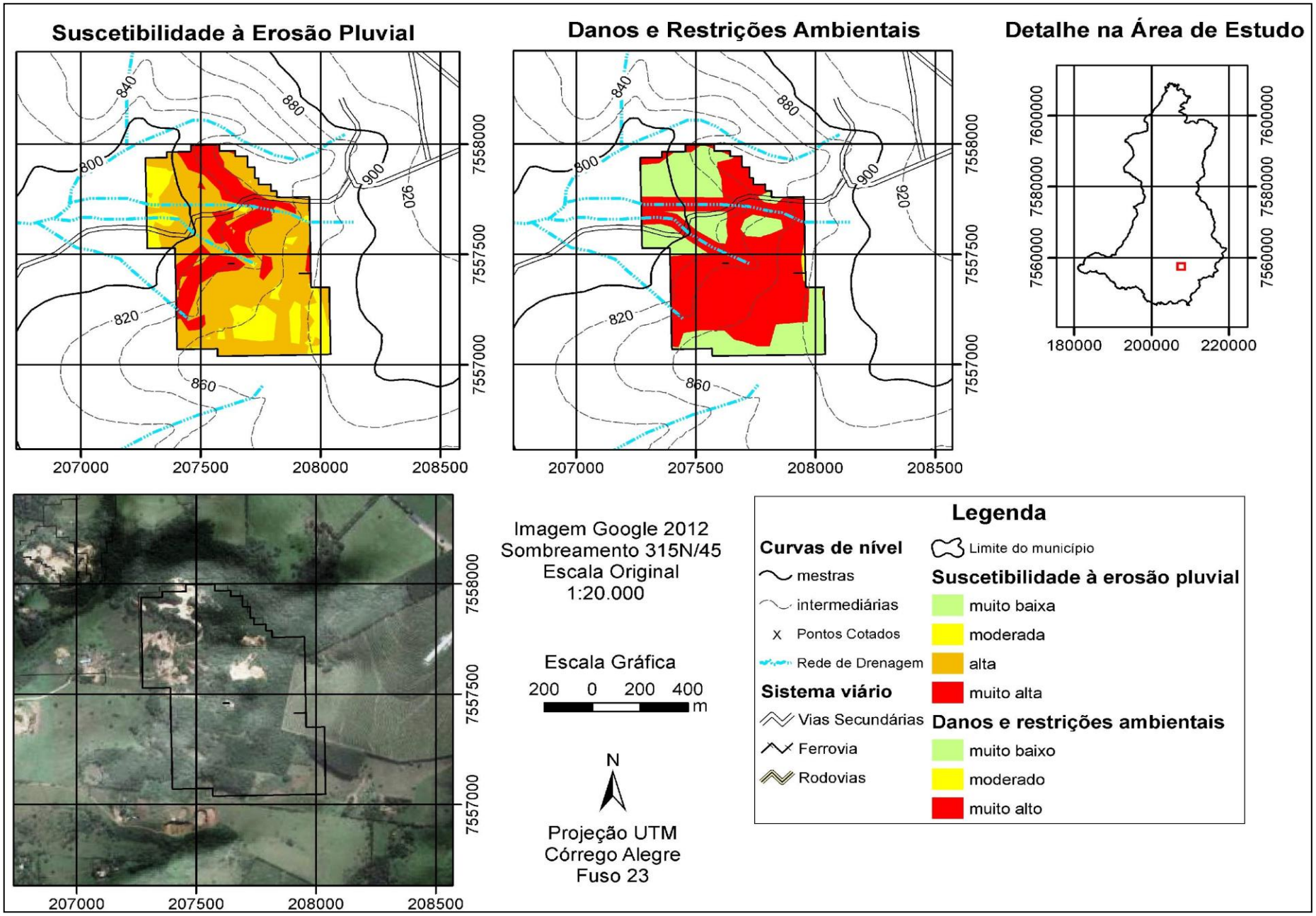
D. 31 - Pedreira Araujo.

Nome: Pedreira Diabásio n° do ultimo processo: 821293 Legenda: autorização de pesquisa (Coordenadas) X: 213877 Substância: argila Situação: ativo		Foto: 29 Ano: 2011 Área (ha): 184,8 Y: 7569651 Uso: industrial Data: 09/05/2013
Geologia:	( ) Aluviões (X) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa (X) Latossolo Vermelho Escuro (X) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo (X) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico (X) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: seis de 1° ordem e dois de 2° ordem		
Ponto de referência: próximo a fazenda Copacabana.		
Alterações/impactos ambientais: a mineração não está instalada ainda.		
Passivos Ambientais: a mineração não está instalada ainda.		
Observações gerais: *		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	59,3	32,1
baixa	57,0	30,8
moderada	23,0	12,5
alta	28,6	15,5
muito alta	17,0	9,2
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	16,9	9,1
baixo	52,2	28,2
moderado	39,7	21,5
muito alto	76,1	41,2



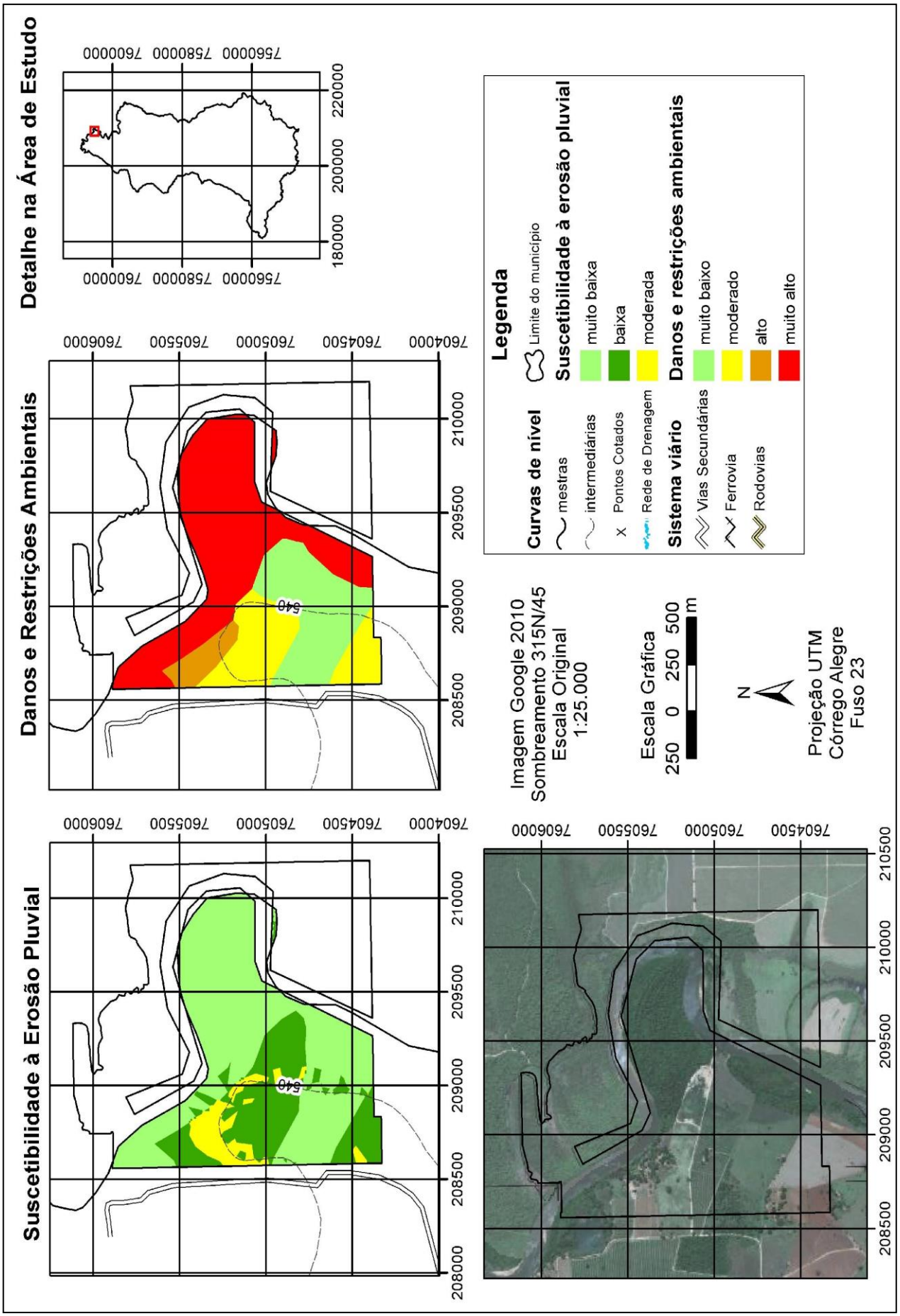
D. 32 - Pedreira Diabásio.

Nome: Pedreira Migliato n° do ultimo processo: 820571 Legenda: requerimento de pesquisa (Coordenadas) X: 207714 Substância: arenito Situação: ativo		Foto: 38 e 39 Ano: 2012 Área (ha): 54,7 Y: 7557577 Uso: construção civil Data: 09/05/2013
Geologia:	( ) Aluviões (X) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	(X) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro (X) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo ( ) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: três rios de 1° ordem e duas de suas nascentes.		
Ponto de referência:		
Alterações/impactos ambientais: houve supressão da vegetação e alterações no relevo.		
Passivos Ambientais: a cava, os bota-foras e as pilhas de rejeito podem se tornarem passivos ambientais após o fechamento da mina.		
Observações gerais: Não é possível entrar no local, pois existe um portão de ferro azul escrita PM. As fotos foram tiradas da estrada próxima ao local. Não foi possível visualizar se existem bota-foras. O processo (820571/2012) está renovando o antigo processo referente à concessão de lavra (820297/1999).		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
moderada	8,5	15,6
alta	33,5	61,3
muito alta	12,7	23,2
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	18,7	34,1
moderado	0,2	0,4
muito alto	35,8	65,4



