



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO – UFMT
ICET/FAET/FAMEV/IB/ICHS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS

**FUNCIONAMENTO HÍDRICO EM VERTENTE DE MICROBACIA
IMPACTADA POR EXPLORAÇÃO GARIMPEIRA,
NOVA MARILÂNDIA/MT**

Sandra Márcia Laet

Orientador: Prof. Dr. Fernando Ximenes de Tavares Salomão
Coorientador: Prof. Dr. Alexandre Silveira

Cuiabá-MT
Outubro/2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO – UFMT
ICET/FAET/FAMEV/IB/ICHS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS

Sandra Márcia Laet

**FUNCIONAMENTO HÍDRICO EM VERTENTE DE MICROBACIA
IMPACTADA POR EXPLORAÇÃO GARIMPEIRA,
NOVA MARILÂNDIA/MT**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT para obtenção do Título de Mestre em Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Ximenes de Tavares Salomão
Coorientador: Prof. Dr. Alexandre Silveira

Cuiabá-MT
Outubro/2009

FICHA CATALOGRÁFICA

L158f Laet, Sandra Márcia
Funcionamento hídrico em vertente de microbacia impactada por exploração garimpeira, Nova Marilândia/MT / Sandra Márcia Laet. – 2009.
xiv, 116 f. : il. ; color. ; 30 cm.

“Orientador: Prof. Dr. Fernando Ximenes de Tavares Salomão”.

“Coorientador: Prof. Dr. Alexandre Silveira”.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso, ICET/FAET/FAMEV/IB/ICHS, Pós-graduação em Recursos Hídricos, 2009.

Bibliografia: f. 106-110.

Inclui anexo.

1. Recursos hídricos – Mato Grosso. 2. Garimpo – Impacto ambiental. 3. Meio ambiente – Recuperação. 4. Vertente de microbacia – Exploração garimpeira . I. Título.

CDU – 504.45.058

Ficha elaborada por: Rosângela Aparecida Vicente Söhn – CRB-1/931

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
ICET/FAET/FAMEV/IB/ICHS
Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: FUNCIONAMENTO HÍDRICO EM VERTENTE DE MICROBACIA IMPACTADA POR EXPLORAÇÃO GARIMPEIRA, NOVA MARILÂNDIA/MT.

Autora: Sandra Márcia Laet

Orientador: Prof. Dr. Fernando Ximenes de Tavares Salomão
Coorientador: Prof. Dr. Alexandre Silveira

Comissão Examinadora:

Cuiabá 21 de outubro de 2009

Orientador: Prof. Dr. Fernando Ximenes de Tavares Salomão (Presidente)

Dra. Héli da Bruno Nogueira Borges (membro)

Prof. Dr. Antônio Brandt Vecchiato (membro)

Dedicatória

A Deus, pela oportunidade da vida.
Aos meus pais pelo amor e ensinamentos.

AGRADECIMENTOS

Á DEUS, pela minha existência e pela certeza de que nada acontece por acaso... agradeço ainda pela oportunidade de crescimento, assim como o grão de areia anguloso que burila suas arestas durante a caminhada.

A minha Família pela força de sempre e por acreditarem em meus sonhos, mesmo que isto signifique minha ausência.

A Wilson de Laet que fez germinar minha paixão e respeito pela terra e que nas suas andanças de garimpeiro que pude compartilhar me despertou para o mundo, obrigada.

Ao Programa de Pós-Graduação do curso em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Mato Grosso, pela oportunidade e aos professores, pelos conhecimentos transmitidos e respeito profissional.

À Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA/MT), pelo apoio na realização deste estudo, particularmente à Eliani Fachin e Héliida Bruno Nogueira Borges.

Ao professor Dr. Fernando Ximenes de Tavares Salomão, pela orientação e confiança no desenvolvimento desse trabalho especialmente pelo apoio para enfrentar mais este desafio.

Ao XIS (XMEN), pelas preciosas contribuições ao longo de minha vida profissional, por me ajudar compreender os caminhos das águas, sem ter receio de passar seus conhecimentos, sempre transmitidos com simplicidade e sabedoria...quisera eu ter tido a metade dos meus professores assim. A você amigo, minha gratidão.

A Thina Brito, pela incentivo, apoio e paciência durante os momentos mais difíceis na realização deste trabalho, onde a verdadeira amizade faz a diferença, obrigada.

À minha amiga Gislaine Soares (Gis), obrigada pelas sugestões, pela parceira durante os levantamentos de campo, pelas discussões na busca de soluções para as melhores propostas de recuperação da área de estudo, mas especialmente pela confiança, incentivo e amizade ao longo de tantos anos de trabalho.

À Shelma Lombardi Kato (Sócia), pela oportunidade de amizade desde os tempos de estudante, pelas boas risadas, pela família Kato e auxílio nas traduções deste estudo.

À minha amiga e irmã Mara Ferraz de longas caminhadas, muito obrigada pelo incentivo a enfrentar este desafio e pelo pensamento positivo, sempre.

A Eliana Célia, grande amiga que sempre encarou comigo e Gis as dificuldades nas atividades de recuperação, particularmente pelo trabalhos em Nova Marilândia.

A amiga Vera Plá, pelo apoio no tratamento de imagens e na busca de soluções para obtenção dos melhores resultados. Às amigas Luciana Estevan e Adelaine César pelas sugestões no uso do geoprocessamento e ao André G. pelo apoio na elaboração dos desenhos.

Aos amigos Schirlei Lara, Bernardete Aleknovic, Tata Magalhães, Márcio Martins e Joel Silva, por estarem imbuídos na minha luta e quase tão ansiosos quanto eu pela conclusão deste estudo.

Aos amigos de mestrado Soely Ovídeo e Décio Sielbert, pelas parcerias durante o curso e pela amizade que fortalece a cada dia e aos demais colegas pelo companherismo. Aos acadêmicos de geologia da UFMT, Roni e Dalila pelo apóio na coleta de solos em campo.

Aos colegas Ilton Batista Camilo e Wanderlei Fernandes, pelo apoio nos levantamentos topográficos das topossequência, e pela parceria na recuperação do P.G.

A Prefeitura de Nova Marilândia, em especial a José Aparecido dos Santos (ex. Prefeito), a Juvenal da Silva (Prefeito), ao “Coleguinha” (Secretário de Obras), Sebastião (Secretário de Finanças) que viabilizando recursos humanos e materiais para a implementação do projeto de recuperação entre SEMA e Prefeitura contribuíram para a realização deste estudo.

Ao Sr. Álvaro, sempre disposto e bem humorado e ao Crestiano, pela ajuda nas coletas de campo e abertura de trincheiras, mas especialmente pelos bons momentos de descontração. Ao Seu Walter (Buiú), Marcos (Coleguinha) e ao Seu Álvaro pelas informações valiosas sobre a atividade garimpeira desenvolvida no córrego Pau Grosso. Ao Sr. Cornélio e sua família, por permitir a realização deste estudo em sua propriedade.

Ao colega Luciédio Lisboa, Gerente do Setor de Transporte da SEMA pelo apoio na realização dos levantamentos de campo.

A L. Cristina, L. Maria, Brigitte, Belluce, Badeco, Jorginho, Arnald, Alegria, Charles, Jolie, Cisse e Jonhy pelo carinho incondicional em todos os momentos, dando força em cada etapa vencida.

Ao meu amigo AG, que posso dizer ser um enviado de DEUS pra me guiar, um verdadeiro anjo de guarda, me apoiando, incentivando...contribuindo com idéias e soluções. Incansável em todos os momentos a qualquer hora sempre disposto a trocar idéias, a você amigo minha eterna gratidão.

E finalmente, agradeço a Maria dos Reis que me ensinou que os melhores resultados são atingidos quando trabalhamos em equipe, portanto, o meu muito obrigada a todos aqueles que colaboraram direta ou indiretamente para a realização deste estudo.

RESUMO

O estado de Mato Grosso teve na exploração mineral por atividade garimpeira a alavanca para seu desbravamento, gerando, entretanto, significativos impactos ambientais, principalmente nos cursos d'água, com a introdução da mecanização, promovendo a desorganização do funcionamento hídrico, poluição e intensificação dos processos erosivos e de assoreamento, como observado em cursos d'água da Bacia do Alto Paraguai que afluem para o Pantanal Matogrossense. Constituiu objetivo desta dissertação de mestrado a interpretação do funcionamento hídrico de duas vertentes, uma impactada e outra não impactada por atividades garimpeiras, por meio de topossequências, e a interpretação das alterações ambientais de maneira a subsidiar práticas de recuperação de áreas degradadas. Para tal, foram interpretadas imagens de satélite e fotografias aéreas de alta resolução e realizados levantamentos em campo, envolvendo o estudo das coberturas pedológicas e dos ambientes alterados sob a ótica da morfopedologia, permitindo a representação cartográfica das duas topossequências e análise comparativa do funcionamento hídrico e dos impactos ambientais, além do mapeamento e caracterização dos ambientes alterados. Concluiu-se pela existência na microbacia impactada pela exploração garimpeira de severas alterações do funcionamento hídrico e dos ambientes naturais do fundo do vale, que necessitam de ações de recuperação para que o curso d'água garanta sua perenidade.

Palavras-chave: atividade garimpeira, funcionamento hídrico, topossequência, recuperação ambiental.

ABSTRACT

The state of Mato Grosso had in the mineral exploration for gold mining the lever to its clearing, causing, however, significant environmental impacts, especially in courses of the water, with introduction of the mechanization and promoting disruption in the functioning of the water system, pollution and intensification in the erosive and sedimentation process, as observed in the courses of the water in Alto Paraguay Basin that flow toward to Pantanal of Mato Grosso. The objective of this master degree thesis is the interpretation of the functioning water in two hillsides, one impacted and other non-impacted by gold mining activities through toposequence, as well as the interpretation of environmental disturbance in order to support practices regenerating the degraded areas. To this end, have been interpreted satellite images and aerial photographs of high resolution, were also conducted surveys in the field involving studies of pedological covering and disturbed environments under the perspective of morphopedological characteristics, allowing the mapping of the two toposequences and their comparative interpretation of the functioning water and the environmental impacts, in addition to mapping and characterization of disturbed environments, and has been concluded that in the microbasin impacted by gold mining there is severe disturb in functioning water and natural environments in the bottom of the valley, that require recovery actions to ensure the perennial streams survival.

Keywords: gold mining activity, functioning water, toposequence, environmental regeneration

LISTA DE FIGURAS

1. Localização da sub-bacia do rio São Francisco e área de estudo.	27
2. Sub-bacia do rio São Francisco. Imagem DigitalGlobe - Fonte: Google Earth Pro – 2008.	28
3. Detalhe do pacote de cascalho original, mal selecionado, composto predominantemente por seixos subarredondados a arredondados de quartzo, quartzito e arenitos.	30
4. Arenitos feldspáticos com estratificações cruzadas.	31
5. Planalto Dissecado dos Parecis e ao fundo a Chapada dos Parecis.	32
6. Divisor de águas das microbacias dos córregos Barro Preto e Pau grosso.	34
7. Ambiente degradado por garimpo: (a) Coleta, homogeneização e quarteamento de material em ambiente de areia e cascalho. (b) Coleta de material em ambiente de cascalho.	37
8. Beneficiamento do material coletado: (a) Peneiramento para separação da fração areia e cascalho (b) Secagem do material para separação granulométrica.	38
9. Localização das topossequências nas microbacias dos córregos Barro Preto e Pau Grosso. Imagem DigitalGlobe - Fonte: Google Earth Pro - 2008.	39
10. Área de garimpo manual clandestino situado no córrego Barro Preto. (a) Detalhe do material de coloração escura. (b) Material arenoso e escuro depositado sobre o cascalho diamantífero.	41
11. Material arenoso com presença de matéria orgânica.(a) Material arenoso de coloração escura, de ocorrência “in situ” às margens do córrego Pau Grosso, sob rejeito de dragagem.(b) Rejeito proveniente de dragagem, depositados no fundo do vale, cores variadas, com destaque para o material de cor escura.	41
12. Método de implantação das tradagens em uma vertente (BOULET, 1988).	43
13. Execução de sondagens a trado para identificação dos solos e posicionamento do freático.	44
14. Leitura com nível de precisão para levantamento topográfico.	46
15. Lavra manual do cascalho diamantífero, detalhe da separação do material mineralizado pronto para a lavagem - lavra recente.	48
16. Equipamento denominado “mariquinha” utilizado para separação granulométrica – lavra abandonada.	49
17. Detalhe dos seixos e blocos separados manualmente. (a) Bloco com cerca de 15 cm. (b) Seixos e blocos “amontoados” manualmente.	50
18. Área degradada pela extração de diamante por meio de dragagem, rio São Francisco - Nova Marilândia/MT. Imagem DigitalGlobe – Fonte: Google Earth Pro -2008.	51
19. Ambiente degradado por garimpo na microbacia do Córrego Pau Grosso.	52
20. Detalhe do leito anastomosado do córrego Pau Grosso. Imagem DigitalGlobe. Fonte Google Earth Pro -2008.	52
21. Diferentes ambientes existentes na microbacia do córrego Pau Grosso.	54
22. Distribuição dos ambientes degradados na microbacia do córrego Pau Grosso.	54
23. Na parte superior, área não degradada por garimpo (pastagem), abaixo áreas de ambiente com domínio de cascalho e areia/cascalho (secos e úmidos) e cavas. Imagem DigitalGlobe – Fonte: Google Earth Pro – 2008.	55
24. Ambientes degradados mapeados com base na interpretação de imagens de alta resolução.	55

25. Ambiente de cascalho e areia: (a) Depósito de cascalho (<i>rabo de bica</i>) proveniente da dragagem.(b) Perfil da trincheira mostrando intercalação de material arenoso de cores variadas, por vezes indicando a presença de material mais fino nos tons mais escuros.	56
26. Pilha de cascalho. Detalhe do contato nítido entre as frações mais grosseiras onde predomina o cascalho, com ausência de vegetação com as frações de areia / cascalho, com gramíneas.	57
27. Pilhas de cascalho dispostos aleatoriamente no terreno.	57
28. Ambiente de areia e cascalho: Detalhe para o escoamento da água de chuva armazenada neste ambiente fluindo para a drenagem. Observa-se ainda o estabelecimento de vegetação na base do depósito.	59
29. Ambiente de areia. (a) No ambiente de areia a topografia é em geral plana. (b) Abertura de trincheira para caracterização do material	60
30. Ambiente de vegetação em regeneração situada na cabeceira do córrego Pau Grosso. Imagem DigitalGlobe – Fonte: Google Earth Pro -2008.	61
31. (a) e (b). Fragmento de vegetação na cabeceira do Córrego Pau Grosso.	62
32. Área de preservação permanente do córrego Pau Grosso com ocorrência de vários ambientes com destaque para a areia úmida junto às margens.	63
33. Ambiente de Areia úmida (Au), ao fundo temos a cava, próxima a nascente: (a) Área que recebeu a deposição de material fino proveniente da dragagem. (b) Perfil da trincheira mostrando intercalação da deposição de argila e areia.	64
34. Ambiente de areia úmida, com detalhe para a vegetação marcando o limite da areia seca com a areia úmida.	64
35. Fundo de vale do córrego Pau Grosso. (a) e (b) leito atual totalmente assoreado por rejeito da garimpagem.	65
36. Ambiente de cava (CVU). (a) Dragagem no fundo do vale com a formação de cavas.(b) Cava interligada ao canal de drenagem atual do córrego Pau Grosso.	66
37. Ambientes resultantes da degradação ambiental. Detalhe para o ambiente SFU.	67
38. Ambiente de Sedimentos Finos (SFU): (a) Deposição de sedimentos finos, sendo carregados para dentro da cava. (b) As cores variadas indicam as varias deposições do material.	68
39. Topossequência em vertente do córrego Barro Preto - Nova Marilândia/MT. Imagem DigitalGlobe - Fonte: Google Earth Pro – 2008.	69
40. Topossequência do córrego Barro Preto - porção média a inferior da vertente.	71
41. Representação da topossequência do córrego Barro Preto - porção inferior da vertente.	72
42. (a) Vista do setor intermediário e de baixa vertente. (b) Sondagem St5, com solo de cor amarela avermelhado.	73
43. (a) Vista do trecho topograficamente mais elevado com domínio de solo orgânico. (b) Em primeiro plano área brejosa (solo orgânico) e ao fundo, área onde predomina os Neossolos Quartzarênicos hidromórficos (mais elevado topograficamente).	74
44. Córrego Barro Preto na base da topossequência.	75
45. Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos. (a) Sondagem St9 realizada as margens do córrego Barro Preto. (b) Sondagem St8, com horizonte A, com cerca de 12 cm, apresentando textura arenosa e matéria orgânica.	76
46. Perfil solo situado no topo da vertente. Destaque da morfologia do relevo em cobertura de Neossolo Quartzarênico.	77