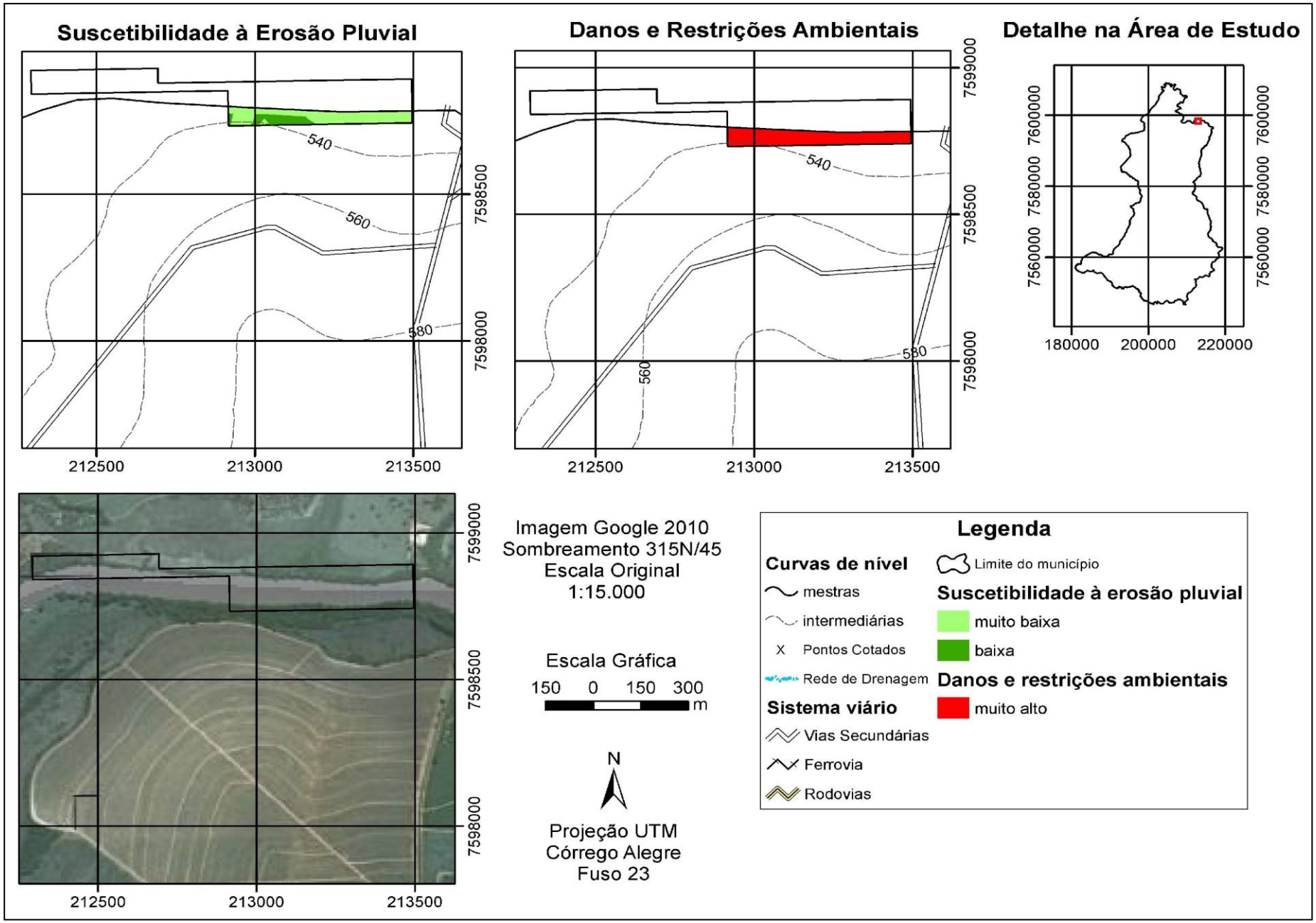
D. 33 - Pedreira Migliato.

Nome: Porto de Areia Sol Nascente n° do ultimo processo: 820111 Legenda: autorização de pesquisa (Coordenadas) X: 208514 Substância: areia Situação: ativo		Foto: * Ano: 2010 Área (ha): 124,5 Y: 7605169 Uso: construção civil Data: 11/04/2013
Geologia:	(X) Aluviões ( ) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	(X) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia ( ) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa (X) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico (X) Solo Hidromórfico	(X) Latossolo Vermelho Amarelo ( ) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: rio Mogi-Guaçu.		
Ponto de referência: estrada municipal que leva a Taquaral.		
Alterações/impactos ambientais: a mineração não está instalada.		
Passivos Ambientais: a mineração não está instalada.		
Observações gerais: existe uma porteira impedindo o acesso à mineração.		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	78,2	62,8
baixa	36,5	29,3
moderada	9,8	7,9
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	29,6	23,8
moderado	24,0	19,3
alto	6,5	5,2
muito alto	64,4	51,7



D. 34 - Porto de Areia Sol Nascente.

Nome: Mineração Porto Pulador n° do ultimo processo: 820825 Legenda: requerimento de lavra (Coordenadas) X: 213657 Substância: areia Situação: ativo		Foto: 15 e 16 Ano: 1997 Área (ha): 3,2 Y: 7598776 Uso: construção civil Data: 11/04/2013
Geologia:	( ) Aluviões ( ) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico (X) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo ( ) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: rio Mogi-Guaçu		
Ponto de referência: próximo a Velha Balsa de Luiz Antônio		
Alterações/impactos ambientais: a área requerida situa-se as margens do rio Mogi-Guaçu. Ela possui de muito baixa a baixa suscetibilidade à erosão (100%), ao passo que apresenta muito alto dano potencial e restrições ambientais (100%).		
Passivos Ambientais:		
Observações gerais: foto 15 visada para montante e foto 16 visada para jusante. Existem ranchos próximos a área requerida, o ruído da draga pode atrapalhar estes moradores, além disso, existe uma balsa velha.		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	2,8	86,6
baixa	0,4	13,4
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito alto	3,2	100,0

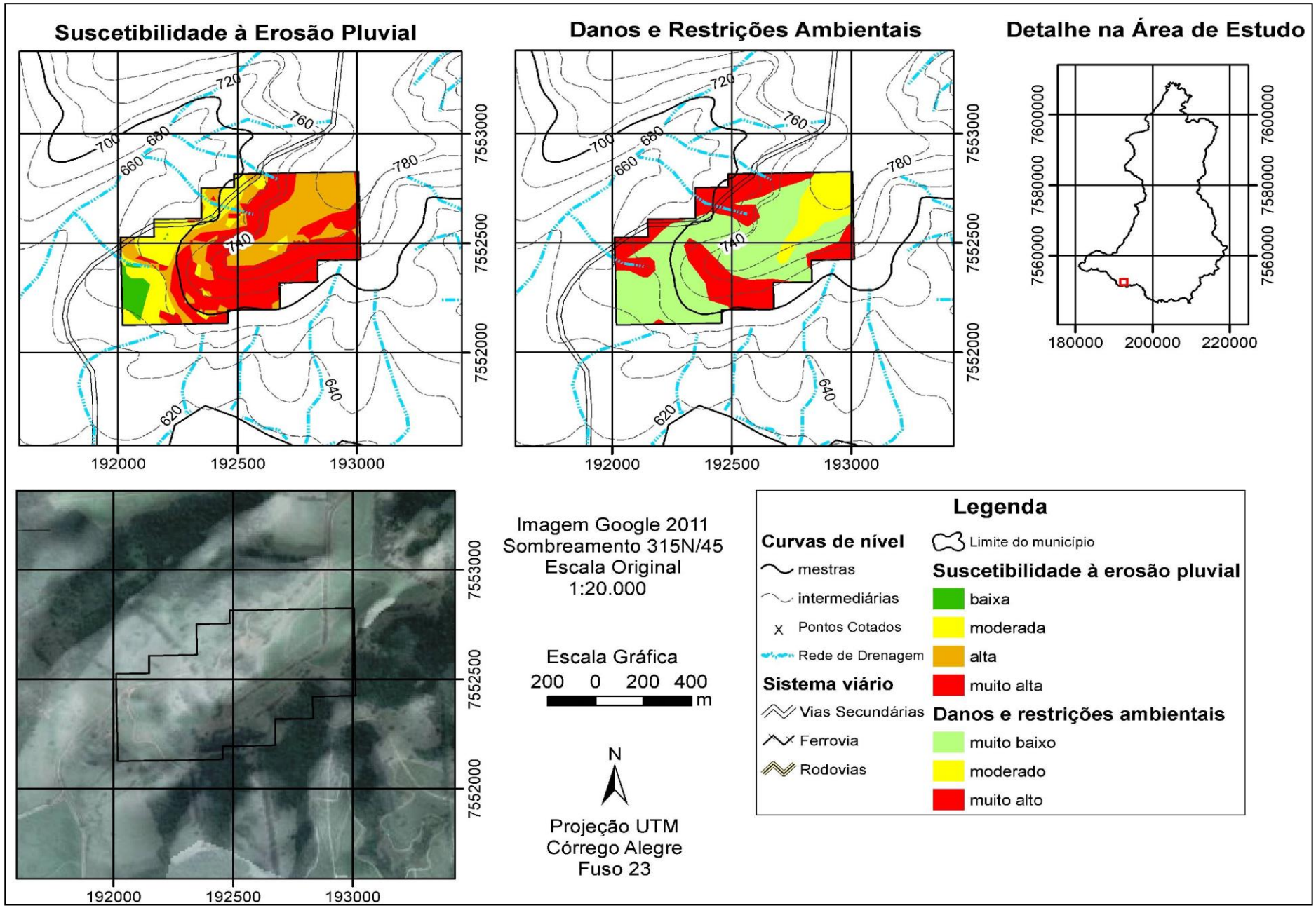


D. 35 - Mineração Porto Pulador.

Nome: Raphael Jafet Junior n° do ultimo processo: 820754 Legenda: autorização de pesquisa (Coordenadas) X: * Substância: basalto Situação: ativo		Foto: * Ano: 2009 Área (ha): 50,1 Y: * Uso: construção civil Data: *
Geologia:	( ) Aluviões ( ) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	(X) Formação Botucatu (X) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	(X) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro (X) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo ( ) Latossolo Roxo (X) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: três cursos d'água de 1° ordem e suas respectivas nascentes.		
Ponto de referência: estrada municipal SCA-050		
Alterações/impactos ambientais: a mineração não está instalada.		
Passivos Ambientais: a mineração não está instalada.		
Observações gerais: *		

Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
baixa	2,0	3,9
moderada	9,5	19,1
alta	16,3	32,5
muito alta	22,3	44,6

Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	27,5	55,0
moderado	6,0	11,9
muito alto	16,6	33,1

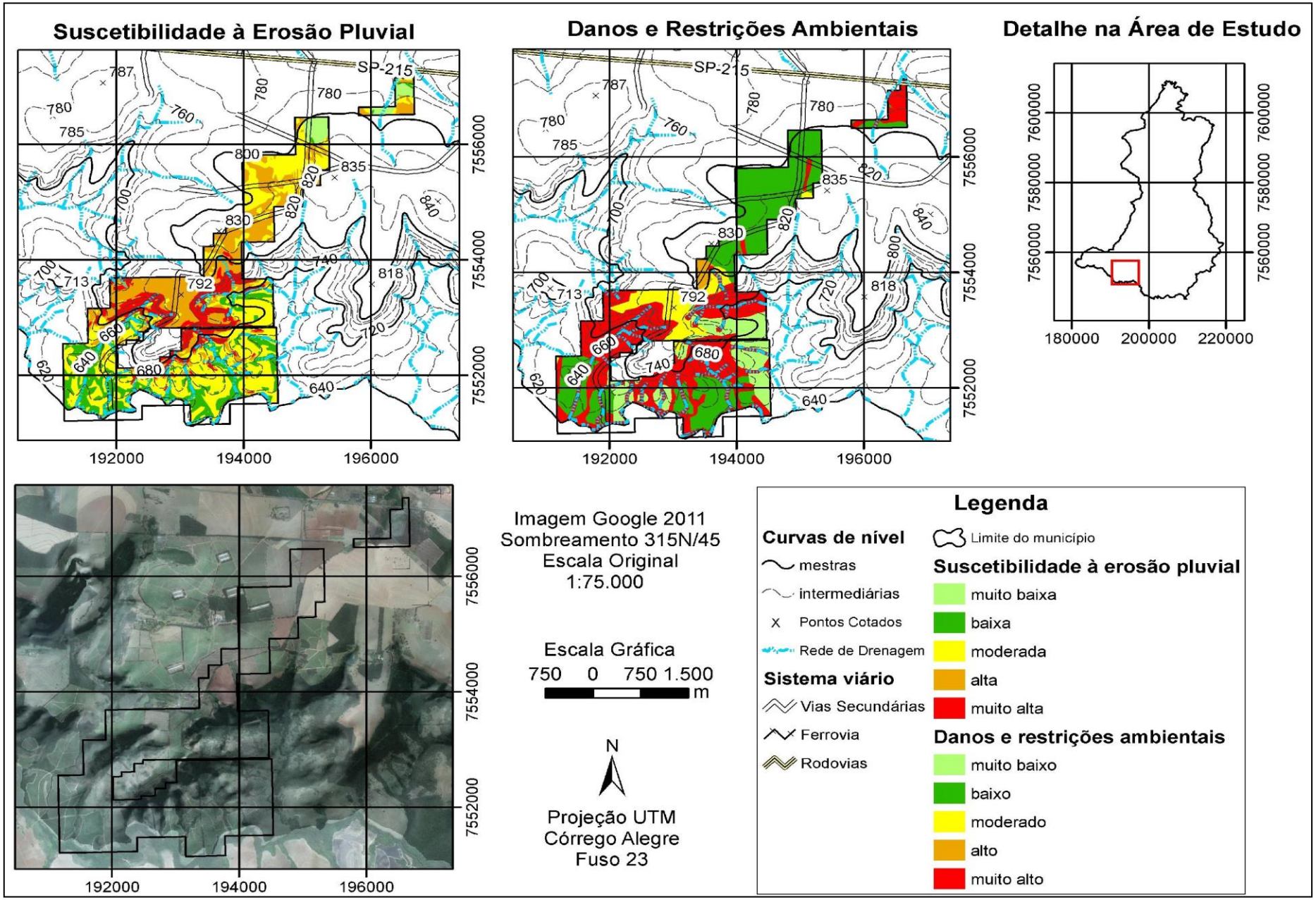


D. 36 - Raphael Jafet Junior A.

Nome: Raphael Jafet Junior n° do ultimo processo: 820752 Legenda: autorização de pesquisa (Coordenadas) X: * Substância: argila Situação: ativo		Foto: * Ano: 2009 Área (ha): 803,8 Y: * Uso: industrial Data: *
Geologia:	( ) Aluviões (X) Formação Itaqueri (X) Formação Corumbataí	(X) Formação Botucatu (X) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	(X) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro (X) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo (X) Latossolo Roxo (X) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( ) Não OBS: vinte dois cursos d'água de 1°ordem com 18 nascentes, e três de 2°ordem		
Ponto de referência: estrada municipal SCA-050		
Alterações/impactos ambientais: a mineração não está instalada.		
Passivos Ambientais: a mineração não está instalada.		
Observações gerais: *		

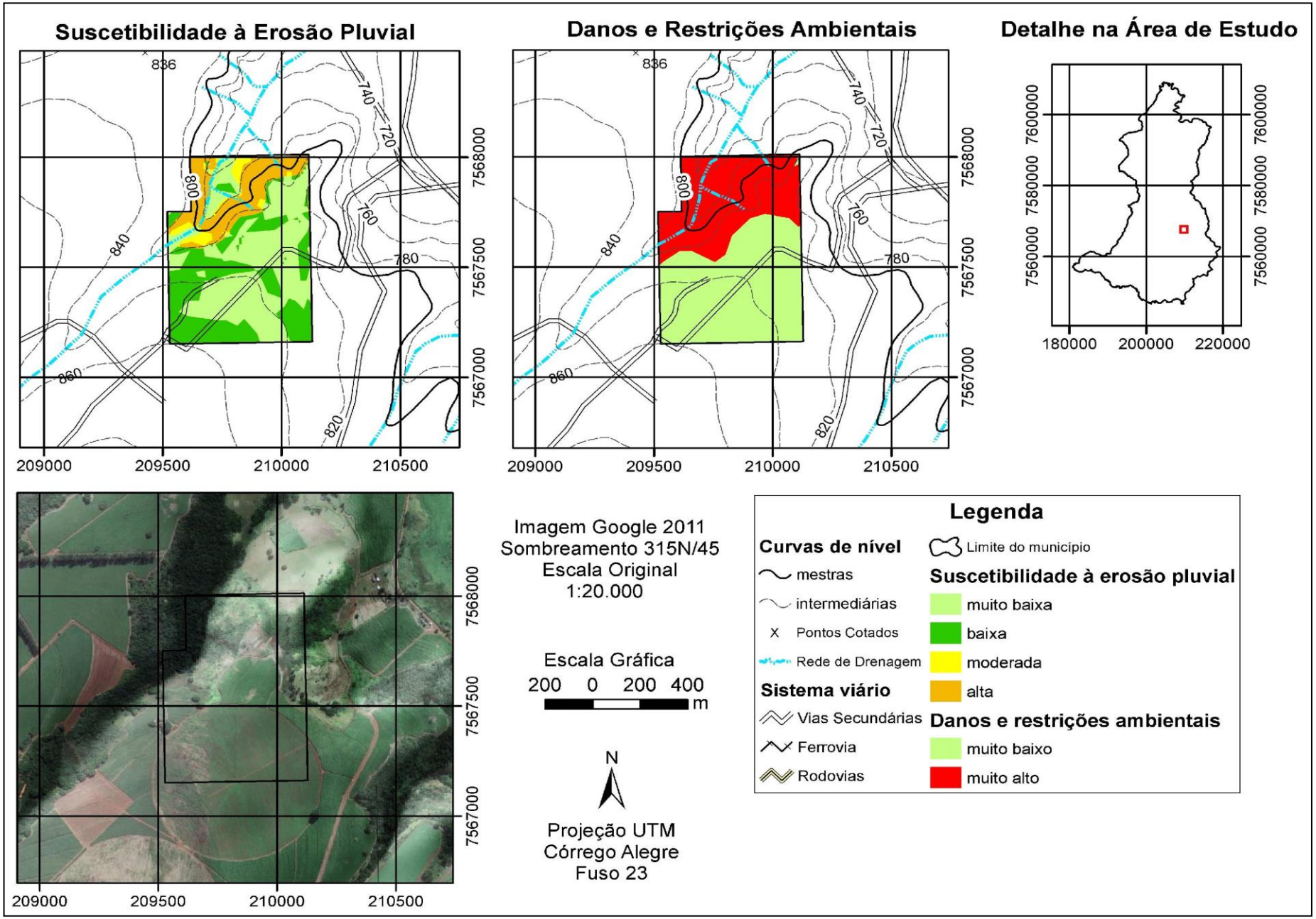
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	39,8	4,9
baixa	152,7	19,0
moderada	248,9	31,0
alta	254,3	31,6
muito alta	108,1	13,5

Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	103,6	12,9
baixo	333,8	41,5
moderado	73,0	9,1
alto	10,5	1,3
muito alto	282,7	35,2



D. 37 - Raphael Jafet Junior B.

Nome: Rino Empreendimentos n° do ultimo processo: 820653 Legenda: requerimento de lavra (Coordenadas) X: 209391 Substância: basalto Situação: ativo		Foto: * Ano: 2006 Área (ha): 48,6 Y: 7567783 Uso: brita Data: 19/04/2013
Geologia:	( ) Aluviões (X) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	(X) Latossolo Vermelho Amarelo (X) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico (X) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( ) Não OBS: três de 1°ordem com duas nascentes e um de 2°ordem		
Ponto de referência: próximo a fazenda Paraíso.		
Alterações/impactos ambientais: a mineração não foi instalada. Existe o predomínio de áreas com muito baixa a baixa suscetibilidade à erosão (76,4%) e também muito baixo danos potenciais e restrições ambientais (57,5%), porém existe uma parcela significativa de regiões com muito alto dano potencial e restrições ambientais (42,5%).		
Passivos Ambientais: a mineração não foi instalada.		
Observações gerais: Parece não haver basalto no local. Não conseguimos entrar na área, apenas nos aproximamos do local. Entramos dentro da fazenda Santa Cruz e Santa Constância.		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	22,5	46,3
baixa	14,6	30,1
moderada	2,0	4,1
alta	9,4	19,4
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	27,9	57,5
muito alto	20,7	42,5

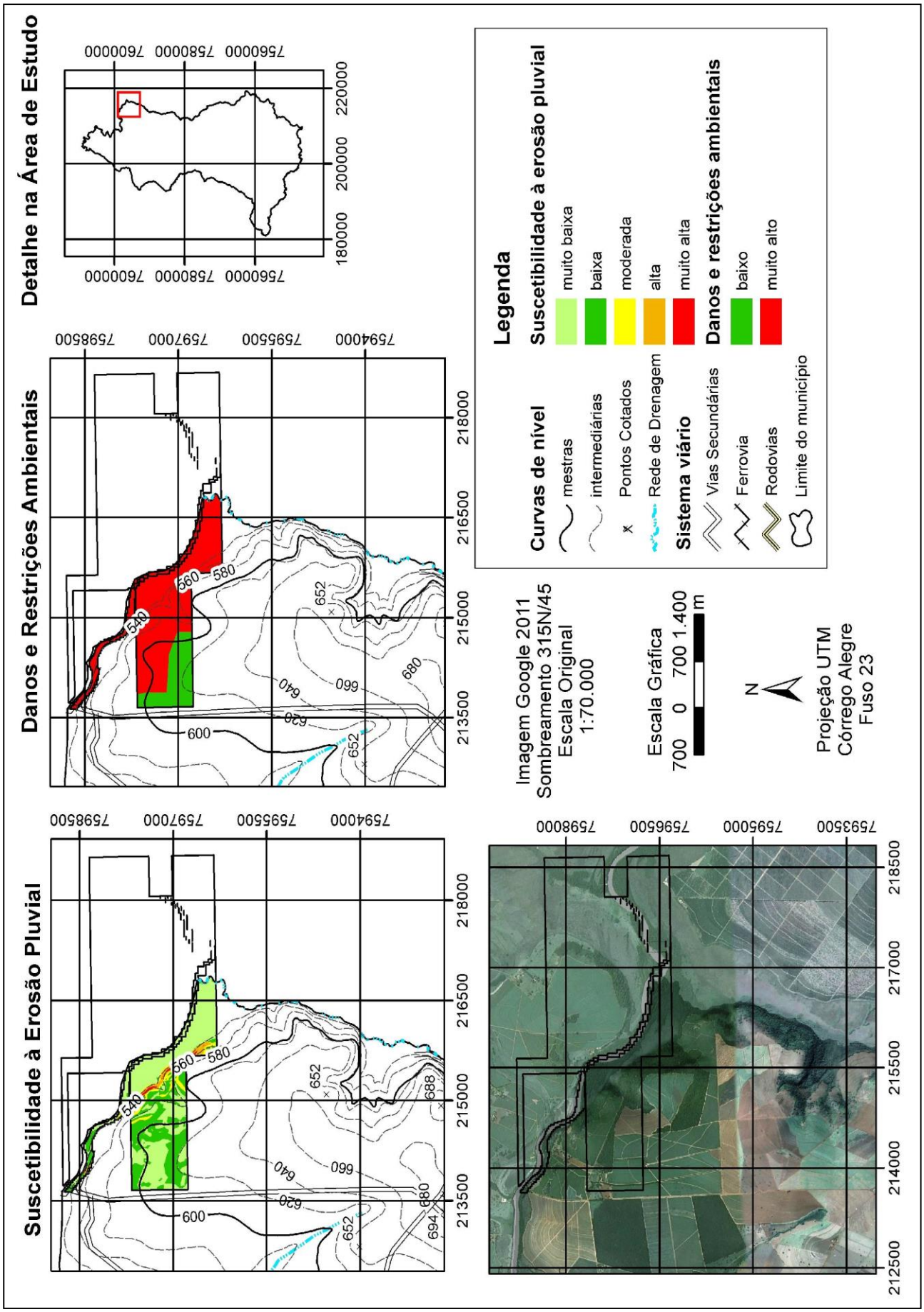


D. 38 - Rino Empreendimentos.

Nome: Roberto Missiatto n° do ultimo processo: 820198 Legenda: autorização de pesquisa (Coordenadas) X: 213657 Substância: areia Situação: ativo		Foto: Ano: 2006 Área (ha): Y: 7598776 Uso: construção civil Data: 11/04/02013
Geologia:	(X) Aluviões ( ) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	(X) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa (x) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico (X) Solo Hidromórfico	(X) Latossolo Vermelho Amarelo ( ) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: o rio Mogi-Guaçu		
Ponto de referência: ao fim da estrada municipal Água Vermelha		
Alterações/impactos ambientais: a mineração ainda não está instalada. A área requerida possui de muito baixa a baixa suscetibilidade à erosão pluvial, ao passo que se enquadra na classe mais alta, muito alto dano potencial e restrições ambientais.		
Passivos Ambientais: a mineração ainda não está instalada.		
Observações gerais: *		

Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	137,1	52,9
baixa	94,5	36,4
moderada	13,9	5,4
alta	11,4	4,4
muito alta	2,5	1,0

Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
baixo	52,4	20,2
muito alto	207,0	79,8



D. 39 - Roberto Missiatto.

Nome: Sandra Mineração n° do ultimo processo: 820350 Legenda: requerimento de lavra (Coordenadas) X: 196704 Substância: areia Situação: ativo	Foto: 49 Ano: 2001 Área (ha): 62,2 Y: 7558488 Uso: construção civil Data: 09/05/2013

Geologia:	( ) Aluviões (X) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia ( ) Formação Serra Geral
Solo:	(X) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo (X) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada

Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não
OBS: um curso d'água de 2°ordem

Ponto de referência: próximo ao bairro jardim Zavaglia

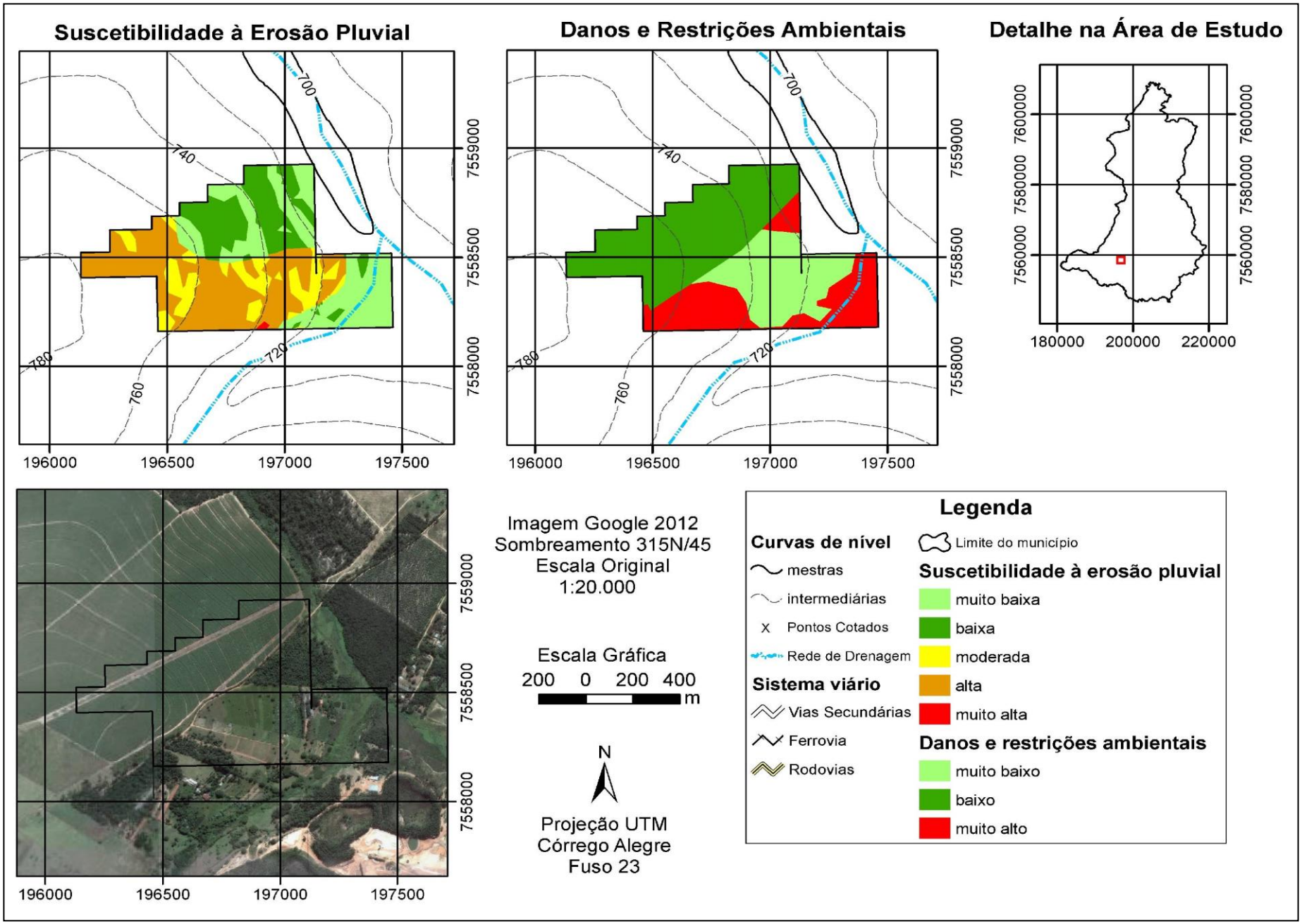
Alterações/impactos ambientais: a mineração ainda não foi instalada. A área requerida possui muito baixa a baixa suscetibilidade à erosão pluvial (49,0%), porém há uma parte significativa com alta a muito alta suscetibilidade à erosão pluvial (37,3%). Em relação aos danos e restrições ambientais a área é predominantemente muito baixo e baixo dano potencial e restrições ambientais (74,8%), entretanto existe uma porcentagem significativa de muito alto dano potencial e restrições ambientais (25,2%).

Passivos Ambientais:

Observações gerais: existe uma área com cerrado dentro da área requerida e está próxima a área urbana.

Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	17,7	28,5
baixa	12,8	20,5
moderada	8,5	13,7
alta	23,1	37,2
muito alta	0,1	0,1

Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	16,5	26,5
baixo	30,1	48,3
muito alto	15,7	25,2

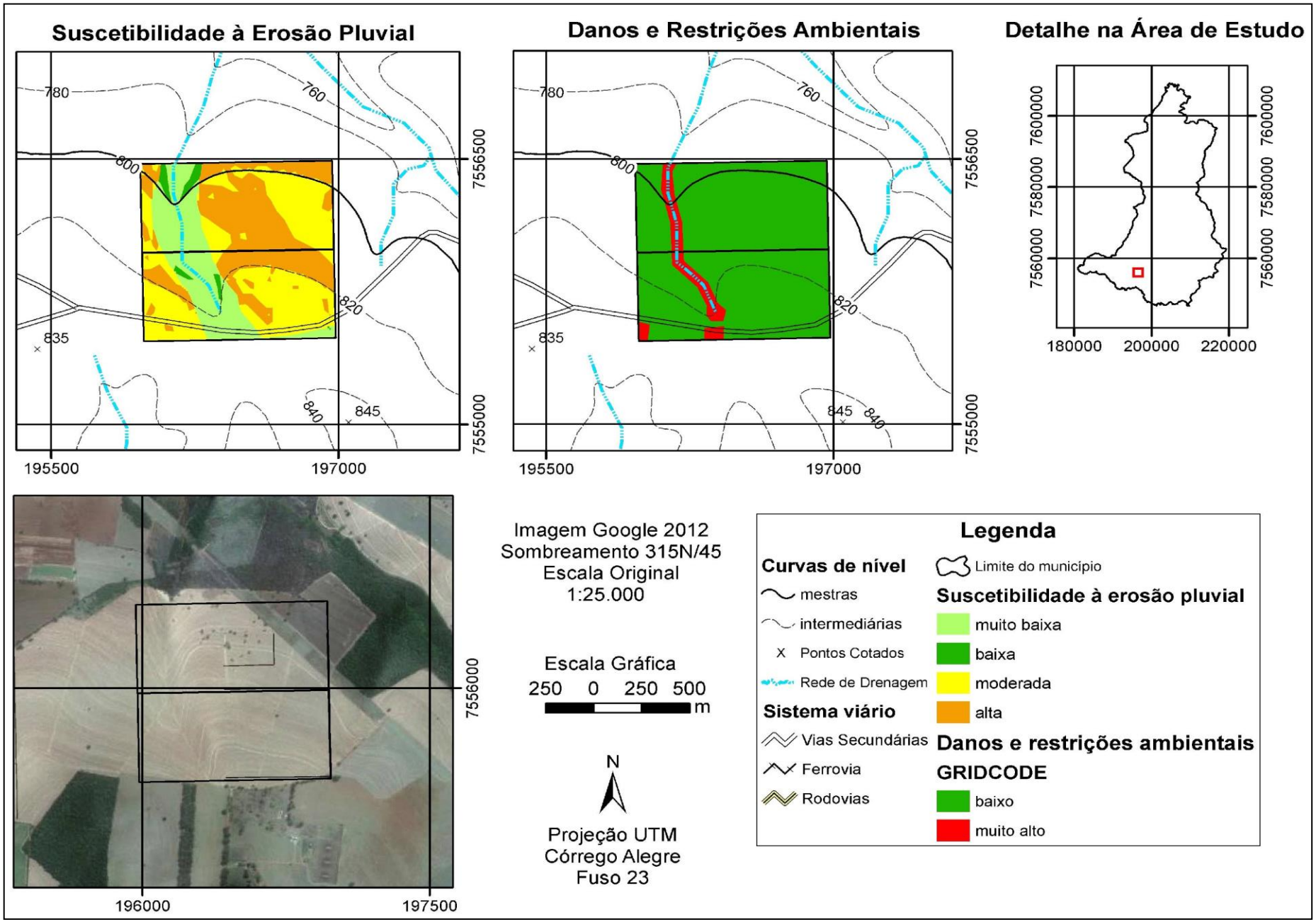


D. 40 - Sandra Mineração A.

Nome: Sandra Mineração n° do ultimo processo: 820347 Legenda: autorização de pesquisa (Coordenadas) X: * Substância: areia Situação: ativo		Foto: * Ano: 2001 Área (ha): 100,1 Y:* Uso: construção civil Data: *
Geologia:	( ) Aluviões (X) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia ( ) Formação Serra Geral
Solo:	(X) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo (X) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: um curso d'água de 1°ordem e sua respectiva nascente.		
Ponto de referência: Rod. Luiz Augusto de Oliveira		
Alterações/impactos ambientais: a mineração ainda não está instalada.		
Passivos Ambientais: a mineração ainda não está instalada.		
Observações gerais: *		