47. Perfil do solo realizado no setor intermediário da vertente. Detalhe da morfologia do relevo em direção ao fundo do vale.	78
48. Perfil do solo e morfologia do relevo em cobertura de Neossolo Quartzarênico.	79
49. Local da tradagem ST1 e perfil do solo da TR4 em Neossolo Quartzarênico Hidromórfico.	80
50. Perfil do solo com o afloramento do nível d'água, com detalhe para a amostra do trado.	81
51. Detalhe do relevo e vegetação da área brejosa onde ocorrem os Organossolos.	81
52. Topossequência Córrego Pau Grosso – Nova Marilândia / MT. Imagem DigitalGlobe-Fonte Google Earth Pro -2009.	85
53. Detalhe da disposição dos rejeitos e morfologia da vertente, onde é nítida a existência de gramínea nos ambientes mais arenosos.	86
54. Topossequência hipotética original – Córrego Pau Grosso	87
55. Topossequência córrego Pau Grosso.	88
56. (a) Detalhe da morfologia da vertente. (b) Perfil do solo realizado no setor intermediário da vertente.	92
57. (a) e (b) Talude formado pela dragagem do solo situado sobre o cascalho diamantífero. Detalhe da espessura do Neossolo Quartzarênico.	93
58. (a) Perfil do material de cobertura proveniente da deposição de rejeito da dragagem sobre cascalho original. (b) Material areno argiloso sob o cascalho original composto por areia muito fina com presença de plintita e gleização, indicando a presença do freático.	94
59. (a) e (b) Ambiente de areia, com níveis de cascalho. As cores mais amarronzadas são compostas por sedimentos mais finos.	95
60. Detalhe das áreas temporariamente úmidas. (a) Vista do “canal” de escoamento das águas de montante, inserido abaixo do banco de cascalho (b) Detalhe do relevo.	96
61. Ambiente temporariamente úmido. (a) Material heterogêneo, composto por cascalho e material areno argiloso. (b) Detalhe da umidade nos primeiros 5 cm.	96
62. Ambiente de areia seca. (a) Áreas geralmente planas e próximas a drenagem. (b) Detalhe do perfil da trincheira, onde as cores e variação granulométrica indicam alternância na deposição dos sedimentos.	97
63. Cascalho depositado as margens do córrego Pau Grosso.(a) Cascalho paralelo ao ambiente de areia (b) Perfil do material de cobertura onde predomina cascalho. Mesmo próximo a drenagem, devido a granulometria existente, ocorre o impedimento da regeneração da vegetação.	98
64. Esquema da migração dos sedimentos mais finos e infiltração das águas de chuva.	100

LISTA DE QUADROS

1. Roteiro metodológico proposto por Salomão (1994) adaptado de Ab' Saber (1969).	21
2. Coluna litoestratigráfica da região da área de estudo. Fonte: Zoneamento Socioeconômico Ecológico de Mato Grosso – ZSEE/MT (2008).	29
3. Classificação granulométrica dos sedimentos clásticos. Fonte: Wenteworth (1922), in: Suguio (1973).	38
4. Características físico e química da topossequência córrego Barro Preto.	84

SUMÁRIO

	Pág.
Resumo.....	viii
Listas de Figuras.....	x
Lista de Quadros.....	xii

Conteúdo

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1. Morfopedologia e Funcionamento Hídrico	16
2.2 . Recuperação, Reabilitação e Restauração de Áreas Degradadas	24
2.2.1. Recuperação	25
2.2.2. Reabilitação	26
2.2.3. Restauração	26
2.3. Caracterização Geral da Área de Estudo	27
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	35
3.1. Definição e Mapeamento dos Ambientes Gerados pela Atividade Garimpeira.....	36
3.2. Seleção das Vertentes para o Estudo de Topossequências	39
3.2.1 Estudo das Topossequências	42
3.2.1.1 Locação das trincheiras e das sondagens a trado.....	42
3.2.1.2. Caracterização do Comportamento Hídrico	44
3.2.1.3. Coleta de amostras	45
3.2.1.4. Levantamento Topográfico.....	45
3.2.1.5. Representação Gráfica	46
3.3. Análise e Interpretação dos Dados	47
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.1. Ambientes Resultantes da Degradação por Garimpo	47
4.1.1. Formas de Garimpagem	48
4.1.2. Caracterização dos Ambientes Resultantes das Atividades Garimpeiras	51
4.1.2.1 Compartimento de Ambientes Secos.....	56

4.1.2.1.1 Ambiente CS (Cascalho).....	56
4.1.2.1.2. Ambiente ACS (Areia/ Cascalho Seco).....	58
4.1.2.1.3. Ambiente AS (Areia Seca).....	59
4.1.2.1.4. Ambiente ARES (Área com vegetação em regeneração).....	61
4.1.2.2. Compartimento de Ambientes Úmidos	62
4.1.2.2.1. Ambiente AU (Areia Úmida).....	63
4.1.2.2.2. Ambiente ACU (Areia / Cascalho Úmido).....	65
4.1.2.2.3. Ambiente CVU (Cavas).....	66
4.1.2.2.4 Ambiente SFU (Sedimentos Finos Úmidos).....	66
4.2. Caracterização das Coberturas Pedológicas	68
4.2.1. Topossequência do Córrego Barro Preto.....	68
4.2.1.1. Volumes Pedológicos	69
4.2.1.2. Descrição das Trincheiras.....	77
4.2.1.3. Caracterização do Comportamento Hídrico da Vertente – Córrego Barro Preto	82
4.2.2. Topossequência do Córrego Pau Grosso.....	85
4.2.2.1. Volumes Pedológicos e Rejeitos da Garimpagem.....	86
4.2.2.2. Descrição das Trincheiras.....	92
4.2.2.3. Caracterização do Comportamento Hídrico da Vertente – Córrego Pau Grosso	99
4.3. Síntese das Alterações do Funcionamento Hídrico.....	101
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	103
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106
ANEXO I.....	111
MAPA DOS AMBIENTES RESULTANTES DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL	112
ANEXO II	113
FICHA DE ENTREVISTA	114
ANEXO III.....	115
RELAÇÃO DOS ENTREVISTADOS.....	116

1. INTRODUÇÃO

A descoberta de diamante em Mato Grosso, mais especificamente na “Província do Alto Rio Paraguai” ocorreu por volta de 1728, no ribeirão do ouro, afluente do rio Diamantino (SETÚBAL, 1983 *apud* BARROZO; PASCA, 1994) ¹. Neste período, por determinação da Coroa Portuguesa todas as lavras diamantíferas descobertas no Brasil, com exceção das lavras do Arraial do Tijuco, atual Diamantina/MG, foram fechadas e só reabriram no início do século XIX.

Ao longo de todos esses séculos de exploração, particularmente nas últimas décadas a Província Diamantífera do Alto Paraguai, situada a cerca de 300 km da atual capital, Cuiabá, adquiriu um passivo ambiental de cerca de 12.500 ha (METAMAT e FEMA, 1996) de áreas impactadas pela atividade garimpeira, localizadas ao longo dos cursos d’água.

Dentre as drenagens mais impactadas na região destacam-se as dos córregos São Pedro, Lajinha, Santo Antônio, Pau Grosso e Barro Preto e dos rios São Francisco, Areias, Maria Joana, Santana e rio Paraguai, importantes formadores do Pantanal de Mato Grosso, reconhecido como Reserva da Biosfera Mundial.

Nessas áreas o desequilíbrio hídrico dos canais dos cursos d’água onde se concentrou a atividade de exploração mineral é evidente, com um quadro crítico de erosão e assoreamento e comprometimento da biota, inviabilizando estas drenagens para usos futuros.

Nesse contexto, selecionou-se como área de estudo a microbacia do córrego Pau Grosso, pertencente à sub-bacia do rio São Francisco, representativa dos impactos da atividade garimpeira na região do alto rio Paraguai, cujo início da extração ocorreu no ano de 1959, de forma manual e com equipamentos rudimentares, até o começo da década de 70.

Época em que foram introduzidas as primeiras dragas (METAMAT e FEMA, 1996), responsáveis pela ampliação significativa dos impactos ambientais desde sua cabeceira até a foz, numa extensão de cerca de 5.600 m.

Os estudos realizados tiveram por objetivo principal a interpretação do funcionamento hídrico de vertentes por meio de topossequência, envolvendo investigações das características morfológicas da cobertura pedológica e posicionamento do aquífero freático com base na

¹ SETÚBAL, P. O ouro e Cuiabá. Companhia Editora Nacional, 7ª edição. São Paulo, 1983.

metodologia da análise estrutural do solo (BOULET, 1988; SALOMÃO, 1994, 2007), identificando-se as alterações ambientais ocasionadas pela atividade garimpeira.

Os objetivos específicos dessa dissertação envolvem: a determinação e caracterização morfológica dos ambientes alterados pela exploração garimpeira e a elaboração de duas topossequências em vertentes representativas, sendo uma realizada em ambientes alterados pela exploração garimpeira e outra em ambiente não alterado pelo garimpo, selecionando-se uma área não degradada na microbacia do córrego Barro Preto, com características similares para efeito de comparação.

Por hipótese de trabalho admitiu-se que em microbacia degradada pela atividade garimpeira, existem diferentes ambientes, com funcionamentos hídricos específicos, os quais podem ser interpretados com a utilização da abordagem morfopedológica embasada no estudo de topossequência (BOULET, 1988; QUEIROZ NETO et al., 2002; SALOMÃO, 1994, 2007; CASTRO; SALOMÃO, 2000; SOARES DA SILVA 2007).

Os ambientes formados pela atividade garimpeira foram caracterizados de maneira a subsidiar a proposição de ações de recuperação de áreas degradadas por mineração de diamante no Mato Grosso, bem como, subsidiar a proposição de legislação específica.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Morfopedologia e Funcionamento Hídrico

Tendo por base a abordagem morfopedológica através da análise da estrutura dos solos ao longo da vertente (topossequência) como metodologia para alcançar os objetivos propostos neste estudo, considerou-se importante para nortear os trabalhos à descrição dos pressupostos teóricos do estudo da paisagem até o nível de vertente. Buscando nesse sentido a compreensão da evolução do conceito de fisiologia da paisagem, para posteriormente descrever os estudos propostos por Boulet (1988) para a análise estrutural da cobertura pedológica e compreensão dos processos da dinâmica superficial e subsuperficial (funcionamento hídrico).

O conceito de paisagem acumula ao longo dos tempos inúmeras polêmicas entre os diversos pesquisadores, envolvendo uma grande diversidade de conteúdos e significados, demonstrando a complexidade deste conceito tratado pelas várias correntes na geografia, e concebido em um determinado contexto histórico e cultural (VITTE, 2007).

Para Vitte (2007) e Caseti (2001) o conceito de paisagem foi instrumentalizado por meio das noções de georelevo desenvolvidas pelas obras de Passarge (1922 *apud* Caseti, 2001)², tendo como eixo a fisiologia da paisagem. Tais estudos contribuíram para a compreensão dos processos genéticos e estruturadores da paisagem, permitindo o estabelecimento de uma “hierarquia entre as paisagens, passando do nível local ao zonal”.

Complementando esta pesquisa Martinelli e Pedrotti (2001) afirmam que na década de 60 do século XX a paisagem deixa de ser reconhecida como “entidade intrinsecamente subjetiva” assumindo o caráter científico, “deixando de ser o que se vê”, graças à contribuição de Bertrand (1968), fundamentada na concepção sistêmica, definida como:

[...] “uma porção do espaço caracterizada por um tipo de combinação dinâmica, portanto instável, de elementos geográficos diferenciados – físicos, biológicos e antrópicos – que ao atuar dialeticamente entre si, fazem da paisagem um conjunto geográfico indissociável, que evolui em bloco, tanto sob os efeitos das interações entre os elementos que o constituem, como sob o efeito da dinâmica própria de cada um dos seus elementos considerados separadamente” (BERTRAND, 1968).

Neste sentido, Nascimento e Sampaio (2005) descrevem que o conceito de paisagem aproxima-se do conceito de geossistemas introduzido por Sothava (1978), que os define como sendo: “sistemas naturais, de nível local, regional ou global, nos quais o substrato mineral, o solo, a comunidade de seres vivos, a água e massas de ar são interconectadas pelas trocas de matéria e energia, em um só conjunto”.

Abordando o conceito de fisiologia da paisagem Ab’Saber (1969) descreve a paisagem como sendo: o resultado de uma interação entre os processos passados e atuais, cujos processos passados foram responsáveis pela compartimentação regional da superfície e os atuais pela dinâmica recente das paisagens.

Sánchez (1991, *apud* VASCONCELOS, 1998)³ adapta os conceitos propostos por Erhart (1956), Bertrand (1968) e Tricart (1965), definindo paisagem como “o espaço que percebemos e somos capazes de mapear, sendo uma conformação de geofomas, solos, comunidades biológicas e atividades humanas, que pode ser explicada em diferentes graus de detalhamento conforme o nível de percepção adotado em cada estudo”.

No Brasil os estudos sobre paisagens naturais descritas por Ab’Saber (1969), promoveram uma renovação metodológica e instrumental nas pesquisas geomorfológicas desenvolvidas no país (VITTE, 2007; SILVEIRA, 2008).

²PASSARGE. Die landschaftsguertel der Erde. Breslau, Ferdinand Hirt, 1922.

³SÁNCHEZ, R. O. Bases para o ordenamento ecológico-paisagístico do meio rural e florestal. Cuiabá, MT. Zoneamento Agroecológico. Fundação de Pesquisa Cândido Rondon. 142p., 1991.

Ab'Saber (1969), reunindo os principais objetivos e enfoques que caracterizam a geomorfologia contemporânea descreve três níveis de tratamento, que considerou fundamental nas pesquisas geomorfológicas, citados no artigo “Um Conceito de Geomorfologia a Serviço das Pesquisas Sobre o Quaternário”.

O primeiro nível refere-se à **Compartimentação Topográfica Regional** que compreende a caracterização e descrição dos diferentes níveis topográficos e das formas do relevo, apresentando importância direta para o planejamento do processo de ocupação, sendo importante para subsidiar e mesmo definir os diferentes graus de risco e forma de uso e ocupação.

O segundo nível condiz a **Estrutura Superficial da Paisagem**, propondo o levantamento das informações sobre a estrutura superficial da paisagem em função dos acontecimentos morfogenéticos e pedogenéticos. Constituinte importante elemento na definição do grau de fragilidade do terreno, sendo responsável pelo entendimento histórico da sua evolução comandada pelos elementos do clima considerando sua posição em relação aos níveis de base atuais, vinculados ou não a ajustamentos tectônicos.