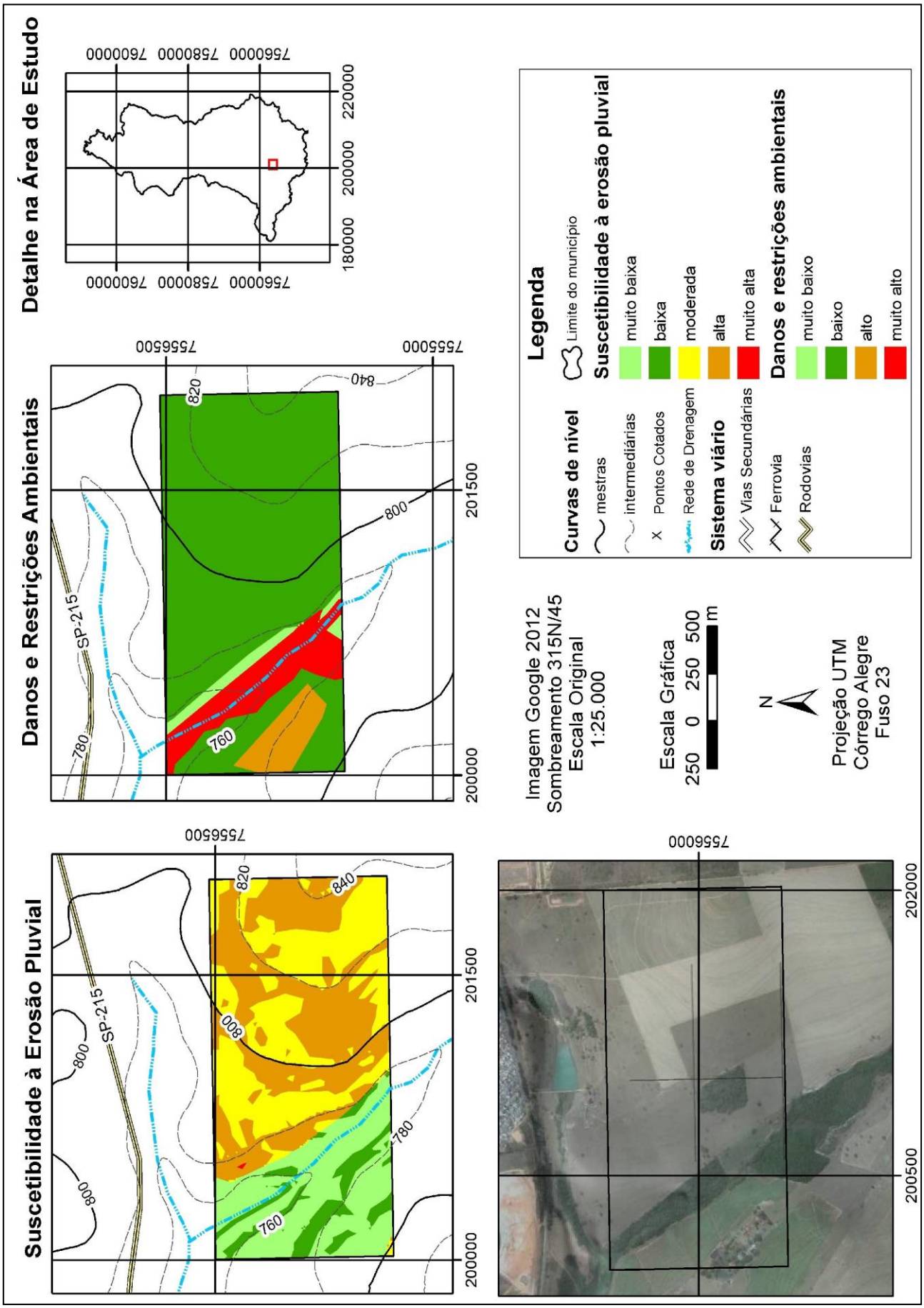
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	23,0	23,0
baixa	2,1	2,1
moderada	40,1	40,0
alta	34,9	34,9

Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
baixo	92,9	92,8
muito alto	7,2	7,2



D. 41 - Sandra Mineração B.

Nome: Sandra Mineração n° do ultimo processo: 20343 Legenda: disponibilidade (Coordenadas) X: * Substância: areia Situação: inativo		Foto: * Ano: 2001 Área (ha): 200,3 Y: * Uso: construção civil Data: *
Geologia:	( ) Aluviões (X) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	(X) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo (X) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: um curso d'água de 1° ordem		
Ponto de referência: próximo a fábrica da EDG Equipamentos na Rod. Domingos Innocentini (km 220).		
Alterações/impactos ambientais: a mineração ainda não foi instalada, mas a área requerida situa-se próximo ao distrito industrial de São Carlos.		
Passivos Ambientais: a mineração ainda não foi instalada.		
Observações gerais: a área fica próximo ao bairro Cidade de Aracy.		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	48,2	24,0
baixa	13,9	7,0
moderada	64,4	32,1
alta	73,7	36,8
muito alta	0,1	0,0
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	5,6	2,8
baixo	160,1	80,0
alto	11,4	5,7
muito alto	23,2	11,6

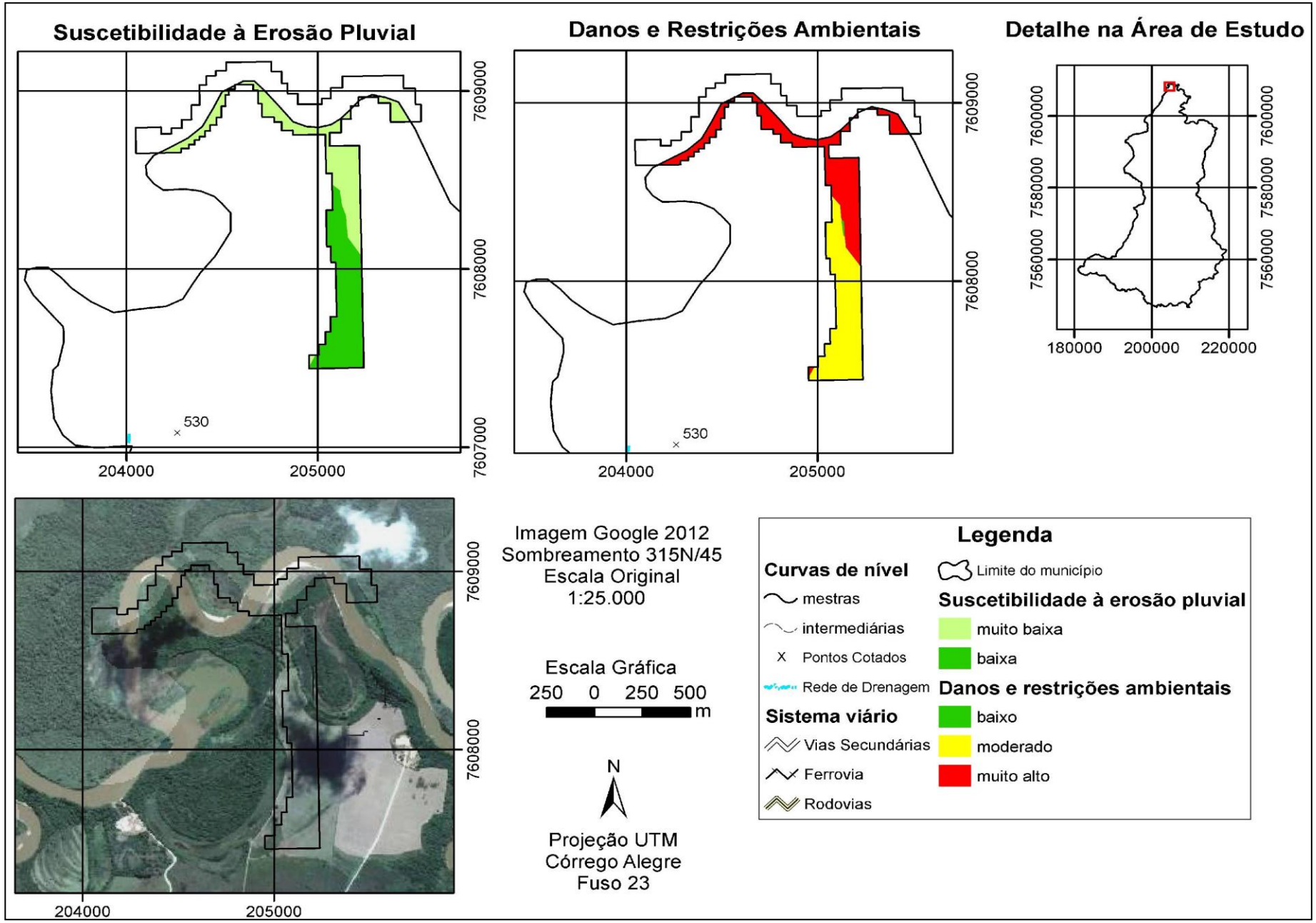


D. 42 - Sandra Mineração C.

Nome: Santo Antônio Mineração Comércio e Transportes n° do ultimo processo: 820530 Legenda: requerimento de lavra (Coordenadas) X: * Substância: areia Situação: ativo	Foto: * Ano: 2002 Área (ha): 28,4 Y: * Uso: construção civil Data: *
Geologia:	(X) Aluviões ( ) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí ( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia ( ) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Amarelo ( ) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Latossolo Roxo ( ) Solo Litólico ( ) Solo Podzólico (X) Solo Hidromórfico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( ) Não OBS: o rio Mogi-Guaçu	
Ponto de referência: margens do rio Mogi-Guaçu	
Alterações/impactos ambientais: a mineração ainda não está instalada.	
Passivos Ambientais: a mineração ainda não está instalada.	
Observações gerais: se a mineração for instalada a exploração de areia será nas planícies aluvionares do rio Mogi-Guaçu.	

Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	11,5	40,4
baixa	16,9	59,6

Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
baixo	0,1	0,3
moderado	14,4	50,9
muito alto	13,8	48,8

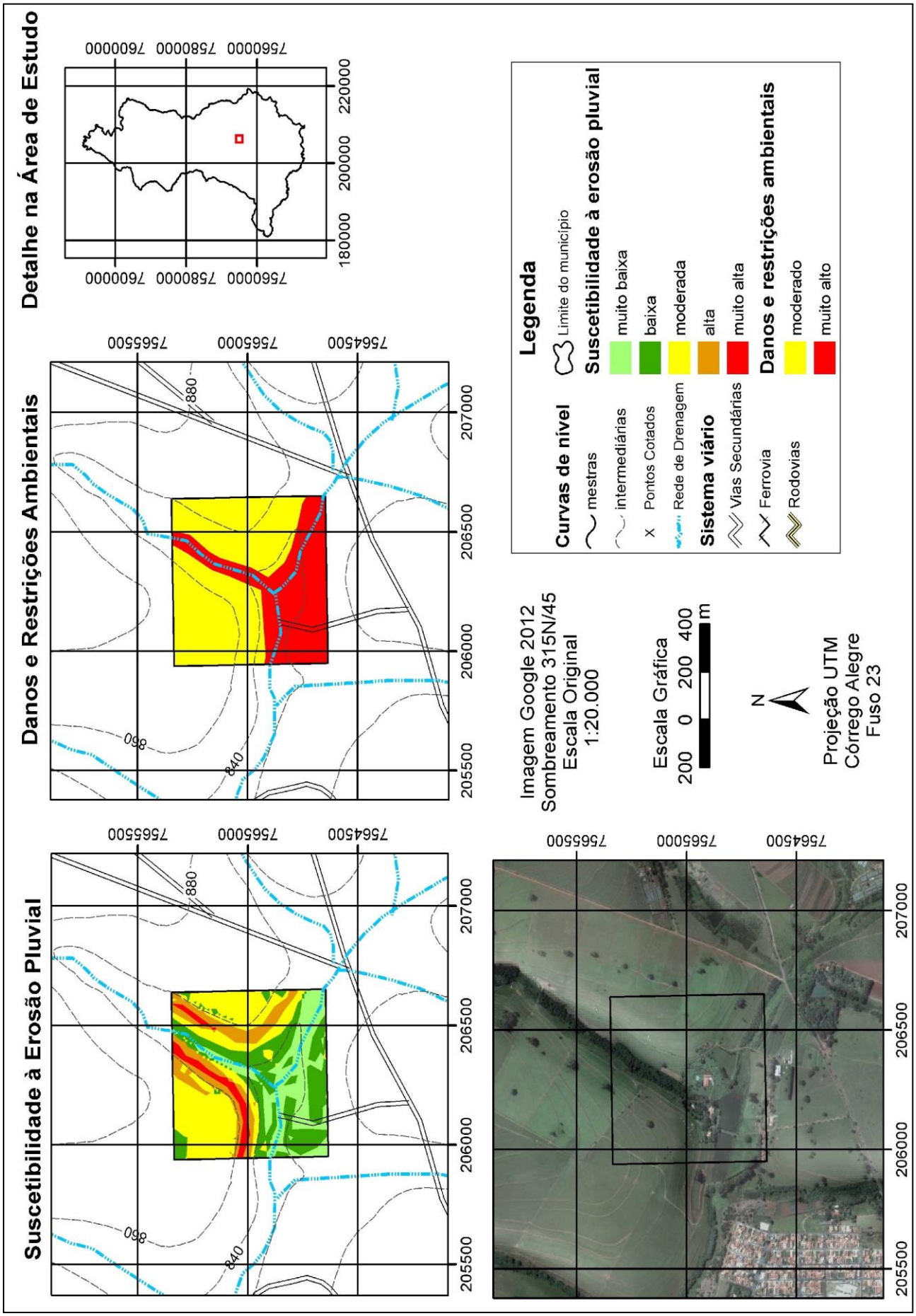


D. 43 - Santo Antônio Mineração Comércio e Transportes.

Nome: Sociedade Agropecuária São Carlos n° do ultimo processo: 820446 Legenda: autorização de pesquisa (Coordenadas) X: 206865 Substância: água mineral Situação: ativo		Foto: 24 Ano: 2006 Área (ha): 49,1 Y: 7564862 Uso: engarrafamento Data: 19/04/2013
Geologia:	( ) Aluviões (X) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia ( ) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa (X) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	(X) Latossolo Vermelho Amarelo ( ) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( ) Não OBS: um curso d'água de 1°ordem e um de 2°ordem		
Ponto de referência: estrada municipal Dr. Benjamin Lopes Osores		
Alterações/impactos ambientais: a mineração não está instalada. A área possui muito baixa a baixa suscetibilidade à erosão pluvial principalmente (46,6%) e moderado a muito alto danos e restrições ambientais.		
Passivos Ambientais: a mineração não está instalada.		
Observações gerais: a área possui solos de alteração do Itaqueri, areia com finos. A área localiza-se dentro de uma fazenda e está cercada.		

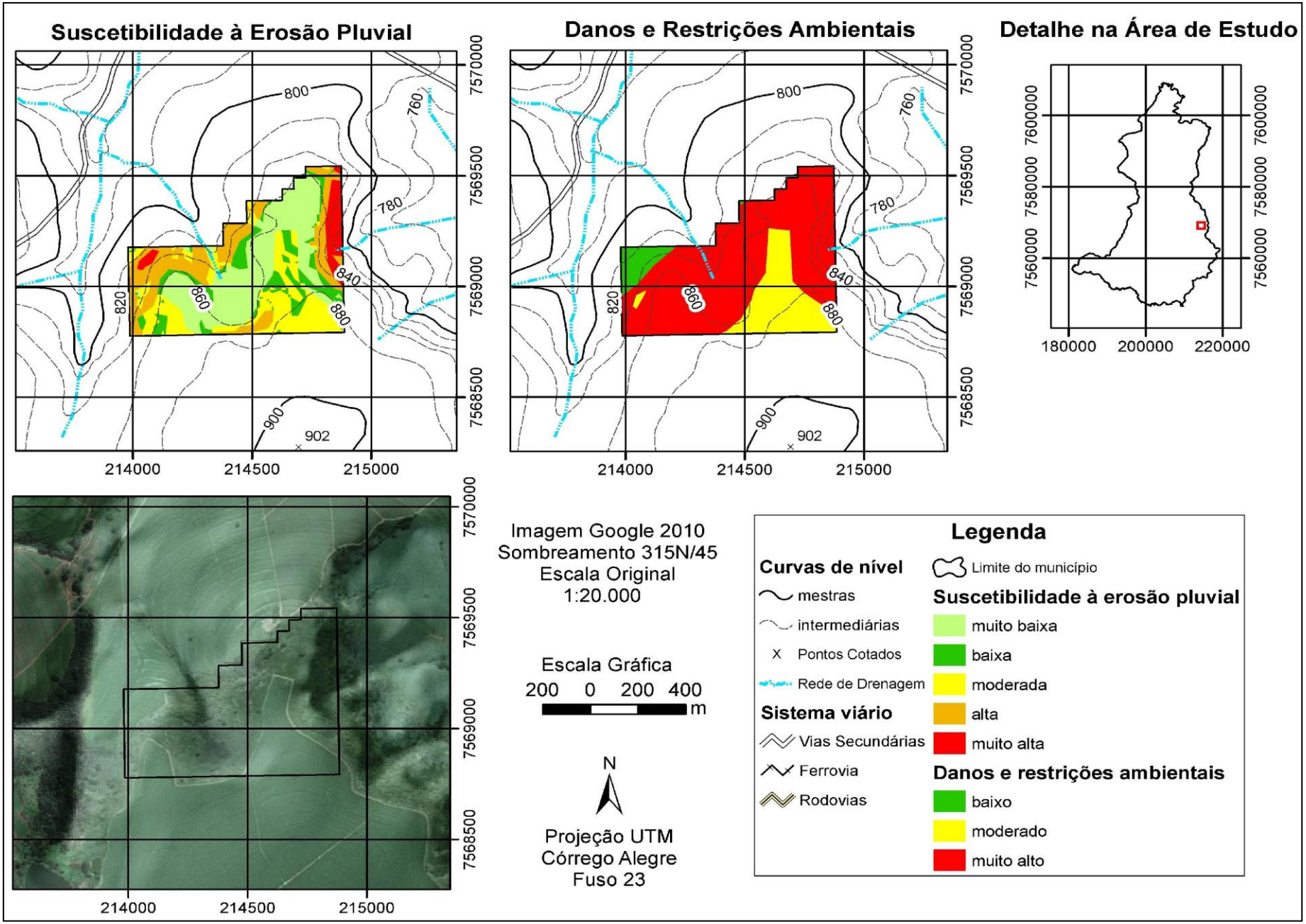
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	10,0	20,3
baixa	12,9	26,3
moderada	16,7	34,1
alta	7,1	14,5
muito alta	2,3	4,8

Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
moderado	31,0	63,1
muito alto	18,1	36,9



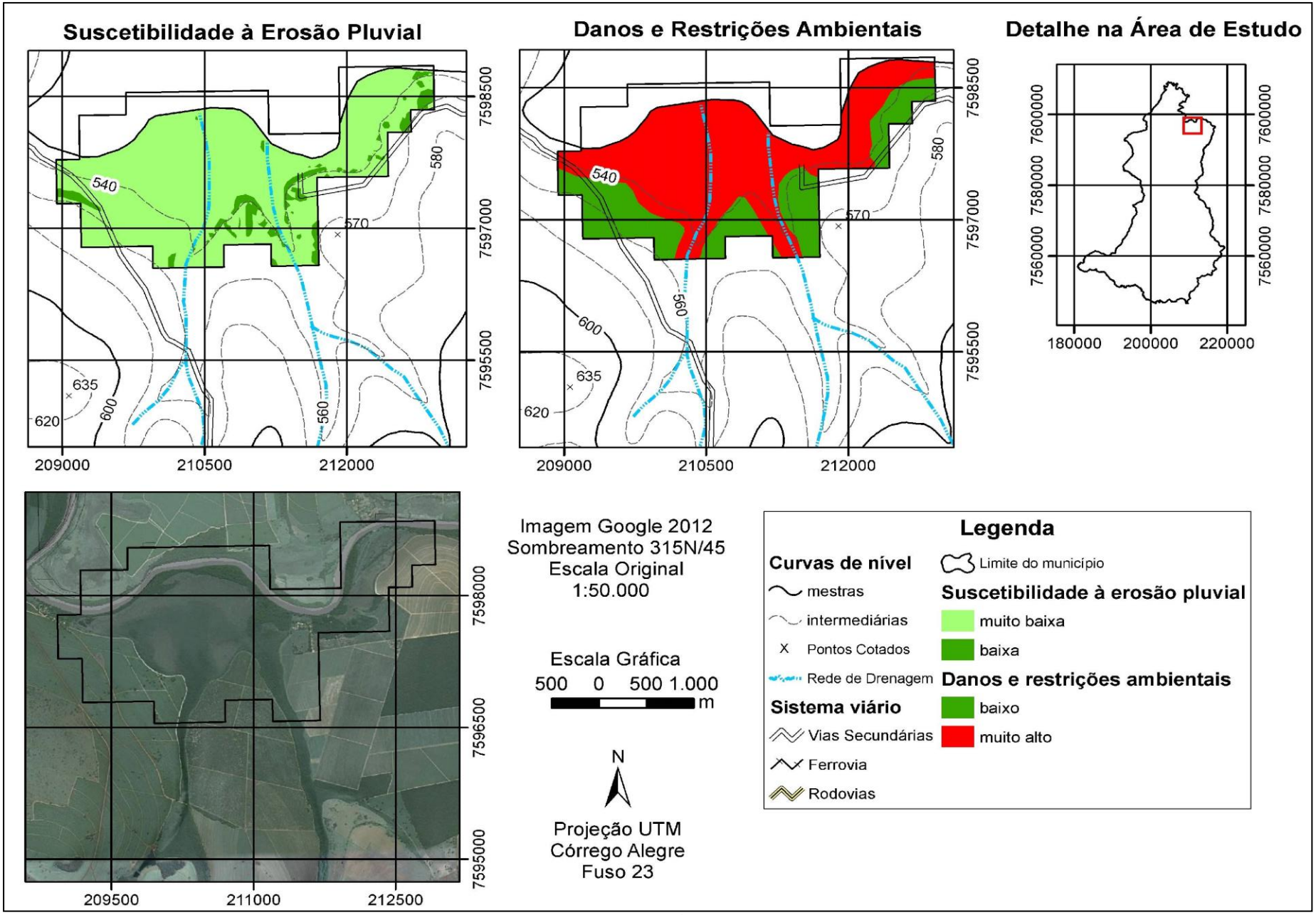
D. 44 - Sociedade Agropecuária São Carlos.