Cassetti (2001) relata que a **fisiologia da paisagem**, terceiro nível de abordagem descrito por Ab'Saber (1969), tem por objetivo “entender os processos morfoclimáticos e pedogênicos atuais”, inserindo-se na análise o homem como sujeito modificador. A ação humana “normalmente tem respondido pela aceleração dos processos morfogenéticos, com a formação dos depósitos tecnogênicos, abreviando a atividade evolutiva do modelado, refletindo diretamente no comportamento do relevo”

Embora a fisiologia da paisagem centre atenção no momento histórico atual, não deixa de levar em consideração os resultados dos mecanismos associados ao tempo geológico, responsável pela evolução do relevo, expresso na compartimentação topográfica e nos depósitos correlativos à estrutura superficial. Portanto, o desenvolvimento do terceiro nível de abordagem do relevo pressupõe conhecimento dos dois níveis antecedentes (CASSETI, 2001).

Para Cassetti (2001) o estudo da paisagem, como método de investigação tem fortalecido a geomorfologia como ciência e aumentado sensivelmente sua capacidade de aplicação. Ressaltando a importância da fisiologia da paisagem para compreensão da condição atual do relevo, considerando os processos morfodinâmicos, as transformações produzidas pelo homem e as derivações resultantes (processos erosionais, assoreamento...), destacando-se o estudo da vertente como principal forma para este entendimento.

Este autor ainda relata que o estudo da vertente, enquanto categoria do relevo, assumiu importância acadêmico-institucional a partir da década de 50 do século passado, com o trabalho de Tricart (1957) que afirmou ser a vertente:

[...] “O elemento dominante do relevo na maior parte das regiões, apresentando-se portanto, como forma de relevo mais importante para o homem. Tanto a agricultura quanto os demais trabalhos de construções estão interessados na evolução das vertentes que acabam comandando, por exemplo, a perenidade – direta e indireta – dos cursos d’água, pela ação geomorfológica” (TRICART, 1957).

Nesse sentido, Dylik (1968 *apud* CASSETI, 2001)⁴ definiu inicialmente vertente como sendo “toda superfície terrestre inclinada, muito extensa ou distintamente limitada, subordinada às leis gerais da gravidade”, permitindo o conhecimento do processo evolutivo do relevo em diferentes circunstâncias, inclusive as diferentes formas do relevo alteradas pelo homem e suas atividades.

Segundo Christofolletti (1981) vertente significa superfície inclinada, que se encontra inserida dentro dos vales, sendo a porção que une o interflúvio ao fundo do vale, originando-se pelos processos de transporte das rochas e dos solos que as compõe.

Partindo-se da idéia que o conceito de vertente é essencialmente dinâmico, contendo informações importantes para a compreensão dos mecanismos morfogenéticos responsáveis pela elaboração do relevo e dos processos morfodinâmicos (mudanças processuais recentes) Cruz (1982) observa que “o estudo geomorfológico da evolução atual das vertentes é extremamente relevante para a avaliação espaço-temporal dos mecanismos morfodinâmicos atuais e passados” para o entendimento das paisagens geográficas.

Dylik (1968 *apud* CASSETI, 2001), ao tratar dos elementos da definição de uma vertente, observa que são os processos morfogenéticos que determinam a natureza da vertente e que estes diferem dos demais, onde “vertente, no sentido morfogenético, corresponde à parte das formas do terreno que são modeladas pelos processos de denudação” (movimentos de massa e pelo escoamento).

A ação direta ou mesmo indireta do homem altera de forma substancial as relações entre as forças de ação (processos morfogenéticos ou morfodinâmicos) e de reação da formação superficial, gerando desequilíbrios morfológicos ou impactos geoambientais como

⁴ DYLIK, J. Notion du versant en geomorphologie. Bull. Acad.Pol. Sci. Série des Sc.Geol.Geogr. 16(2); 125-132,1968.

os movimentos de massa, boçorocamento, assoreamento, dentre outros, chegando a resultados catastróficos (CASSETI, 2001; SALOMÃO, 2008).

Nas últimas décadas, os estudos geomorfológicos no Brasil tiveram grande expansão. Atualmente, em função de uma maior valorização das questões ambientais, a geomorfologia vem ganhando espaços pela pertinência da aplicação direta dos seus conhecimentos voltados à análise ambiental (VITTE, 2007; SILVEIRA, 2008; AB'SABER, 1969; CHRISTOFOLETTI, 1999; CASSETI, 2001). “O conhecimento geomorfológico surge, nessa ótica, como instrumento utilizado e inserido na execução de diversas categorias setoriais do planejamento” (CASSETI, 2001).

Dentre as diversas aplicabilidades do conhecimento geomorfológico no planejamento ambiental podemos destacar utilização, nas obras de engenharia, no uso do solo rural e urbano, nas pesquisas de recursos minerais e recuperação de áreas degradadas por mineração.

No sentido de desenvolver uma abordagem cartográfica que permitisse o entendimento das interações envolvidas e os contrastes morfogenéticos ou pedogenéticos capaz de gerar medidas de conservação e proteção, cientistas de solos do Instituto de Pesquisas Agronômicas Tropicais (IRAT), na França, no começo da década de 70, definiram importantes relações para o estudo dos solos.

Estes propunham que os solos “deveriam ser estudados na estrutura da paisagem, incluindo geomorfologia, vegetação, uso da terra, práticas agronômicas, entre outros campos de pesquisa”, nascendo assim o conceito de morfopedologia (VASCONCELOS, 1998).

Salomão (1994), utilizando a abordagem morfopedológica e a análise estrutural da cobertura pedológica proposta por Boulet (1988) procurou aprofundar o conhecimento sobre os solos e seu comportamento hídrico, buscando interpretar suas relações com o relevo e substrato geológico, em pesquisas na região de Bauru/SP.

Com base nos sistemas de referência preconizados por Ab'Saber (1969) sobre “o estudo do quartenário no território intertropical brasileiro”, Salomão (1994) estabelece procedimentos de como se cartografar o solo e relevo em diferentes escalas de abordagem em acordo com os objetivos propostos.

Nesse caso específico, para caracterizar os “diferentes processos erosivos lineares, e apresentar subsídios e critérios para seu controle preventivo nas áreas urbanas e rural” (Quadro 1).

Quadro 01: Roteiro metodológico proposto por Salomão (1994) adaptado de Ab'Saber (1969).

NÍVEIS DE TRATAMENTO	PROCEDIMENTOS	PRINCIPAIS PRODUTOS
1º NÍVEL COMPARTIMENTAÇÃO TOPOGRAFICA	Estudo das características do meio físico relacionadas às ocorrências erosivas	Mapa Morfopedológico Escala 1:100.000
2º NÍVEL ESTRUTURA SUPERFICIAL DA PAISAGEM	Estudo de topossequências representativas pela análise estrutural da cobertura pedológica	Sistemas pedológicos e suas organizações escala maior que 1:2.000
3º NÍVEL FISIOLOGIA DA PAISAGEM	Caracterização do comportamento hídrico dos sistemas pedológicos	Funcionamento hídrico das coberturas pedológicas e suas relações com os processos erosivos
4º NÍVEL GENERALIZAÇÃO DOS RESULTADOS	Representação Cartográfica dos Sistemas pedológicos	Mapas de sistemas pedológicos e de restrições ao uso do solo - escala de detalhe

Para Salomão (2008) morfopedologia é a abordagem que valoriza o conhecimento do ambiente por meio da interrelação dos seus componentes permitindo interpretar o funcionamento hídrico de vertentes, definir e delimitar cartograficamente compartimentos semelhantes de uma determinada região ou bacia hidrográfica. Donde tais “Compartimentos Morfopedológicos” resultam da “inter-relação entre substrato geológico, relevo e solos (incluindo, se necessário, a vegetação), que constituem unidades têmporo-espaciais homogêneas e intrínsecas do meio físico, reconhecíveis em médias e grandes escalas”.

Cada compartimento morfopedológico apresenta vertentes com forma, declividade, cobertura pedológica, substrato geológico, e conseqüentemente, funcionamento hídrico específico, constituindo-se num Sistema Pedológico, definidos por Salomão (1994) como sendo: unidades do terreno relativamente homogêneas quanto a cobertura pedológica, formas e feições de relevo e comportamento hídrico das vertentes.

Salomão (1994) realizou estudos da cobertura pedológica (topossequência), executando sondagens a trado e trincheiras ao longo de eixos topográficos, identificando o padrão repetitivo do “continuum” dos horizontes pedológicos em relação à topografia, ou seja, a sucessão vertical e lateral dos horizontes do solo definindo os Sistemas Pedológicos, caracterizando o comportamento e entendimento do funcionamento hídrico dos solos e sua susceptibilidade aos processos erosivos nas vertentes (CASTRO e SALOMÃO, 2000).

Vasconcelos (1998), utilizando a metodologia proposta por Salomão (1994) para estudos na bacia do rio tenente Amaral em Jaciara/MT, descreve que foi possível detectar os condicionantes “pedológicos e geomorfológicos que conjugados, auxiliam ou dificultam a drenagem das águas de pluviais, permitindo o estabelecimento de parâmetros que podem ser aplicados em outras áreas similares, numa ótica da prevenção ou contenção de processos erosivos”.

Queiroz Neto (1988; 2002) e Castro e Salomão (2000) descrevem que a análise estrutural da cobertura pedológica iniciada por Bocquier (1971) e desenvolvida por Boulet (1982;1988) teve sua origem no conceito de catena de Milne (1934 *apud* QUEIROZ NETO, 2002)⁵.

Para Milne (1934): *catena* é uma unidade prática de mapeamento [...] que agrupa solos que, a despeito de estarem colocados em pontos diferentes de um sistema natural de classificação, tendo em vista suas diferenças morfológicas e fundamentais, estão, no entanto relacionadas na sua ocorrência por condições topográficas e se repetem nas mesmas posições uns em relação aos outros, sempre que aquelas condições estão presentes (MILNE, 1934)”.

Essa abordagem considera “os processos biogeodinâmicos, o sentido e evolução da pedogênese, em base espacialização cartográfica da tridimensionalidade da cobertura pedológica, reconstruindo os diferentes mecanismos responsáveis pelas diferenciações pedológicas e sua cronologia” como também a dimensão temporal, além de diagnosticar os comportamentos e funcionamento atual da cobertura pedológica (BOULET, 1988). Para Boulet et al. (1982) os princípios que servem de embasamento para esse procedimento, são:

- 1- O solo é um meio organizado e estruturado, constituindo uma cobertura contínua ao longo das vertentes;
- 2- As organizações pedológicas e suas estruturas apresentam, assim, três dimensões espaciais, donde seu caráter de tridimensionalidade e uma dimensão temporal: as características dessa organização e das estruturas devem estar presentes em todas as escalas de observação, desde a paisagem até a do microscópio;
- 3- Como decorrência, e independentemente das aplicações, o estudo dos solos deve basear-se no reconhecimento dessas organizações e estruturas pedológicas, em todas as escalas, no das características e propriedades, de seu funcionamento e de sua história.

⁵ MILNE , G. Some suggested units of classification end mapping particularly for East african soils. Londres, Soil Research v. 4, nº 2., p 98 – 183,1934.

Para Queiroz Neto (2002) o método proposto por Boulet (1978), introduzido no Brasil no início da década de 80, tem importância fundamental na determinação do funcionamento e comportamento dos solos face aos diferentes modos de uso (agrícola, silvicultura, engenharia, geotecnia, prospecção mineral, etc.) e que a análise estrutural permitiu a percepção do solo como um meio contínuo, cujas diferenciações são devidas ao movimento interno das soluções, destacando-se as variações laterais dos horizontes pedológicos e de suas transições ao longo das vertentes.

Ressalta ainda que a análise estrutural da cobertura pedológica demonstrou ser um importante instrumento para o “diagnóstico de problemas de degradação dos solos por erosão, ao definir a dinâmica das águas nas vertentes, sua interação com as organizações pedológicas”.

Salomão (2007) descreve que a caracterização do solo por meio da “Análise Estrutural da Cobertura Pedológica” (BOULET, 1978) permitiu significativo avanço metodológico no conhecimento das interações solo-relevo-substrato geológico, e aplicações não só para o estudo da morfogênese e pedogênese, mas também para a compreensão dos processos da dinâmica superficial, principalmente erosão.

Em trabalhos realizados sobre solos e morfogênese no município de São Pedro, estado de São Paulo Dias Ferreira (1997, *apud* QUEIROZ NETO, 2002)⁶ concluiu que o estudo morfológico da cobertura pedológica permitiu avançar no entendimento dos “processos e mecanismos geradores do modelado, sobretudo no que diz respeito aos condicionantes da dissecação, à relação existente entre formas e materiais e ao funcionamento hídrico do conjunto”.

Nesse sentido a EMBRAPA (2007) utilizou o estudo de topossequências para obter maior precisão na definição dos limites das unidades que compõem o mapa de solos do município de Silvânia/Goiás, e compreensão das relações solo-paisagem, com um diagnóstico mais preciso das potencialidades de utilização agrícola das terras e dos riscos de degradação decorrentes de seu uso.

Castro (2005) utiliza a topossequência para estudo das erosões lineares instaladas na bacia do alto rio Araguaia, nos estados de Goiás e Mato Grosso.

Cabe destacar por fim que a utilização do estudo por topossequência para caracterização da cobertura pedológica, ainda não é bastante difundida no país, entretanto,

⁶ DIAS FERREIRA, R. P. (1997) *Solos e morfogênese em São Pedro - SP*, 1 v. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

vem sendo gradativamente utilizada por importantes pesquisadores em diversas instituições no Brasil, voltada para diferentes fins, mas especialmente para o controle dos processos erosivos e estudos das alterações químicas dos solos.

Os trabalhos de pesquisa realizados na microbacia do córrego Pau Grosso, tiveram por base a análise estrutural proposta por Boulet (1982) para a caracterização da cobertura pedológica através de estudos de topossequências, permitindo a compreensão do “continuum” do solo, reconhecendo os diferentes horizontes pedológicos e seus arranjos verticais e laterais ao longo das vertentes, para o entendimento da dinâmica da água e a interpretação do comportamento hídrico nos solos e nos rejeitos de mineração.

2.2 . Recuperação, Reabilitação e Restauração de Áreas Degradadas

As atividades humanas ao longo da história tem ocasionado alterações ambientais, por vezes significativas, que nem sempre dão lugar a um novo sistema ecológico sustentável. Tais alterações, geralmente associadas a impactos negativos em função da utilização intensa e de forma inadequada gera uma degradação ambiental (BITAR, 1997; Fornasari Filho et al., 1994).

Neste contexto Dias e Griffith (1998) ressaltam a necessidade de se estabelecer o conceito de degradação por ser este um processo complexo, em especial para o solo degradado, sendo que para as atividades que causam grandes distúrbios, como no caso da mineração esta caracterização é fácil, entretanto quando ocorre de forma lenta e gradual como na agricultura, torna-se mais difícil sua avaliação.

Abordam ainda que conceito de degradação varia em função do uso atribuído, como por exemplo, no caso da agricultura, cuja degradação para terras agrícolas não se devem relacionar somente aspectos do meio físico, mas também aos aspectos econômicos, como a perda da produtividade. Já para a engenharia civil a degradação esta relacionada com sua capacidade de sustentação para edificações e estradas e assim sucessivamente.