Nome: Tahiti Comércio de Agregados para a Construção Civil		Foto: 28
n° do ultimo processo: 820839		Ano: 2007
Legenda: requerimento de lavra		Área (ha):
(Coordenadas) X: 214800		Y: 7571028
Substância: basalto		Uso: brita
Situação: ativo		Data:09/05/2013
Geologia:	( ) Aluviões (X) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo (X) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico (X) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: dois cursos d'água de 1°ordem e suas nascentes		
Ponto de referência: próximo a fazenda Copacabana.		
Alterações/impactos ambientais: a mineração ainda não está instalada, porém a área requerida abrange uma apenas uma parcela da plantação de cana-de-açúcar e o restante são APPs e fragmentos de mata. Pensa-se se inviável, portanto a instalação da mesma. A área possui o predomínio de territórios com muito baixa e baixa suscetibilidade à erosão pluvial (48,8%).		
Passivos Ambientais: a mineração ainda não está instalada.		
Observações gerais: a área se encontra no meio da plantação de cana-de-açúcar.		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	17,4	36,1
baixa	6,1	12,7
moderada	10,5	21,9
alta	11,0	22,9
muito alta	3,1	6,4
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
baixo	3,0	6,2
moderado	9,6	19,9
muito alto	35,5	73,9



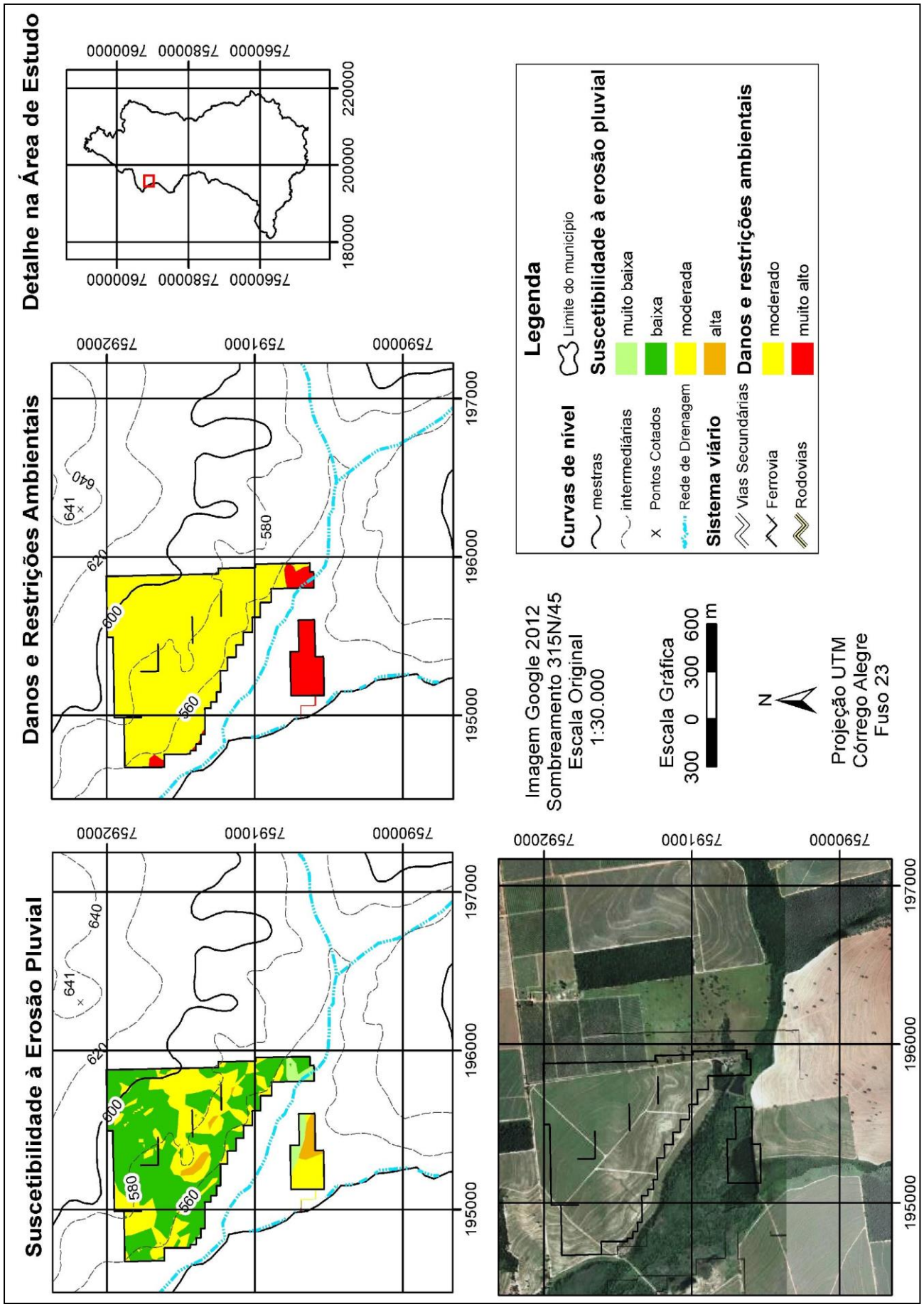
D. 45 - Tahiti Comércio de Agregados para a Construção Civil.

Nome: Transportadora Céu Rosa n° do ultimo processo: 820439 Legenda: licenciamento (Coordenadas) X: 211625 Substância: areia Situação: ativo		Foto: 17 Ano: 1994 Área (ha): 483,0 Y: 7597402 Uso: construção civil Data: 11/04/2013
Geologia:	(X) Aluviões ( ) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	(X) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa (X) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico (X) Solo Hidromórfico	(X) Latossolo Vermelho Amarelo (X) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: dois cursos d'água de 2°ordem e o rio Mogi-Guaçu		
Ponto de referência: ao final da estrada municipal Água Vermelha		
Alterações/impactos ambientais: a mineração não está instalada. A área requerida possui muito baixa suscetibilidade à erosão, porém uma porcentagem significativa quanto aos danos e restrições ambientais (69,2%). Caso seja instalada fará exploração as planícies aluvionares do rio Mogi-Guaçu. A maior parte da área é ocupada por APPs e fragmentos de mata que terão que ser suprimidos para a instalação da mineração.		
Passivos Ambientais: a mineração não está instalada.		
Observações gerais: não há continuação da estrada, ela termina no Pesqueiro do Caco e no Rancho Alvorada.		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	448,6	92,9
baixa	34,4	7,1
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	4,3	0,9
baixo	144,7	29,9
muito alto	334,0	69,2



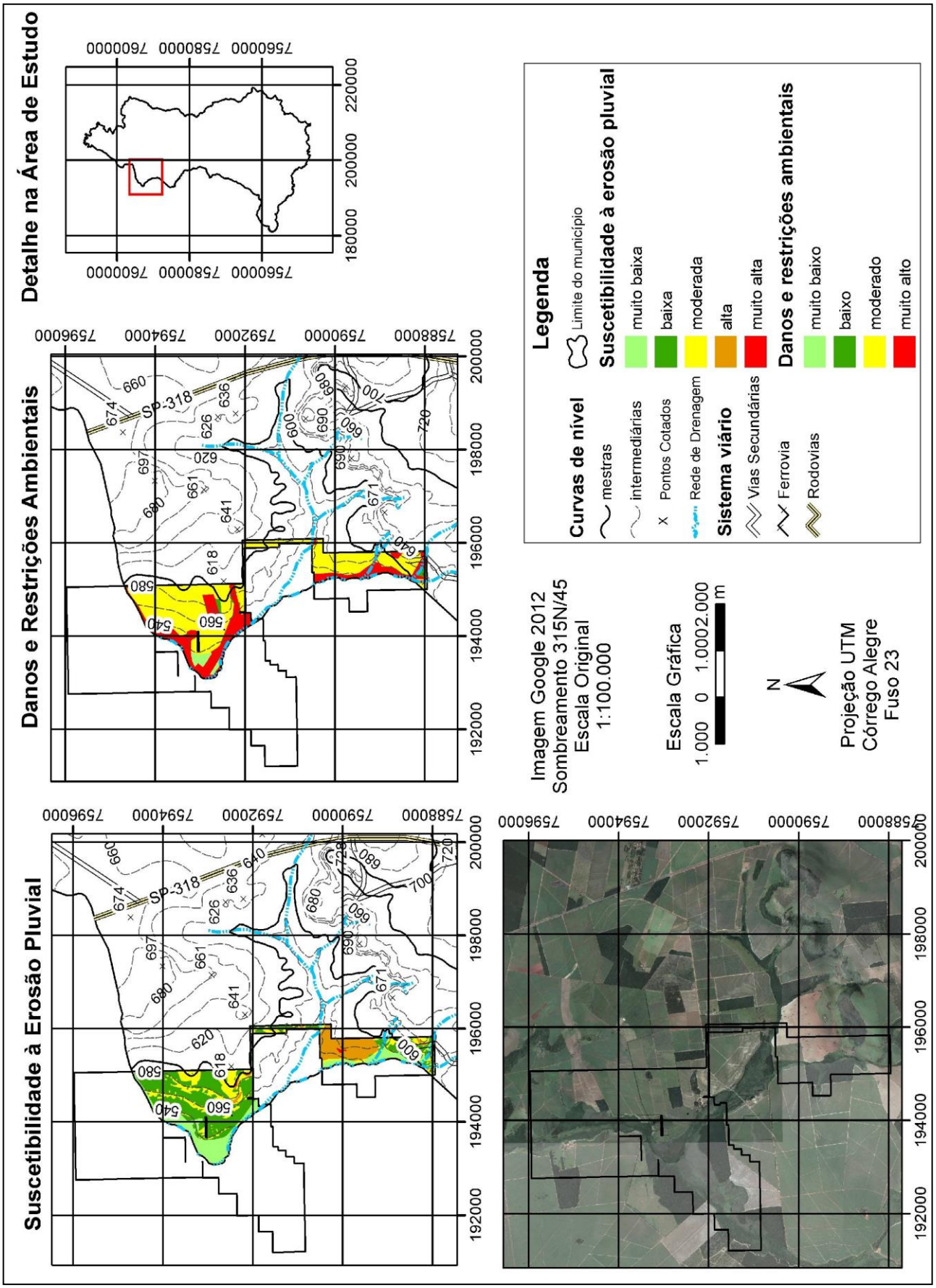
D. 46 - Transportadora Céu Rosa.

Nome: Vector Mineração n° do ultimo processo: 821051 Legenda: autorização de pesquisa (Coordenadas) X:* Substância: areia Situação: ativo		Foto: * Ano: 2011 Área (ha): 140,8 Y:* Uso: construção civil Data:*
Geologia:	( ) Aluviões ( ) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	(X) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico (X) Solo Hidromórfico	(X) Latossolo Vermelho Amarelo ( ) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? ( ) Sim (X)Não OBS:		
Ponto de referência: próximo a fazenda Santa Cândida.		
Alterações/impactos ambientais: a mineração ainda não está instalada.		
Passivos Ambientais: a mineração ainda não está instalada.		
Observações gerais:		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	34,2	24,3
baixa	63,4	45,0
moderada	39,9	28,3
alta	3,4	2,4
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	0,5	0,4
moderado	98,0	69,6
muito alto	42,2	30,0



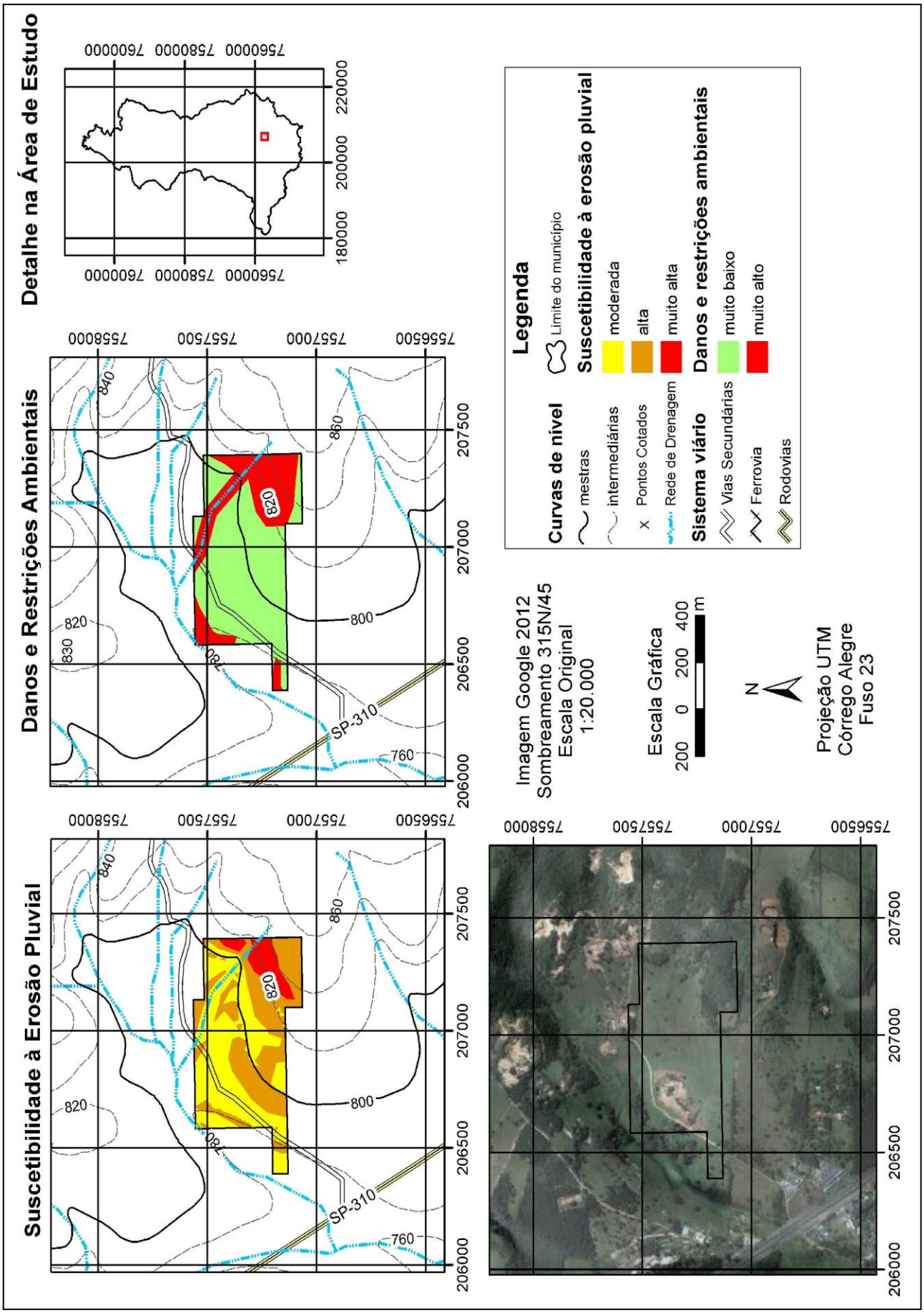
D. 47 - Vector Mineração A.

Nome: Vector Mineração n° do ultimo processo: 821174 Legenda: autorização de pesquisa (Coordenadas) X: 194823 Substância: argila Situação: ativo		Foto: 18, 19, 20 e 21 Ano: 2010 Área (ha): 559,1 Y: 7591742 Uso: industrial Data: 19/04/2013
Geologia:	( ) Aluviões ( ) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	(X) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico (X) Solo Hidromórfico	(X) Latossolo Vermelho Amarelo ( ) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: dois cursos d'água de 3°ordem		
Ponto de referência: próximo a fazenda Santa Cândida.		
Alterações/impactos ambientais: depósito de rejeitos, supressão da vegetação, ocorrência de bota-fora. Há erosões nas margens dos dois córregos (Portuguesa e Santa Cândida).		
Passivos Ambientais: a pilha de rejeito, os bota-foras e as erosões marginais podem se tornar passivos ambientais.		
Observações gerais: a exploração é feita em aluvião do Córrego dos Portugueses e Córrego Santa Cândida.		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	116,5	20,8
baixa	215,7	38,6
moderada	153,8	27,5
alta	71,5	12,8
muito alta	1,7	0,3
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	11,6	1,8
baixo	9,1	1,4
moderado	466,1	70,7
muito alto	172,4	26,2



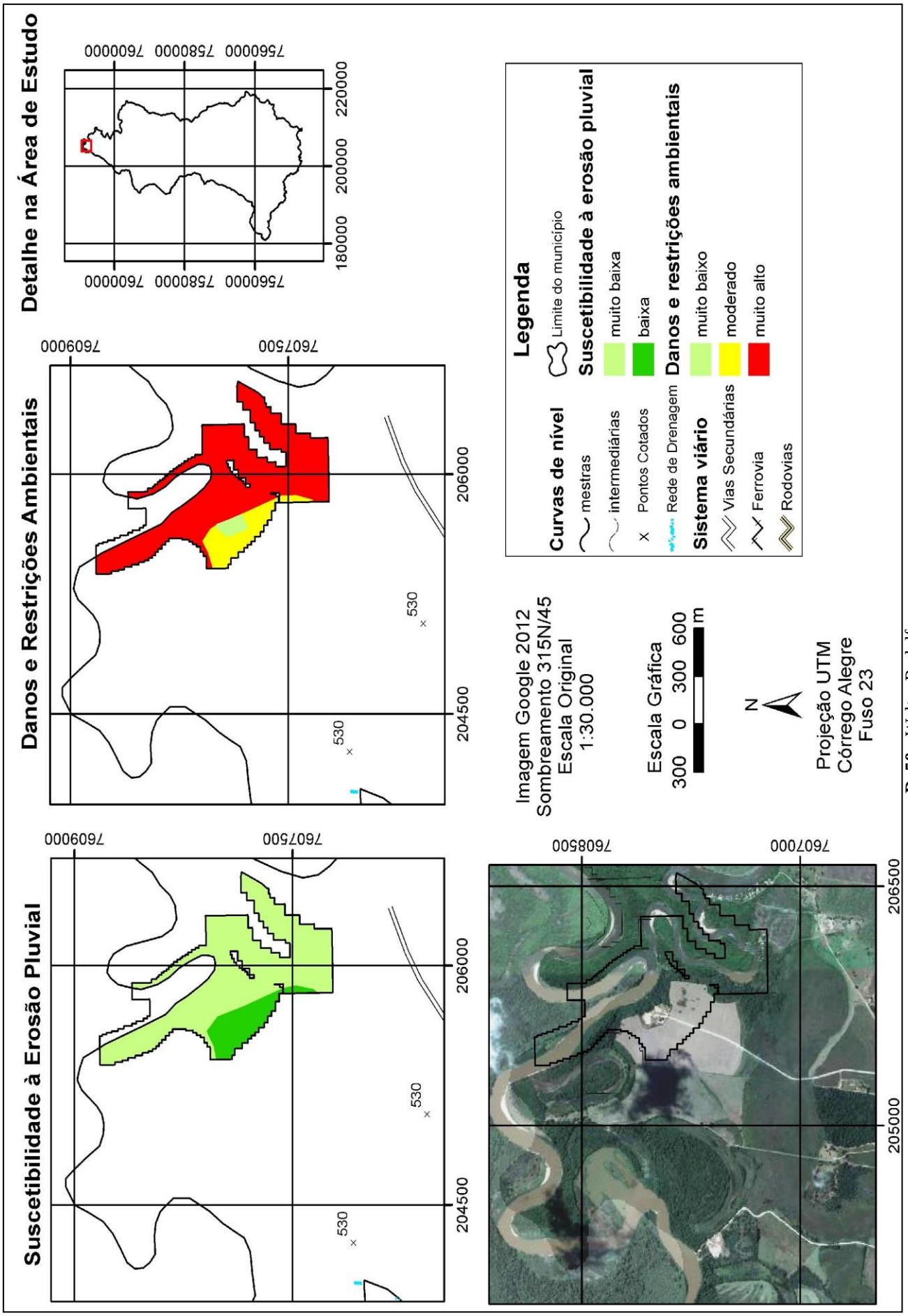
D. 48 - Vector Mineração B.

Nome: Waldemar Rodolfo da Silveira n° do ultimo processo: 821893 Legenda: requerimento de pesquisa (Coordenadas) X: 207010 Substância: basalto Situação: inativo		Foto: * Ano: 1998 Área (ha): Y: 7557574 Uso: não informado Data:09/05/2013
Geologia:	( ) Aluviões (X) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia (X) Formação Serra Geral
Solo:	(X) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro (X) Solo Litólico ( ) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo ( ) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: um curso d'água de 1°ordem.		
Ponto de referência: estrada municipal SCA-471.		
Alterações/impactos ambientais: houve alterações no relevo e supressão da vegetação. Com as visitas de campo notou-se que está área era utilizada como área de empréstimo de solo e parece não ter sido explorado basalto no local. Em relação aos processos erosivos a área possui de alta a muito alta suscetibilidade a erosão pluvial (57,3%) e também há uma porcentagem significativa para uma parcela desta área que possui muito alto danos potenciais e restrições ambientais (47,7%).		
Passivos Ambientais: a cava se tornou um passivo ambiental, estando hoje coberta por gramíneas.		
Observações gerais: há gado solto no local.		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
moderada	21,1	42,8
alta	22,7	46,0
muito alta	5,6	11,3
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	25,8	52,2
moderado	0,04	0,1
muito alto	23,5	47,7



D. 49 - Waldemar Silveira.

Nome: Walter Rodolfo n° do ultimo processo: 821061 Legenda: concessão de lavra (Coordenadas) X: 206605 Substância: areia Situação: ativo		Foto: 4, 5 e 6 Ano: 2000 Área (ha): 102,2 Y: 7607205 Uso: construção civil Data: 11/04/2013
Geologia:	(X) Aluviões ( ) Formação Itaqueri ( ) Formação Corumbataí	( ) Formação Botucatu ( ) Formação Pirambóia ( ) Formação Serra Geral
Solo:	( ) Areia Quartzosa ( ) Latossolo Vermelho Escuro ( ) Solo Litólico (X) Solo Hidromórfico	( ) Latossolo Vermelho Amarelo ( ) Latossolo Roxo ( ) Solo Podzólico ( ) Terra Roxa Estruturada
Há presença de cursos d'água? (X) Sim ( )Não OBS: o rio Mogi-Guaçu		
Ponto de referência: ao lado do Clube da Pesca Nova Grama.		
Alterações/impactos ambientais: a mineração já está instalada e faz exploração nas planícies aluvionares do rio Mogi-Guaçu. Existe um pátio de serviço, onde houve a supressão da APP do rio Mogi-Guaçu, utilizado para secagem da areia. Existem pontos de assoreamento a jusante da mineração. Em relação à suscetibilidade à erosão pluvial o empreendimento não possui muita preocupação, porém há muito alto dano potencial e restrições ambientais nesta área, devido à mata ciliar e a APP do rio Mogi-Guaçu.		
Passivos Ambientais: o pátio de serviço e os pontos de assoreamento podem ser tornarem passivos ambientais.		
Observações gerais: não é cercada.		
Erosão	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixa	91,1	89,2
baixa	11,0	10,8
Danos e restrição ambientais	**Área (ha)**	**Porcentagem (%)**
muito baixo	1,9	1,9
moderado	9,1	8,9
muito alto	91,2	89,3



D. 50 - Walter Rodolfo.