No Brasil o conceito de degradação descrito no Manual de Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração do IBAMA, define que esta:

(...) “ocorre quando a vegetação nativa e a fauna forem destruídas, removidas ou expulsas; a camada fértil do solo for perdida, removida ou enterrada; e a qualidade e o regime de vazão do sistema hídrico forem alterados. A degradação ambiental ocorre quando há perda de adaptação às características físicas, químicas e biológicas e é inviabilizado o desenvolvimento sócio-econômico”(IBAMA, 1990)”.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da sua NBR 10703/89, a degradação do solo enquanto espaço geográfico é definida como sendo a “*alteração adversa das características do solo em relação aos seus diversos usos possíveis, tanto os estabelecidos em planejamento, como os potenciais*”, sugerindo neste sentido um impacto negativo.

A norma NBR 13030/92, específica para mineração, define área degradada como “*áreas com diversos graus de alterações dos fatores bióticos e abióticos, causados pelas atividades de mineração*”, mantendo a noção de alteração, no entanto, não vincula com o uso do solo.

Bitar (1997) descreve que os conceitos de degradação e recuperação são vistos de modo integrado e que segundo a abordagem da União Internacional para a Conservação da natureza – UICN, do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente -PNUMA e do Fundo Mundial para a Natureza - WWF, os sistemas degradados são considerados insustentáveis, onde “*somente sua recuperação ou reabilitação permitiria levá-los à condição de potencialmente sustentáveis*”.

Neste sentido torna-se necessário a conceituação dos termos recuperação, reabilitação e restauração, uma vez que os textos da legislação brasileira também deixam dúvidas e contradições sobre as definições destes, sendo comum a interpretação como sinônimos, contudo especificamente para mineração Dias e Griffith (1998) e Bitar (1997) destacam a importância de escolher o termo que define melhor o processo a ser realizado.

2.2.1. Recuperação

A legislação federal brasileira menciona que o objetivo da recuperação é o “*retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano pré-estabelecido para o uso do solo, visando à obtenção de uma estabilidade do meio ambiente*”.

Sanchez (1995, *apud* BITAR, 1997)⁷ relata que no Brasil há o entendimento que recuperar um sítio degradado significa “*encontrar um outro uso produtivo, podendo ser igual ou diferente do uso pré-mineração, devendo apresentar um equilíbrio dinâmico com a circunvizinhança*”.

⁷ SANCHEZ, L.E. Projetos de recuperação: usos futuros e relação com a comunidade. In: Encontro de Mineração do Município de São Paulo, 1, 1994. São Paulo: Anais... São Paulo: SAR/PMSP/EPUSP, 1995, v. 1, p. 53-83.

Para Majer (1989 *apud* DIAS e GRIFFITH,1998)⁸ recuperação aborda todos os aspectos de qualquer processo que visa a obtenção de uma nova utilização para o local degradado, incluindo o planejamento e o trabalho de engenharia, mas não necessariamente os processos biológicos.

2.2.2. Reabilitação

Segundo Majer (1989 *apud* DIAS e GRIFFITH, 1998) a reabilitação é o retorno da área degradada a um estado biológico apropriado. Esse retorno pode não significar o uso produtivo da área a longo prazo, como a implantação de uma atividade que renderá lucro, ou atividades menos tangíveis em termos monetários, visando, por exemplo, a recreação ou a valorização estético-ecológica.

Abordagem similar é feita por Austrália (1995, *apud* BITAR, 1997)⁹ descrevendo que “o processo de reabilitação normalmente compreende dois estágios: configuração da paisagem com a reconstrução de uma superfície estável do solo: e a revegetação ou desenvolvimento de uma alternativa de uso do solo sobre a paisagem reconstruída”.

2.2.3. Restauração

Para Dias e Griffith (1998) restauração significa o retorno ao estado original, englobando portanto, todos os aspectos relacionados com topografia, vegetação, fauna, solo, hidrologia, entre outros, os quais devem apresentar as mesmas características de antes da degradação.

Nesse sentido, Dias e Griffith (1998); Bitar (1997) e Willians et al. (1990) descrevem que fazer a restauração de um ecossistema é técnica e economicamente questionável, sendo inviável a utilização deste termo, especialmente para a atividade de mineração.

A normalização técnica brasileira sintetizou os vários conceitos presentes na literatura nacional e internacional de acordo com Bitar (1997) estabelecendo que:

- recuperação do solo: “processo de manejo do solo no qual são criadas as condições

⁸MAJER, J.D. Fauna studies and land reclamations technology a review of the history and need for such studies. In: Animals in primary successuin: the role of faune in reclaimed lands. .Londres, Cambridge University Press. p.3-33, 1989.

⁹AUSTRÁLIA. Environmental Protection Agency. Rehabilitation and revegetation. Australia:EPA,1995.36p

para que uma área perturbada, ou mesmo natural, seja adequada aos novos usos” (NBR 10703/1989, p.34);

- reabilitação do solo: “forma de recuperação do solo em que uma área perturbada é adequada a um uso determinado, segundo um projeto prévio” (NBR 10703/1989, p.34);

De maneira geral para Bitar (1997) o objetivo é procurar restabelecer as condições originais do sítio degradado, buscando situações em que a estabilidade do ambiente e a sua sustentabilidade sejam garantidas, onde a recuperação de áreas degradadas deve ser realizada mediante um plano previamente elaborado e com objetivos bem estabelecidos e explicitados.

2.3. Caracterização Geral da Área de Estudo

A área objeto desse estudo, localiza-se sob as coordenadas: $14^{\circ}21'33,72''$ S e $57^{\circ}01'34,81''$ W; e $14^{\circ}21'45,83''$ S e $56^{\circ}58'43,7''$ W no município de Nova Marilândia, situado na região central de Mato Grosso, compreendendo uma área de cerca de 532 hectares, sendo 520 hectares correspondendo a microbacia do córrego Pau Grosso e 12 hectares pertencentes a microbacia do córrego Barro Preto, ambas formadoras da sub-bacia do rio São Francisco (Figuras 1 e 2).

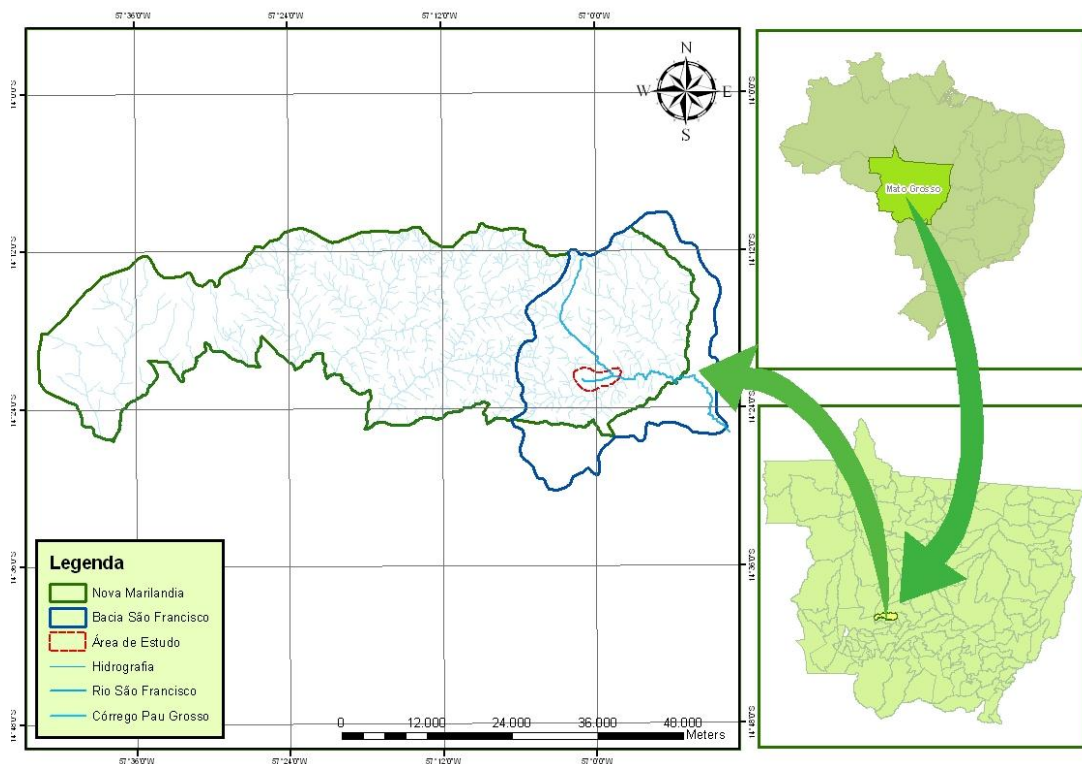


Figura 1: Localização da sub-bacia do rio São Francisco e área de estudo.

A sub-bacia do rio São Francisco drena uma área de cerca de 78.420 hectares, possuindo como principais contribuintes os rios Maria Joana, Canastra, Barro Preto, Sucurí e Pau Grosso II, percorrendo áreas intensamente degradadas pela atividade garimpeira, que afluem para rio Santana e este para o rio Paraguai.



Figura 2: Sub-bacia do rio São Francisco. Imagem DigitalGlobe - Fonte Google Earth Pro – 2008.

O acesso à área de estudo é realizado por estrada pavimentada, podendo ser feito a partir da capital, Cuiabá pela BR - 163/364, percorrendo-se cerca de 150 Km até o entroncamento para a cidade de Diamantino, seguindo-se daí pela MT-249, onde percorre-se cerca de 140 Km até chegar a cidade de Nova Marilândia. A partir desta, percorre-se por estrada vicinal, cerca de 6 Km, sentido Nova Marilândia / Pompéia, atingindo-se a cabeceira de drenagem e nascente principal do córrego Pau Grosso.

O clima da região, segundo classificação de Köppen enquadra-se no tipo Tropical Continental, alternadamente Úmido e Seco, com duas estações bem definidas, sendo uma estação chuvosa e uma estação seca que coincide com o inverno, com forte influência da altitude e orientação do relevo, que condiciona à dinâmica nos fluxos de ventos, atenuando a sensação térmica e elevando os valores da precipitação pluviométrica (BRASIL, 1982).

As precipitações giram em torno de 1.300 mm a 2.000 mm. O regime das chuvas é tipicamente monçônico com totais acima de 300 mm a partir do mês de dezembro até março.

As temperaturas médias são altas, sendo que a média anual é em torno de 23°C a 25°C, as temperaturas máximas absolutas podem alcançar 35°C a 40°C (BRASIL, 1982).

A geologia da área de estudo e seu entorno imediato possui o substrato geológico representado por litologias do Grupo Parecis e sedimentos do Quaternário presentes nos setores de baixa vertente e fundo de vales, conforme apresentado resumidamente no Quadro 2.

EON	ERA	PERÍODO	DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	
FANEROZÓICO	CENOZÓICO	QUATERNÁRIO	Ha - Aluviões Atuais: areias, siltes, argilas e cascalhos	
			Qp - Formação Pantanal: Sedimentos arenosos, siltico-argilosos, argilo-arenosos e areno-conglomeráticos semi-consolidados e inconsolidados. Localmente impregnações ferruginosas e salinas	
		TERCIÁRIO PALEOGENO	Tpspl - Superfície Paleogênica Peneplanizada com Latossolização: solos argilosos a argilo-arenosos microagregados de coloração vermelha-escura. Podem apresentar na base crosta ferruginosa, raramente com nódulos concrecionários de caulinita, sotopostos às crostas ferruginosas	
	MESOZÓICO	CRETÁCEO		Km - Formação Marília: arenitos de granulometria variada, paraconglomerados e arenitos argilosos, calcíferos em diferentes horizontes e, subordinadamente, níveis de siltitos e argilitos
			GRUPO PARECIS	Kut - Formação Utiriti: sedimentos arenosos feldspáticos de granulometria fina a média com subordinadas intercalações de siltitos, argilitos e raros níveis delgados de conglomerados
				Ksn - Formação Salto das Nuvens: arenitos, arcóseos e níveis conglomeráticos intercalados predominantemente na sua porção basal
			Kt - Formação Tapirapuã: derrames basálticos de granulação muito fina, coloração cinza escura a negra, com textura amigdaloidal no topo dos derrames	
	JURÁSSICO	GRUPO SÃO BENTO	Jb - Formação Botucatu: arenitos finos a médios, bimodais, com grãos bem arredondados e estratificações cruzadas de grande porte. Podem ocorrer na forma de intertrapes com basaltos. Desenvolvem extensos areiais	

Quadro 2: Coluna litoestratigráfica da região da área de estudo. Fonte: Zoneamento Socioeconômico Ecológico de Mato Grosso – ZSEE/MT (2008).

O Grupo Parecis tem sua porção basal representada pela Formação Salto das Nuvens que, segundo Brasil (1982), é constituída por conglomerados petromíticos com matriz argilo-

arenosa, arcoseana, intercalados por lentes de arenitos vermelhos, de granulometria fina a conglomerática na base, traçados por basaltos em alguns locais com uma repetição cíclica.

Acima dos arenitos intertraçados ocorrem conglomerados petromíticos, com seixos predominantemente compostos por quartzo, arenitos e sílex e arenito de granulometria fina a média, estratificação cruzada de médio porte, além de um nível com arenito estratificado em bancos maciços de espessura variável, apresentando, ocasionalmente, laminações distintas no topo dos bancos e no último nível, arenito bem laminado, com estratificação de grande porte e intercalações de arenitos finos a muito finos, com pouco feldspato e também níveis conglomeráticos (Figura 3).



Figura 3: Detalhe do pacote de cascalho original, mal selecionado, composto predominantemente por seixos subarredondados a arredondados de quartzo, quartzito e arenitos.

A parte superior do Grupo Parecis representada pela Formação Utiariti é formada na quase sua totalidade por sedimentos arenosos de cores variegadas nos matizes de branco, amarelo, roxo e avermelhado, depositados em bancos maciços e espessos. Localmente apresenta estratificações cruzadas de pequeno porte, com composição essencialmente quartzosa e feldspática que diminui em direção ao topo (Figura 4).

Nessa Formação, os grãos de quartzo apresentam-se bem arredondados e com boa esfericidade, com frações de grãos de quartzo variando de fina a grossa, com predominância das frações fina e média.



Figura 4: Arenitos feldspáticos com estratificações cruzadas.

De acordo com Brasil (1982), a região de estudo encontra-se geomorfologicamente inserida na morfoestrutura Planalto dos Parecis, compreendendo um extenso conjunto de relevo caracterizado por dois compartimentos morfoesculturais distintos: o Planalto Dissecado dos Parecis e Chapada dos Parecis, esculpidos nas unidades geológicas diferenciadas do Grupo Parecis (Figura 5).

A microbacia do córrego Pau Grosso, objeto deste trabalho, encontra-se inserida no compartimento inferior representado pelo Planalto Dissecado dos Parecis (altimetrias inferiores a 550m), cujas formas de relevo foram elaboradas sobre litologias da Formação Utiriti e Formação Salto das Nuvens e sobre sedimentos alúvio-coluvionares presentes no fundo dos vales.

Este compartimento limita-se a norte com a Chapada dos Parecis (nível superior), separado deste por escarpas erosivas, destacando no relevo com cotas acima de 550m. A Chapada apresenta formas de relevo distintas, com cobertura pedológica predominantemente composta por Latossolos, apresentando superfície aplainada com leve caimento para norte.

Ao sul este planalto encontra-se separado regionalmente pelo compartimento denominado “Serra do Tapirapuã”, através de escarpas estruturais esculpidas em litologias da Formação Tapirapuã ocorrendo próxima a cidade de Nortelândia (BRASIL,1982 ; MOREIRA e VASCONCELOS,2007).



Figura 5: Planalto Dissecado dos Parecis e ao fundo a Chapada dos Parecis.

Estudos realizados por Brasil (1982), descrevem a ocorrência predominante de Neossolos Quartzarênicos e secundariamente os Neossolos Flúvicos na área deste estudo e no seu entorno ocorrência dos Argissolos, Litossolos e Latossolos. Todavia o Zoneamento Socioecológico Econômico de Mato Grosso aponta como cobertura pedológica dominante na área de estudo a ocorrência dos Argissolos.

Neste sentido, tomando-se por base as pesquisas realizadas por Brasil (1982), temos que o Neossolo Quartzarênico é a cobertura pedológica de maior ocorrência na área de estudo, sendo este um solo mineral, não hidromórfico, profundo, essencialmente quartzoso, com textura arenosa ao longo dos 200 cm de profundidade, com horizonte A de cores um pouco mais escuras devido à presença de matéria orgânica e o horizonte C de cores mais vivas, com tons de cores geralmente associadas à rocha matriz.

Em função da sua constituição essencialmente quartzosa, esse solo é pobre em nutrientes para as plantas. Devido à grande quantidade de areia, evidenciando textura essencialmente arenosa, esse solo é excessivamente drenado, podendo apresentar limitações, quanto a sua capacidade de armazenamento de água disponível em seu perfil, que influi negativamente na fixação de fósforo e favorece a lixiviação e perdas de nitratos.

Os Neossolos Quartzarênico são solos altamente permeáveis o que reduz bastante o escoamento superficial, que o torna muito suscetível a formação de processos erosivos em relevos mais declivosos ou em áreas escarpadas.

Secundariamente temos a ocorrência dos Neossolos Flúvicos (solos aluviais), derivados de sedimentos aluviais, cujo horizonte A, encontra-se sobre o horizonte C, constituído de camadas estratificadas, sem relação pedogenética entre si presentes nos fundos de vales. Nestes locais ocorrem ainda os Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos e Solos Orgânicos, especialmente nas áreas de planície de inundação em locais temporariamente ou permanentemente alagados.

A cobertura vegetal na sub-bacia do rio São Francisco, compreende um mosaico vegetacional composto por florestas e savanas. Essa variação de fisionomias se deve a presença na região de uma zona de transição entre Floresta Estacional Semidecidual e Cerrado.

Segundo Brasil (1982) nesta sub-bacia é possível distinguir três regiões fitoecológicas: 1) Floresta Estacional Semidecidual, que originalmente recobria cerca de 75% da área; 2) Contato Savana-Floresta Estacional Semidecidual, representando aproximadamente 21% da vegetação e 3) Savana, presente em uma estreita faixa no extremo norte da sub-bacia.

A Floresta Estacional Semidecidual, está representada na região de estudo por duas sub-formações: Floresta Estacional Semidecidual Aluvial, que corresponde à formação florestal ao longo das drenagens em terrenos periodicamente inundáveis, ocupando principalmente as formações fluviais quaternárias; e a Floresta Estacional Semidecidual Submontana, caracterizada sobretudo pela sua posição altimétrica, entre 100 e 500 m, em relação ao nível do mar (IBGE, 1992).

A região de contato Savana – Floresta Estacional Semidecidual, aparece na área sob a forma de ecótono, preferencialmente em terrenos com Neossolos Quartzarênicos. Nesta região, é possível observar fitofisionomias de Floresta Semidecidual e de Savana Arbórea Densa, que às vezes se misturam na paisagem formando uma mata homogênea, com espécies das duas formações e uma estrutura formada por árvores de 20 a 25 m de altura (BRASIL, 1982).

A área de Savana possui uma pequena representatividade na sub-bacia do rio São Francisco, constituída por Savana Arbórea aberta, que apresenta uma vegetação com estrutura mais baixa e mais aberta que a Savana Densa. Nos limites da sub-bacia, especificamente na área da Chapada, porção de cimeira do Planalto, ocorre o predomínio de fisionomia de Savana Arborizada (Cerrado *latu sensu*) e contornando as escarpas erosivas predomina o contato de Floresta Estacional Semidecidual com Savana Florestada (Cerradão).

A cobertura vegetal atual na sub-bacia encontra-se significativamente descaracterizada, tanto pela atividade mineral que se desenvolveu ao longo das drenagens, quanto pela atividade agropecuária e exploração de madeira que avança continuamente sobre os remanescentes. Atualmente na sub-bacia do rio São Francisco, estima-se que restam aproximadamente 38% da cobertura vegetal original, intensamente fragmentada e alterada pela ação antrópica. As maiores extensões contínuas de remanescente, situam-se ao norte da sub-bacia, próximo a Serra dos Parecis, formando um maciço florestal de grande porte.

Em função da ocorrência de depósitos mineralizados de diamantes na região do alto rio Paraguai, verificou-se que a atividade garimpeira na área de estudo se desenvolveu nos terraços e nas planícies de inundação (METAMAT; FEMA, 1996).

No primeiro, os depósitos são constituídos quase que exclusivamente de cascalhos mal selecionados, com granulometria variando desde a fração cascalho (acima de 2 mm) até matacões (acima de 256 mm), com espessura do depósito podendo atingir até 6 m. Já nas aluviões recentes das planícies de inundação e leito atual dos rios, estes apresentam espessura média de 1 m, com variação granulométrica melhor definida, com sedimentos mais grosseiros na base e mais finos no topo, sendo compostos por calhau ou bloco, seixos, cascalhos, areias, siltes e argilas.

A microbacia de estudo, apresenta localmente, relevo caracterizado por colinas médias, com vertentes ligeiramente convexas a retilíneas (Figura 6).



Figura 6: Divisor de águas das microbasins dos córregos Barro Preto e Pau grosso.

Na base das vertentes e em setores de cabeceiras ocorrem formas relativamente aplainadas, gerando ambientes com dinâmica superficial regida por processos agradacionais, onde se desenvolvem vales de fundos chatos com áreas de acumulações fluviais altamente susceptíveis ao assoreamento.

Na área de pesquisa verificou-se o desenvolvimento de uma cobertura pedológica arenosa representada principalmente pelos Neossolos Quartzarênico, Neossolo Quartzarênico Hidromórfico, Neossolo Flúvicos (solos aluviais), seguidos pelo Organossolo (solo Orgânico) e Neossolo Litólico associados a arenitos e conglomerados

A cobertura vegetal da microbacia do córrego Pau Grosso, encontra-se atualmente totalmente descaracterizada, apresentando apenas um pequeno fragmento em regeneração, com espécies da Floresta Estacional Semidecidual e da Savana, conforme levantamento em escala de detalhe realizado por Soares (2009), no entanto Brasil (1982), define que esta área era anteriormente coberta pela Floresta Estacional Semidecidual.

O córrego Pau Grosso de acordo com Strahler (1957, *apud* TUCCI, 2007)¹⁰ é classificado como de segunda ordem, contando com apenas dois afluentes de primeira ordem bem definidos, em função do grande impacto, ao longo dos 5.600 m de extensão.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A partir da observação de imagens de satélite DigitalGlobe de alta resolução disponíveis no Google Earth Pro, datadas de 2008, 2004 e 2002, foram previamente delimitadas as áreas impactadas por atividades garimpeiras nas cabeceiras e cursos d'água formadores do Alto Rio Paraguai.

Na sequência foi definida a sub-bacia do rio São Francisco como uma das mais impactadas e de maior fragilidade na região por abrigar inúmeras nascentes.

Definida a sub-bacia, ainda com base na análise visual, realizou-se a interpretação de imagem de satélite da DigitalGlobe de alta resolução, identificando-se as formas de uso solo e as áreas degradadas, com o intuito de selecionar uma microbacia representativa das alterações ambientais resultantes da exploração garimpeira na região para estudo em detalhe.

Em viagem de reconhecimento foi selecionada, como a mais impactada a microbacia do córrego Pau Grosso, assim como, para efeito de comparação do funcionamento hídrico,

¹⁰ STRAHLER, A.N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. Transactions. American Geophysical Union, v.38,p.913-920, 1957.

foram previamente selecionadas vertentes não degradadas localizados na sub-bacia do rio São Francisco e na microbacia do córrego Barro Preto.

Na sequência, realizou-se o em campo levantamento de todo o perímetro da microbacia do córrego Pau Grosso, com o uso de equipamento tipo PALM-TOP (JUNO ST handheld – Trimble modelo 1088), que permite o armazenamento de imagem de detalhe, onde tomou-se 146 coordenadas ao longo dos limites da área, definindo-se com precisão sua poligonal. Esse trabalho permitiu a delimitação da bacia hidrográfica, com base em critérios estabelecidos por Porto et al. (1999).

Definida a área objeto da pesquisa realizou-se a revisão bibliográfica, com a compilação de dados básicos sobre o meio físico e análise de cartas temáticas de pedologia, geomorfologia, geologia, disponíveis do Zoneamento Socioeconômico Ecológico de Mato Grosso – ZSEE e Brasil (1982), além de dados de hidrografia e topografia, existentes na base de dados da Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA/MT.

3.1. Definição e Mapeamento dos Ambientes Gerados pela Atividade Garimpeira

Para se identificar os diferentes ambientes degradados pela atividade garimpeira, tomou-se por base o diagnóstico realizado pela METAMAT e FEMA (1996), obtendo informações importantes da geologia local e formas de garimpagem realizadas na área de estudo.

Posteriormente foram interpretadas por estereoscopia fotos áreas da *United States Air Force* - USAF de 1966, de nº 83870, 3871, 83872 e 83873, para visualização dos ambientes fluviais originais da microbacia de estudo, onde grande parte da área não havia sido explorada por garimpo, mantendo ainda suas características físicas, especialmente as relacionadas às formas da vertente, fundo de vale, padrão de drenagem e forma e comprimento do canal principal.

Na seqüência foi analisado e interpretado o recobrimento aero-fotogramétrico de detalhe realizado em 2006 (mosaico fotográfico) da microbacia do córrego Pau Grosso representativa das alterações ambientais, disponível em meio digital, apresentando boa resolução espacial, podendo chegar a escala de 1:2.000.

O mosaico fotográfico foi realizado com o recobrimento de grande parte da área, preferencialmente ao longo da drenagem, com equipamentos fotográficos adaptados para tal

fim, acoplados em um paraplano. As fotos digitais foram posteriormente mosaicadas para compor o mapa final, sendo este material disponibilizado pela prefeitura.

Utilizando-se o *software* ArcGis 9.2 o mosaico fotográfico foi georeferenciado e na sequência com auxílio do ArcMap 9.2, foi realizado o recorte e tratamento da imagem DigitalGlobe datada de novembro de 2003, disponível no Google Earth, para mosaicagem final (recorte mais levantamento aero-fotogramétrico) e fechamento de toda a microbacia de estudo. Feito este processo, foi possível a interpretação e delimitação dos diferentes ambientes identificados, com base na textura e disponibilidade hídrica dos materiais de cobertura.

Concomitantemente à interpretação da imagem de alta resolução, foram realizados levantamentos em campo com o objetivo de caracterizar o meio físico e especialmente compreender o funcionamento hídrico dos diferentes ambientes gerados pela atividade garimpeira tendo por base o comportamento físico-hídrico dos diversos materiais resultantes do processo de beneficiamento do diamante, os quais encontram-se dispostos de forma irregular ao longo de toda microbacia.

Para caracterização destes materiais de cobertura (rejeito de garimpo), foram realizadas sondagens a trado, abertura de trincheiras, coleta de material para a classificação granulométrica da fração areia e cascalho diretamente no campo, obtendo-se a individualização de diferentes ambientes formados pela atividade garimpeira (Figuras 7 e 8).



Figura 7: Ambiente degradado por garimpo: (a) Coleta, homogeneização e quarteamento de material em ambiente de areia e cascalho. (b) Coleta de material em ambiente de cascalho.

Ressalta-se que informações importantes para a determinação e mapeamentos destes ambientes foram obtidas em razão de observações realizadas durante a execução do projeto de recuperação do córrego Pau Grosso entre SEMA e Prefeitura Municipal de Nova Marilândia, em virtude das visitas mensais a área de estudo.



Figura 8: Beneficiamento do material coletado: (a) Peneiramento para separação da fração areia e cascalho (b) Secagem do material para separação granulométrica.

Após a caracterização destes ambientes, foram realizadas adequações e conferência dos ambientes mapeados em imagem digital, definindo de forma mais precisa cada limite.

Em função da heterogeneidade do material de cobertura tanto lateral como verticalmente, utilizou-se a técnica do peneiramento para melhor caracterização. Assim, as amostras coletadas, foram quarteadas e peneiradas, baseando-se na escala granulométrica de Wentworth (1922), conforme Quadro 3, obtendo-se o percentual de areia e cascalho/seixo dos principais ambientes, por serem estas as frações granulométricas predominantes no rejeito.

Desta forma, foram classificados como “fração areia” os diâmetros abaixo de 2 mm, não havendo separação das frações silte e argila e acima de 2 mm como cascalho, para os sedimentos compostos pelas frações de cascalhos, seixos, blocos e eventuais matacões.

Quadro 3: Classificação granulométrica dos sedimentos clásticos. Wentworth (1922). In: Suguio (1973).

SEDIMENTO	DIMENSÃO
Argila	Menor que 4 μm
Silte	Entre 4 μm e 64 μm
Areia	Entre 64 μm e 2 mm
Cascalho	Entre 2 mm e 4 mm
Seixo	Entre 4 mm e 64 mm
Bloco ou Calhau	Entre 64 mm e 256 mm
Matacão	Maior que 256 mm

Tais ambientes foram definidos em função da composição granulométrica e sua relação com a infiltração e escoamento das águas de chuva. Com base nestes critérios foram identificados oito tipos de ambientes, sendo mapeados em escala de detalhe de 1:2.000 e representados cartograficamente na escala de 1:6.000, conforme Mapa de Ambientes Resultantes da degradação Ambiental (Anexo 1).

3.2. Seleção das Vertentes para o Estudo de Topossequências

A topossequência do córrego Pau Grosso foi definida em vertente que apresentou trechos com uso de pastagem e trechos englobando os ambientes degradados mais representativos gerados pelo processo de garimpagem, localizando-se entre duas cabeceiras de primeira ordem (Figura 9).

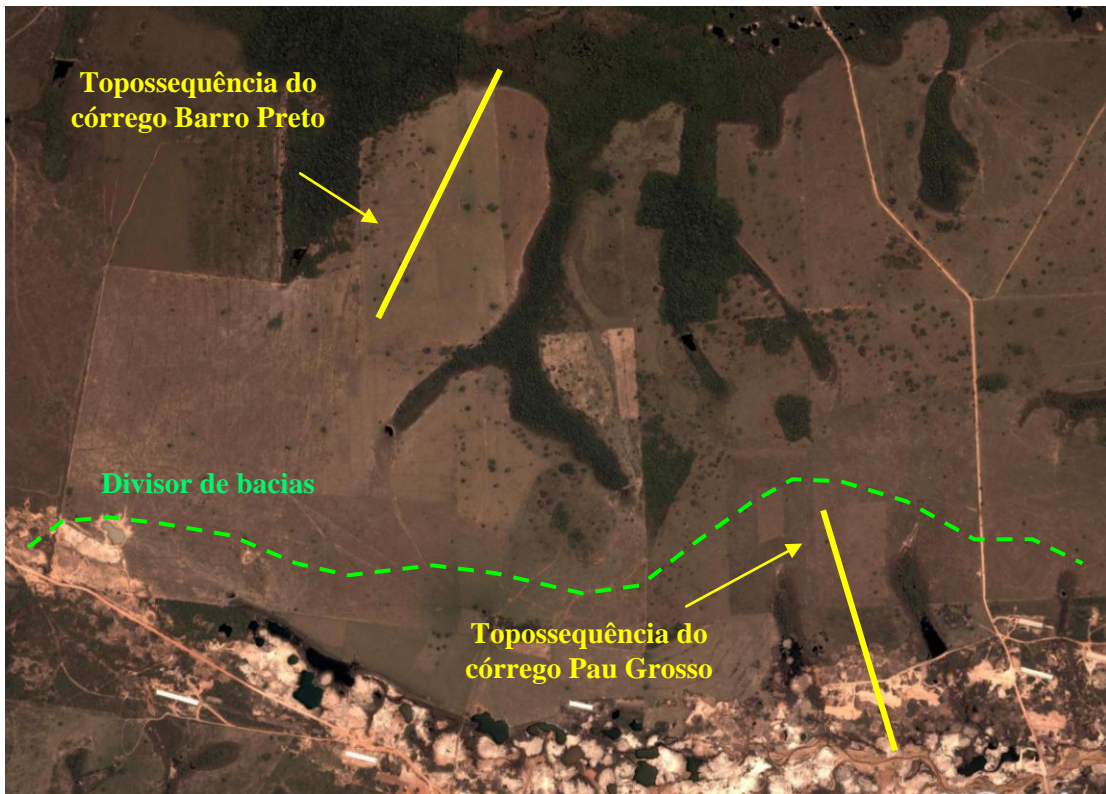


Figura 9: Localização das topossequências nas microbacias dos córregos Barro Preto e Pau Grosso. Imagem DigitalGlobe - Fonte: Google Earth Pro - 2008.

Para escolha de uma vertente não degradada pela atividade garimpeira, que possibilitasse o entendimento do funcionamento hídrico, tomou-se por base inicialmente as análises das fotografias aéreas da USAF (1966) e imagens digitais de alta resolução (DigitalGlobe), onde visualizou-se a existência de compartimentos semelhantes. Dando

seqüência realizou-se caminhamentos na região para reconhecimento das características morfopedológicas das mesmas, sendo realizado algumas tradagens rasas para a seleção final da área.

Feito o caminhamento, selecionou-se definitivamente uma vertente no córrego Barro Preto situada entre duas drenagens de primeira ordem, sem denominação local, com base nas características comuns relativas ao meio físico, especialmente quanto à ocorrência de um mesmo tipo de cobertura pedológica e forma de vertente, conforme os critérios descritos a seguir:

- Vertentes com perfis retilíneos a suavemente convexos;
- Vertentes com tamanhos aproximados, sendo a do Barro Preto com cerca de 960 m e do Pau Grosso com 880 m, ambas descaracterizadas pela retirada da cobertura vegetal original, substituída por pastagem;
- Declividade da vertente inferior a 5%;
- Áreas próximas, microbacia contíguas, onde as características fisiográficas tendem a apresentar variabilidade mínima;
- Coberturas pedológicas originadas pela mesma formação geológica;
- Padrão de drenagem dendríticos a sub-dendríticos;
- Vales abertos e fundo chato;
- Ocorrência de extração de cascalho diamantífero na microbacia;
- Planícies aluvionares, com presença de áreas brejosas e ocorrência de solos orgânicos.

Na definição das áreas para a realização das topossequências, foi fundamental a realização de entrevistas a antigos garimpeiros e moradores de Nova Marilândia (Anexo 2 e 3), que participaram do início da exploração do córrego Pau Grosso, sendo relatado pelos mesmos, semelhança das microbacias selecionadas, especialmente em relação ao fundo de vale quanto à existência das áreas brejosas, tipo de vegetação e a ocorrência de solos orgânicos e de solos arenosos com matéria orgânica sobre a camada de cascalho mineralizado.

Nas entrevistas, foi relatado que o córrego Pau Grosso apresentava a mesma largura que o Barro Preto, em torno de 3 m, entretanto era mais encaixado no terço inferior da drenagem, sendo, portanto, muito similar no setor de cabeceiras e terço intermediário, onde se tinha um predomínio de áreas mais brejosas, no entanto em menor escala.

Em caminhamento ao longo dos cursos d'água dos córregos Barro Preto e Pau Grosso foi possível verificar a ocorrência de solos arenosos, de cor escura, rico em matéria orgânica

em contato com cascalho (Figuras 10 e 11). Dado importante para se comprovar a similaridade do meio físico das duas vertentes selecionadas.



Figura 10: Área de garimpo manual clandestino situado no córrego Barro Preto. (a) Detalhe do material de coloração escura. (b) Material arenoso e escuro depositado sobre o cascalho diamantífero.

Durante o trajeto, foi possível constatar em vários locais a presença do material de coloração escura junto aos rejeitos da atividade garimpeira, proveniente da dragagem no córrego Pau Grosso. Outro ponto primordial já citado nos critérios para seleção das vertentes, mas que vale a pena destacar é a ocorrência de cascalho mineralizado presente no fundo do vale. Neste contexto é nítida a correlação entre os componentes do meio físico entre as duas microbacias, tendo como suporte principal a relação solo-paisagem (morfo-pedologia).



Figura 11: Material arenoso com presença de matéria orgânica. (a) Material arenoso de coloração escura, de ocorrência “in situ” às margens do córrego Pau Grosso, sob rejeito de dragagem. (b) Rejeito proveniente de dragagem, depositados no fundo do vale, cores variadas, com destaque para o material de cor escura alternando-se com material de cor cinza.

3.2.1 Estudo das Topossequências

Para levantamento dos solos e compreensão do funcionamento hídrico ao longo da vertente foram realizadas 02 (duas) topossequências, conforme metodologia da “Análise Estrutural da Cobertura Pedológica” proposta inicialmente por Boulet (1988).

Visando a caracterização da cobertura pedológica e posicionamento do aquífero freático, foram realizadas descrições de trincheiras, de sondagens a trado, com coleta de amostras deformadas para classificação dos horizontes pedológicos e levantamento da topografia da vertente ao longo de transectos desde o topo do interflúvio até o fundo de vale, cujos procedimentos metodológicos encontram-se detalhados a seguir.

3.2.1.1 Locação das trincheiras e das sondagens a trado.

Escolhida as áreas e plotados os transectos das topossequências utilizando-se imagens de detalhe, seguiu-se os passos para a realização da topossequência segundo Boulet, 1988; Salomão, 1994 e 2007; EMBRAPA, 2007; Soares da Silva, 2007.

A topossequência do córrego Barro Preto foi realizada em duas etapas, uma no período chuvoso (final de novembro 2007) e outra no período seco (final de agosto 2008). Inicialmente realizou-se a locação e abertura das trincheiras de montante para jusante até o setor de baixa vertente para descrição morfológica de detalhe do perfil do solo.

Dando continuidade, foi realizado um caminhamento até o contato com a área de brejo (ruptura de relevo) nitidamente definido entre a área seca e brejosa. A partir deste ponto, iniciou-se a realização das sondagens a trado e descrição das trincheiras rumo ao topo, para acompanhamento das transições laterais na cobertura pedológica, uma vez que não foi possível prosseguir rumo jusante em função do nível d'água aflorante no fundo do vale.

A continuidade do levantamento da topossequência foi realizada em agosto de 2008, com abertura de trincheiras e execução tradagens de forma a obter a variação da cobertura pedológica existente ao longo da vertente, desde o topo até o nível de base local (córrego Barro Preto).

A topossequência do córrego Pau Grosso, foi executada em agosto de 2008, com a realização de trincheiras e sondagens a trado nas áreas não degradadas por garimpo. Já nos rejeitos da atividade de mineração foram abertas somente trincheiras nos diferentes materiais

de cobertura encontrados (trecho degradado), em função da presença de cascalho, que impedia o avanço do trado manual.

Os solos foram classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos, com base na metodologia recomendada pelo Serviço Nacional de Levantamentos e Conservação de Solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1999). Os trabalhos de descrição e coleta de perfis foram realizados conforme as normas do “Manual de descrição e coleta de solo no campo” (LEMOS e SANTOS, 2002). As análises físicas, químicas e mineralógicas para caracterização dos solos nas amostras das trincheiras e tradagens foram realizadas segundo o “Manual de Métodos de Análise de Solo” (EMBRAPA, 1997).

A seqüência das tradagens obedeceu a um método sistemático de localização e observação de forma que as transições dos horizontes foram definidas de forma precisa, seguindo-se o seguinte procedimento: se a cobertura pedológica da primeira sondagem for diferente da segunda, realiza-se uma terceira sondagem entre as duas. Caso a terceira seja igual à primeira mas diferente da segunda, realiza-se a abertura de uma quarta sondagem, entre a terceira e a segunda, até se obter um “desenho” dos diferentes horizontes ao longo da vertente (Figura 12).

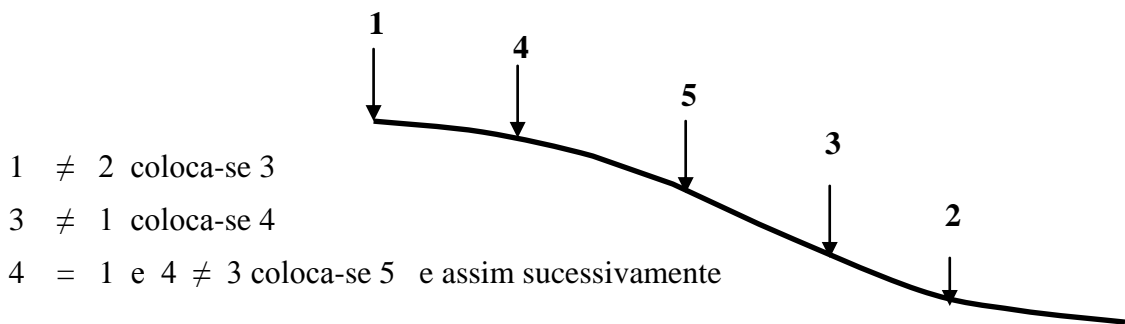


Figura 12: Método de implantação das tradagens em uma vertente (BOULET, 1988).

Vale ressaltar que a localização espacial e profundidade das sondagens permitiram a interpretação das relações verticais e laterais dos horizontes da cobertura pedológica, e sempre que possível localizando-se a posição do nível freático (Figura 13).



Figura 13: Execução de sondagens a trado para identificação dos solos e posicionamento do freático.

Nas áreas de solos não hidromórficos, as trincheiras foram localizadas nos setores principais das vertentes: topo, terço intermediário e base da vertente, especialmente nos locais de rupturas de relevo, mesmo que suaves.

Foram descritos os perfis do solo, sendo realizada a caracterização dos horizontes com base na cor, textura, porosidade, estrutura, consistência, presença de raízes, presença de matéria orgânica, mosqueados, plintita, níveis de cascalho, sendo coletado cada horizonte diferenciado.

Já nas amostras por tradagem, em função da deformação das mesmas, foi possível observar: cor da amostra, presença de raízes, minerais e textura e especialmente a localização do nível freático. Todavia nas áreas de domínio dos solos hidromórficos existentes na topossequência do Barro Preto, foi possível somente a abertura de duas trincheiras, devido à presença do nível freático aflorante ou muito próximo à superfície.

3.2.1.2. Caracterização do Comportamento Hídrico

A caracterização do comportamento hídrico das coberturas pedológicas nas vertentes estudadas foi realizada seguindo a metodologia de Salomão (2007), tendo por base as

observações de campo relacionadas ao comportamento da circulação das águas de chuva (em superfície e subsuperfície) e do nível freático ao longo dos horizontes pedológicos.

Desta forma, considerou-se as características morfológicas, especialmente textura, estrutura, porosidade e parâmetros indicadores de hidromorfismo tais como: cor, presença de plintita e mosqueados, níveis de concreção, fundamentais para caracterização do comportamento hídrico e o posicionamento do freático.

Com a representação gráfica dos horizontes pedológicos ao longo das topossequências foi possível interpretar o funcionamento hídrico das águas em superfície e em subsuperfície, relacionando-o a morfologia das vertentes.

3.2.1.3. Coleta de amostras

A coleta das amostras de solo em campo nas trincheiras e nas tradagens, assim como a descrição da cobertura pedológica realizou-se com base no Manual de descrição e coleta de solos em campo (LEMOS e SANTOS, 2002), as quais foram encaminhadas para análise física, química e mineralógica em laboratório credenciado.

Para amostragem do solo foi utilizado trado manual tipo holandês, com seis hastes de 1m cada, além de trena para a identificação da profundidade coletada e faca para a retirada das amostras.

Durante os levantamentos das duas topossequências foi realizado 19 pontos de observação, com coleta de 23 amostras dos horizontes característicos e abertura de 12 trincheiras.

Nas análises do solo foram considerados os parâmetros físicos com definição dos percentuais das frações de areia, silte e argila e nos parâmetros químicos: pH, cátions trocáveis, soma de bases, saturação de alumínio, fósforo, matéria orgânica, CTC, alumínio, Zn, Cu, Fe, Mn, B e S.

3.2.1.4. Levantamento Topográfico

Após a caracterização do solo e do material de cobertura, foram realizados os levantamentos dos perfis topográficos das duas vertentes por meio de medições planialtimétricas efetuadas diretamente no campo, com uso de nível de precisão (Nikon AX-

2s), mira graduada e trena, cujas informações foram verificadas a partir dos dados planialtimétricos disponíveis na base de dados da SEMA/MT, em escala 1:100.000

A vertente do córrego Barro Preto foi levantada de 10 em 10 m, entre cada leitura de vante e ré, com nível de precisão até atingir o leito do córrego situado no fundo do vale. Em função da vegetação ciliar presente nesta microbacia, foi necessária a abertura de picada desde o início da área brejosa.

Na vertente do córrego Pau Grosso, o trecho não degradado foi realizado utilizando a mesma distância. Todavia no trecho degradado da vertente pela garimpagem o levantamento foi ainda mais detalhado, sendo realizada a cada 5,0 m uma leitura de vante e de ré, para representar de forma mais fiel possível a morfologia do material de cobertura proveniente das áreas degradadas (Figura 14).

Os dados levantados nas topossequências permitiram a elaboração do perfil topográfico das vertentes estudadas, contendo a localização das tradagens e das trincheiras.



Figura 14: Leitura com nível de precisão para levantamento topográfico.

3.2.1.5. Representação Gráfica

Para permitir uma adequada visualização das relações existentes entre a topografia, a cobertura pedológica, material de cobertura (rejeito) e o funcionamento hídrico ao longo das vertentes estudadas, foram elaborados, na forma de perfis topográficos, representações esquemáticas de cada topossequência.

Os dados foram plotados inicialmente em papel milimetrado, sendo realizadas várias tentativas de forma a ajustar a escala adequada para representar os detalhes da morfologia da

vertente, assim como horizontes do solo da topossequência (SOARES DA SILVA, 2007). Posteriormente os desenhos foram escaneizados, sendo utilizados o Word e o Corel DRAW X4 para tratamento e construção das figuras e representação cartográfica.

Nesta representação foram utilizadas três escalas diferentes, da ordem do metro que se referem às distâncias horizontais, às altitudes e a terceira representando às espessuras dos horizontes.

Ressalta-se que as topossequências foram realizadas desde o topo até o nível de base, entretanto em função da representação gráfica, para que se obtivesse um detalhe das mesmas para efeito de comparação e comprovação das hipóteses propostas, as mesmas foram representadas a partir do setor intermediário até o fundo de vale.

Com a interpretação dos dados resultantes da análise de imagens e dos levantamentos em campo, foi possível distinguir os diferentes ambientes e interpretar o funcionamento hídrico em relação à infiltração das águas de chuva, nível freático e escoamento superficial.

3.3. Análise e Interpretação dos Dados

Após a identificação, caracterização e mapeamento dos diferentes ambientes e realização e representação cartográfica das duas topossequências foram analisados os resultados, interpretando-se o funcionamento hídrico das topossequências realizadas. A partir daí elaborou-se um texto dissertativo contendo todas as etapas realizadas, sendo descrito o material e método utilizado para obtenção dos resultados e das conclusões.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Ambientes Resultantes da Degradação por Garimpo

Neste item são apresentadas as formas de garimpagem realizadas na área de estudo e a caracterização dos diferentes ambientes resultantes da degradação ocasionada pela atividade garimpeira.

4.1.1. Formas de Garimpagem

Com base em dados do diagnóstico realizado pela METAMAT e FEMA (1996), levantamentos em campo e entrevistas com antigos garimpeiros, pode-se distinguir três formas diferenciadas de garimpagem na microbacia do córrego Pau Grosso conhecidas como: garimpo manual, garimpo de rego d'água e garimpo de draga. O entendimento das formas de garimpagem realizadas na área foi fundamental para se visualizar o processo utilizado e os vários estágios de degradação, assim como as formas de deposição e disposição do material de cobertura (rejeito da extração do diamante) as quais responderão de forma diferenciada à recuperação.

Garimpo *Manual*:

Nesse tipo de exploração o desmonte da cobertura estéril, assim como o do terraço mineralizado era realizado com a utilização de equipamentos não mecanizados tais como: pás, picaretas, enxadas, enxadões e alavancas.

No processo de desagregação dos depósitos diamantíferos, os cascalhos, seixos e blocos eram retirados manualmente e depositados ao lado da frente de lavra (Figura 15). Enquanto que a fração de cascalho mineralizado era separada com o uso de ralo, peneiras grossas, assentadas a um suporte de madeira, denominada “mariquinha” ou em tela de arame dispostos em inclinação de cerca de 45° (Figura 16).



Figura 15: Lavra manual do cascalho diamantífero, detalhe da separação do material mineralizado pronto para a lavagem - lavra recente.



Figura 16: Equipamento denominado “mariquinha” utilizado para separação granulométrica – lavra abandonada.

O material separado (*cascalho trelado*) era transportado até a fonte d’água para lavagem. A separação final era feita geralmente com o uso de três peneiras, sendo uma sequência de malha Grossa (10 mm), de malha média (5 mm) e malha fina (1,5 mm), onde a última, corresponde a granulometria de maior ocorrência dos diamantes.

Garimpo de *rego d’água*:

Dois procedimentos de garimpo de *rego d’água* foram utilizados na região, no primeiro caso o desmonte do pacote mineralizado era realizado a seco, manualmente por meio de ferramentas rudimentares e conduzido para a uma calha com “riffles” (bica canadense), que recebia o cascalho a ser lavado. A água utilizada no processo era retirada da drenagem principal por gravidade através de um “rego” secundário direcionado para a calha. O controle da água era realizado por intermédio de uma comporta instalada no início do canal secundário, sendo a apuração final do concentrado da calha feita com o uso de peneiras e bateias.

No segundo procedimento, o material contendo o cascalho diamantífero era desmontado e peneirado preliminarmente com auxílio da água corrente, cujos sedimentos de menor granulometria eram carregados para a drenagem e os de maior densidade ficavam retidos nas “armadilhas”, construídas ao longo do canal de lavagem, conhecidas como “fervedor”, correspondendo a obstáculos (pequenas barreiras em desnível ou caixas), instalados em intervalos estabelecidos com altura em média 15 cm, calçado com “pedras”. O cascalho

mineralizado retido no “fervedor” era transportado para o curso d’água e concentrado manualmente por meio do uso de peneiras e bateias.

A água necessária para a garimpagem com rego d’água era “retirada através da construção de um dique transversal a drenagem principal, feito com toras de madeiras e pedras, ocasionando por vezes mudanças no leito da drenagem, muito conhecidas como viradas”, em alguns casos alterando definitivamente o funcionamento hídrico local. Para cada frente de lavra em atividade era construído um rego (canal) na rocha (bed-rock) em declividade suficiente, para que ocorresse um bom escoamento d’água para o beneficiamento do cascalho.

Garimpo de *Draga*:

Nesse, o processo de extração e beneficiamento era realizado via úmida, iniciando com a captação d’água geralmente feita diretamente na drenagem ou frentes de lavras antigas e represas, com o uso de bombas de sucção/recalque e tubulações de 6” de diâmetro. O desmonte do minério era realizado por meio de bico jato, com forte pressão desagregando o pacote mineralizado, formando uma polpa.

Em geral a polpa era conduzida a uma pequena cava, denominada popularmente como “pia”, através da abertura de um canal de escoamento no “bed-rock”, sendo usada uma bomba de sucção (chupão), para o transporte até a unidade concentradora (caixa de decantação ou fervedouro e uma bica canadense, revestida na parte interna por uma grade de ferro), onde fica depositado o diamante e demais minerais de maior densidade.

Ao longo do trajeto era realizada a separação manual do material acima de 3,5” e em especial superior a 6,0”, formando pilhas de seixos e blocos compostos em sua maioria por quartzos e metarenitos (Figura 17).



(a)



(b)

Figura 17: Detalhe dos seixos e blocos separados manualmente. (a) Bloco com cerca de 15 cm. (b) Seixos e blocos “amontoados” manualmente.

Importante destacar que o conjunto de moto-bombas utilizado tinha capacidade de cerca de 5m³/hora, trabalhando geralmente abaixo do nível de base local em função da localização e espessura do pacote mineralizado, ocasionando, portanto, grande impacto ambiental. Nesses casos o impacto tinha início com o desmatamento seguido pela destruição de diques marginais, assoreamento de drenagem, mudanças no leito, aberturas de cavas e deposição de estéril de forma irregular e aleatória (Figura 18).



Figura 18: Área degradada pela extração de diamante por meio de dragagem, rio São Francisco - Nova Marilândia/MT. Imagem DigitalGlobe – Fonte: Google Earth Pro -2008.

4.1.2. Caracterização dos Ambientes Resultantes das Atividades Garimpeiras

O processo de exploração mineral na microbacia do córrego Pau Grosso teve início no ano de 1959, de forma manual e com equipamentos rudimentares, permanecendo até o começo da década de 70, quando foram introduzidas as primeiras dragas (METAMAT e FEMA, 1996).

De 1972 até 1998 a microbacia do córrego Pau Grosso, foi intensamente explorada, principalmente ao longo do fundo de vale, desde sua cabeceira até sua foz, numa extensão aproximada de 5.600 m (Figura 19).



Figura 19: Ambiente degradado por garimpo na microbacia do Córrego Pau Grosso.

Por meio de interpretação digital do levantamento aero-fotogramétrico de detalhe, de imagens de alta resolução disponíveis no Google Earth, Fotos da USAF (1966) e dos relatos de antigos garimpeiros, constatou-se total transformação do leito do córrego Pau Grosso, que originalmente apresentava largura média de três metros e conformação meandrante, adquirindo atualmente largura variável de 30 a 70 m e padrão anastomosado, conforme definido por Christofletti (1981) e verificado na Figura 20.



Figura 20: Detalhe do leito anastomosado do córrego Pau Grosso. Imagem DigitalGlobe – Fonte: Google Earth Pro -2008

A exploração de diamante teve início junto às margens e leito do córrego, avançando em direção a planície de inundação e posteriormente atingindo preferencialmente os setores de baixa vertente e por vezes de média vertente da microbacia do córrego Pau Grosso, ocasionando uma modificação profunda na paisagem local.

Dentre as diferentes formas de garimpagem realizadas na área de estudo, os impactos gerados pelo uso de dragas são indiscutivelmente maiores se comparados a outras formas de extração. Uma vez que a dragagem não ficou restrita ao leito do córrego e fundo de vale, onde encontram-se as aluviões atuais, mas avançou nos antigos terraços, abrindo novas áreas e repassando os locais já explorados pelo método manual e de garimpo de rego d'água.

Com a dragagem predominando sobre as demais formas de garimpagem, houve a completa descaracterização do curso d'água, mudanças no perfil topográfico, alteração no funcionamento hídrico e maior intensificação dos processos erosivos e de assoreamento.

O pacote mineralizado (cascalho diamantífero), apresentava espessura variada, com média de dois a três metros e espessura máxima observada de seis metros. O cascalho era encontrado em profundidade variada, geralmente superior a um metro, possibilitando assim a abertura de inúmeras cavas abaixo do nível de base do córrego Pau Grosso. Muitas delas atualmente preenchidas pelo “rabo de bica” (rejeito) proveniente de outras cavas exploradas nas proximidades.

Foram cadastradas por interpretação do levantamento aero-fotogramétrico de detalhe datado de 2006, 54 cavas abertas para extração de diamante em toda a microbacia, com tamanhos e profundidades variadas, localizadas nos diversos setores da vertente, concentrando-se no terço superior da drenagem e no fundo de vale. As cavas maiores localizadas nas cabeceiras encontram-se atualmente interligadas, por um ou vários canais, contribuindo para manter a perenidade do curso d'água.

A microbacia do córrego Pau Grosso, possui área total de 520 hectares, sendo 266,34 hectares (51,71%) ocupados por pastagem e os 251,12 hectares (48,29%) restantes degradados pela atividade garimpeira.

Como resultado da interpretação das imagens de alta resolução, dos levantamentos de campo e das coletas dos materiais de cobertura para caracterização dos diferentes ambientes existentes na área de estudo, por meio da separação granulométrica da fração cascalho e areia, tendo por base o funcionamento hídrico, foram distinguidos ambientes encontrados em áreas permanentemente secas, em áreas temporariamente úmidas e em áreas permanentemente úmidas.

Esses ambientes foram definidos em função das características físico-hídricas do material de cobertura, tendo por base o comportamento destes em relação à infiltração, ao escoamento, à absorção das águas de chuva e ao posicionamento do aquífero freático. Neste sentido, foram designados dois setores distintos, sendo: compartimento de ambientes secos e compartimentos de ambientes úmidos (áreas temporariamente e permanentemente úmidas), conforme sintetizado na Figura 21, cujos ambientes são representados cartograficamente no Mapa de Ambientes Resultantes da Degradação Ambiental no Anexo 01, com distribuição do percentual e descrição das características apresentadas nas Figuras 22 a 38.



Figura 21: Diferentes ambientes existentes na microbacia do córrego Pau Grosso.

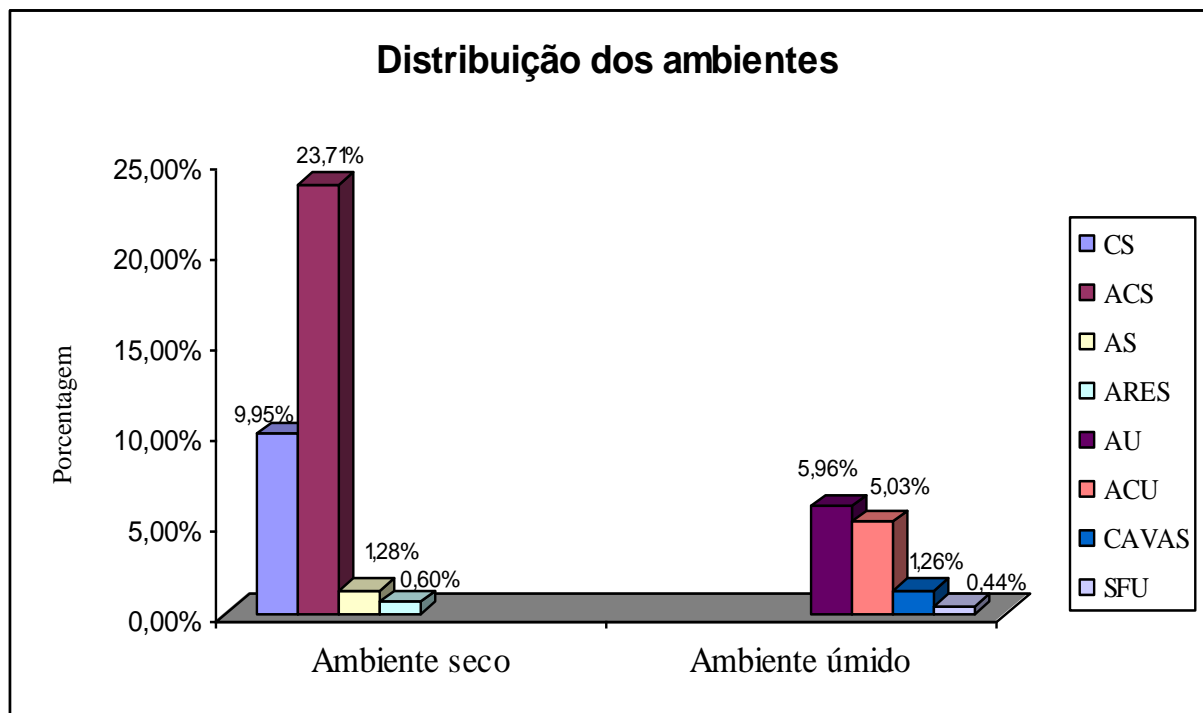


Figura 22: Distribuição dos ambientes degradados na microbacia do córrego Pau Grosso.



Figura 23: Na parte superior área não degradada por garimpo (pastagem), abaixo áreas de ambiente com domínio de cascalho e areia/cascalho (secos e úmidos) e cavas. Imagem DigitalGlobe – Fonte: Google Earth Pro - 2008.

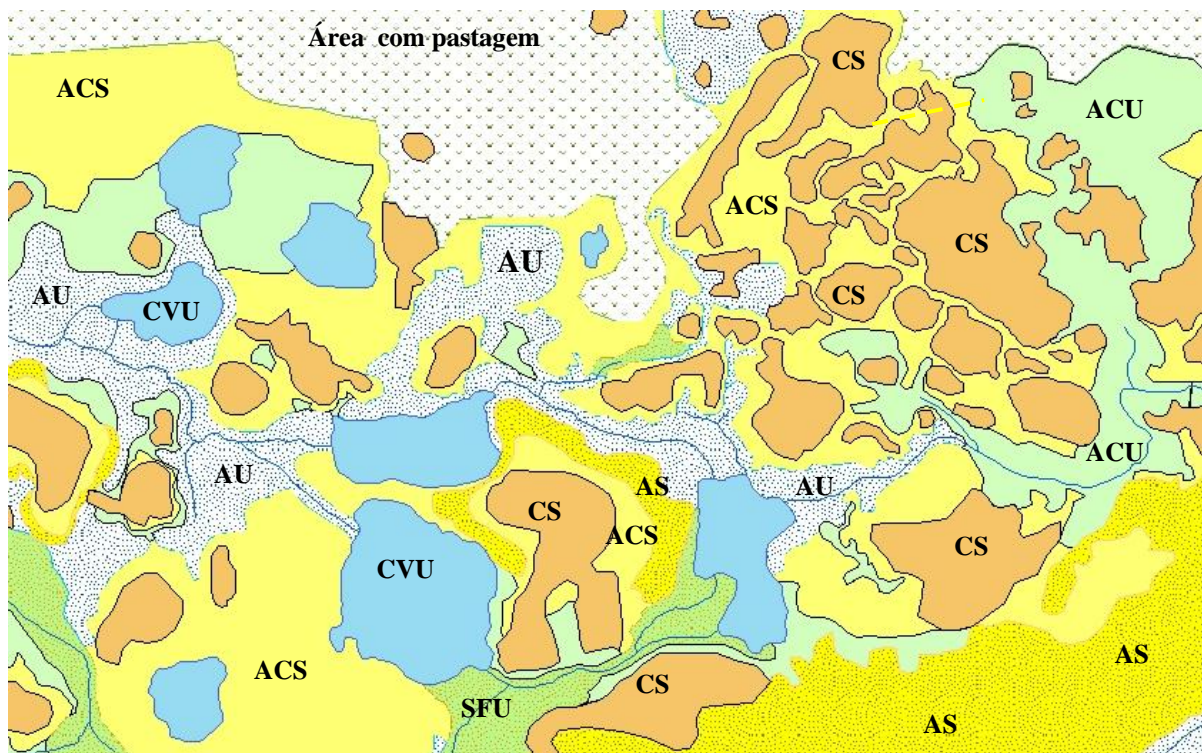


Figura 24: Ambientes degradados mapeados com base na interpretação de imagens de alta resolução.

4.1.2.1 Compartimento de Ambientes Secos

São compartimentos que apresentam-se secos durante todo o ano, com nível freático no período chuvoso a profundidade mínima de 50 cm, correspondendo a um total de 73,70 % de toda a área degradada. Estes por se situarem preferencialmente nos setores de média e alta vertente, são responsáveis pelo fornecimento de material para o fundo de vale, ocasionando o assoreamento do canal de drenagem.

4.1.2.1.1 Ambiente CS (Cascalho)

Corresponde à ambientes formados essencialmente por depósitos provenientes do rejeito do garimpo de draga, representando os setores degradados de maior impacto visual na microbacia do córrego Pau Grosso.

São depósitos bem individualizados, dispostos em pilhas e facilmente identificados nas imagens de satélite e no levantamento aero-fotográfico de detalhe. Estes são compostos por mais de 70 % de cascalhos, com granulometria não superior a 64 mm (em função do diâmetro da tubulação da draga) e matriz composta por areia fina a grossa, com predomínio desta última (Figura 25).

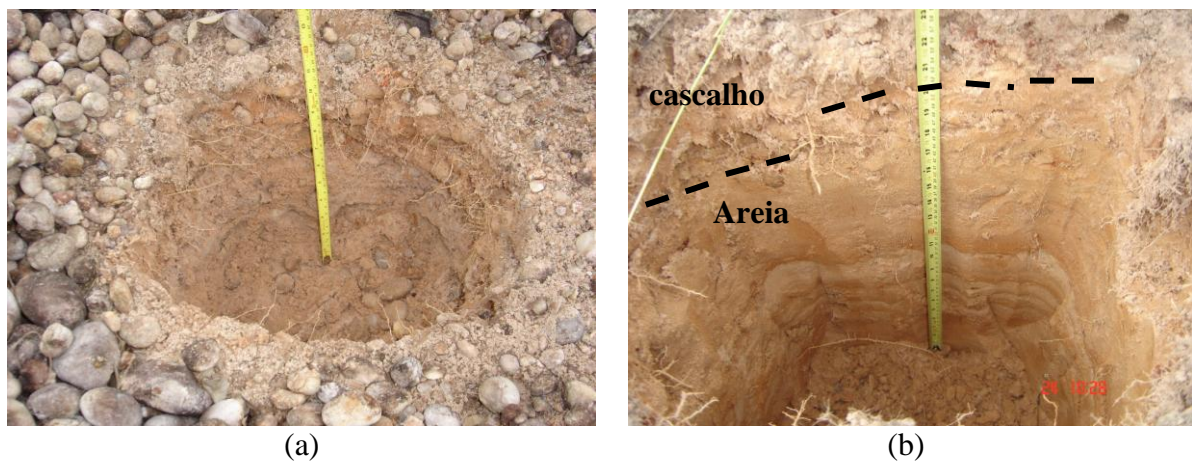


Figura 25: Ambiente de cascalho e areia: (a) Depósito de cascalho (*rabo de bica*) proveniente da dragagem. (b) Perfil da trincheira mostrando intercalação de material arenoso de cores variadas, por vezes indicando a presença de material mais fino nos tons mais escuros.

Na microbacia de estudo esses depósitos atingem em média altura de 2,5 m, com dimensões de cerca de 25 x 20 m, cuja porção mais alta da pilha se situa na antiga posição da calha concentradora/separadora (bica canadense). Em função deste método de separação

hidrogravimétrica, as pilhas de cascalho em geral apresentam forma de semicírculo ou em leque (Figuras 26 e 27).



Figura 26: Pilha de cascalho. Detalhe do contato nítido entre as frações mais grosseiras onde predomina o cascalho, com ausência de vegetação com as frações de areia / cascalho, com gramíneas.



Figura 27: Pilhas de cascalho dispostos aleatoriamente no terreno.

Durante o processo de beneficiamento do cascalho diamantífero o material mais grosseiro era disposto na saída da calha concentradora, enquanto que os sedimentos mais finos eram carreados vertente abaixo, formando uma seqüência com variação lateral, com granulometria decrescente, geralmente composta por cascalho com pouco areia, seguido pela deposição das frações areia / cascalho em proporções similares e na parte mais a jusante da pilha predomínio de areia fina a muito fina seca ou úmida com presença de silte e argila.

Soma-se também a este ambiente, os depósitos constituídos praticamente de 100 % de seixos superiores a 64 mm (limite da “boca” da draga), blocos e por vezes matacões provenientes da separação manual durante o processo de dragagem ou do garimpo manual, que se encontram empilhados, podendo atingir em média 1m de altura e cerca de 10 a 12 m de extensão, com largura máxima de 4 m.

As águas de chuva infiltram com muita facilidade neste ambiente, escoando em direção ao leito do curso d’água, praticamente não havendo retenção d’água, tornando-o seco durante o ano todo, impossibilitando a regeneração natural da cobertura vegetal.

No mapeamento dos ambientes, foram identificadas 554 pilhas de cascalhos bem individualizadas, totalizando cerca de 51,74 hectares, conforme Mapa de Ambientes Resultantes da Degradação Ambiental (Anexo 1). Neste ambiente fica claro a dificuldade do estabelecimento das espécies vegetais, que aparecem em geral na base e ou no contato destas pilhas com outros ambientes que se apresentam mais úmidos e compostos por materiais de granulometria mais fina.

4.1.2.1.2. Ambiente ACS (Areia/ Cascalho Seco)

Constituem ambientes compostos por um percentual maior de areia, em torno de 60%, situados imediatamente abaixo dos ambientes CS, onde a fração mais grosseira diminui à medida que se afasta dos rejeitos de cascalhos conhecidos localmente como *rabos de bica*.

São ambientes muito permeáveis tendo em vista sua composição granulométrica, onde as águas de chuva circulam livremente, entretanto, favorecem acumulação temporária de água após o período chuvoso, provenientes da própria chuva e dos ambientes onde predomina cascalhos (ambiente CS), situados pouco a montante (Figura 28).

Este ambiente é o mais representativo na microbacia do córrego Pau Grosso, ocupando 123,33 hectares, ou seja, cerca de 49,11% de toda a área degradada pela atividade garimpeira.

Importe destacar que no processo de dragagem realizado sem “nenhum” controle técnico, muitos rejeitos eram dispostos de forma aleatória, recobrando outros depósitos e mesmos rejeitos. Na atividade garimpeira é muito comum a realização de repasse do material já beneficiado, promovendo assim a formação de nova composição granulométrica destes rejeitos. Neste contexto, destaca-se a dificuldade de separação destes ambientes em função dos vários repasses, das formas de extração e mesmo a da própria composição do material lavrado, não havendo um padrão único.

No entanto é evidente a distribuição mais proporcional das frações areia e cascalho, o que favorece o estabelecimento de espécies vegetais, especialmente a *Mabea fistulifera*, localmente conhecida como mamoninha e de *Melastomataceas* (SOARES, 2009) na base dos depósitos onde existe maior umidade.



Figura 28: Ambiente de areia e cascalho: Detalhe para o escoamento da água de chuva armazenada neste ambiente fluindo para a drenagem. Observa-se ainda o estabelecimento de vegetação na base do depósito.

4.1.2.1.3. Ambiente AS (Areia Seca)

Este ambiente é formado essencialmente por sedimentos arenosos e lentes centimétricas de material fino composto por silte e argila, podendo ocorrer cascalhos dispersos em várias em várias profundidades (Figura 29). Resultam da deposição direta da polpa, após a separação do material mais grosseiro pela calha concentradora, sendo rica em

areia e sedimento em suspensão proveniente da dragagem durante o decapeamento das camadas arenosas situadas sobre os depósitos e da matriz do conglomerado mineralizado.

Nos levantamentos de campo observou-se que estes depósitos são acrescidos, em especial no período chuvoso, pela deposição de sedimentos finos (areia fina a muito fina, silte e argila) provenientes dos ambientes de cascalho e areia/cascalho situados topograficamente mais elevados, que por erosão carregam estes para as partes mais baixas. Estes ambientes por vezes não apresentam contato muito nítido com o ambiente de areia / cascalho pela disposição de inúmeros depósitos que se sobrepõem.

A área de maior expressão destes depósitos ocorre predominantemente no terço médio e baixa vertente do curso d'água distribuídos em aproximadamente 6,65 hectares.



Figura 29: Ambiente de areia. (a) No ambiente de areia a topografia é em geral plana. (b) Abertura de trincheira para caracterização do material.

Por vezes, observa-se no interior deste ambiente arenoso, lentes centimétricas de sedimentos finos (silte e argila) que dão coloração variada similar a estratificação horizontalizada. São ambientes muito permeáveis permitindo fácil infiltração das águas de chuva, que podem ser retidas ao encontrarem as lentes de materiais mais finos mantendo umidade em sub-superfície.

Esses ambientes em geral situam em relevo mais planos, entretanto o domínio de areia não coesiva favorece a instalação de processos erosivos que assoreiam o curso d'água, intensificando ainda mais a degradação ambiental. Neste sentido, especial atenção deve ser dada a esse ambiente, em função da sua suscetibilidade a erosão uma vez que ocorre a retirada de material para uso na construção civil.

Em estudos realizados na microbacia do córrego Pau Grosso, Soares (2009) identificou o estabelecimento de espécies arbóreas nestes ambientes destacando a *Alchornea*

discolor (cafezinho), *Bellucia grossularioides* (goiaba de anta), *Buchenavia tomentosa* (mirindiba), *Byrsonima spicata* (muricizinho), *Pera bicolor* (fumo bravo), *Physocalymma scaberrimum* (aricá), *Tachigali vulgaris* (justa conta), *Vismia brasiliensis* (vismia), *Vochysia haenkeana* (cambará liso).

As características deste ambiente favorecem a regeneração natural em função da granulometria presente, relevo plano (quando ocorrem no fundo do vale) e funcionamento hídrico, uma vez, que mantém a umidade em subsuperfície, quando situadas mais próximas ao do canal de drenagem e das bordas das cavas, portanto, mais próximas ao aquífero freático.

4.1.2.1.4. Ambiente ARES (Área com vegetação em regeneração)

Ambiente constituído por solo parcialmente degradado pela atividade garimpeira, e vegetação em estágio de regeneração natural, representada por espécies arbóreas nativas diversas e exóticas frutíferas, contornando cavas e pilhas de rejeito de cascalho e areia / cascalho dispostos aleatoriamente, situados no setor de cabeceira de drenagem e nascente principal do córrego Pau Grosso (figura 30 e 31).

Provavelmente esta vegetação se manteve neste ambiente, por encontrar-se mais tempo com a atividade garimpeira paralisada e principalmente por situar em área com ausência de depósito mineralizado ou de baixa mineralização não sendo viável economicamente.

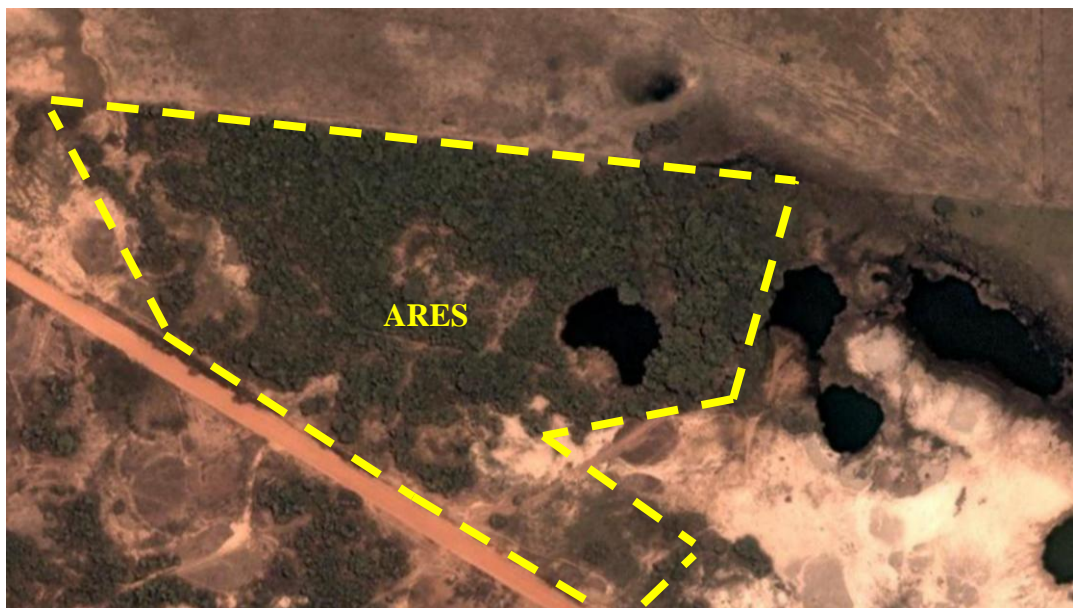


Figura 30: Ambiente de vegetação em regeneração situada na cabeceira do córrego Pau Grosso. Imagem DigitalGlobe – Fonte: Google Earth Pro -2008

Conforme Brasil (1982), relato dos antigos garimpeiros e com base nas fotos aéreas de 1966 da USAF, esta região era coberta por floresta, sendo totalmente descaracterizada pela retirada da vegetação. Segundo Soares (2009), neste ambiente são encontradas atualmente espécies de Floresta Estacional Semidecidual e do Cerradão, em sua maioria no estágio inicial de sucessão, contendo predominantemente espécies pioneiras.



Figura 31: (a) e (b). Fragmento de vegetação na cabeceira do Córrego Pau Grosso.

A conservação deste ambiente é fundamental para a manutenção do funcionamento hídrico do córrego Pau Grosso, por abrigar a maior parte do setor de cabeceira e nascente, e especialmente por ser o único fragmento de vegetação (em regeneração) existente na microbacia de estudo, com aproximadamente 3,19 hectares de área.

4.1.2.2. Compartimento de Ambientes Úmidos

São compartimentos que apresentam permanentemente úmidos ou temporariamente úmidos durante a maior parte do ano, com nível freático aflorante ou muito próximo a superfície, ocupa 66,05 hectares, correspondendo a um total de 26,30 % de toda área degradada pela atividade garimpeira.

Os ambientes úmidos situam-se preferencialmente nos setores de baixa vertente e fundo de vale, sendo extremamente importantes para a manutenção do canal da drenagem do córrego Pau Grosso. Neste contexto, em função da composição do material de cobertura dos setores de montante serem constituídos predominantemente por textura arenosa, não coesa, estes ambientes tornam-se muitos suscetíveis a alterações, especialmente ao assoreamento dos canais de drenagem e das cavas.

4.1.2.2.1. Ambiente AU (Areia Úmida)

Ambiente que predomina a ocorrência de areia, podendo ocorrer cascalhos dispersos em diversas profundidades, demonstrando a irregularidade dos depósitos oriundos da dragagem.

Esse material é formado pela deposição de frações granulométricas mais finas durante a dragagem e também do carreamento de areia, silte e argila dos depósitos de “*rabo de bica*” vertente abaixo após a paralisação da atividade garimpeira, formados pelos processos de erosão e deposição.

Na microbacia do córrego Pau Grosso esses ambientes de areia úmida cobrem área de cerca de 31,02 hectares, ocorrendo em geral contornando áreas de cavas e áreas marginais aos canais de escoamento no setor de baixa vertente próximo ao curso d’água. Comumente observa-se a presença do ambiente AS, ocorrendo paralelamente ao Ambiente AU, porem em faixa mais estreita, conforme verificado na Figura 32.

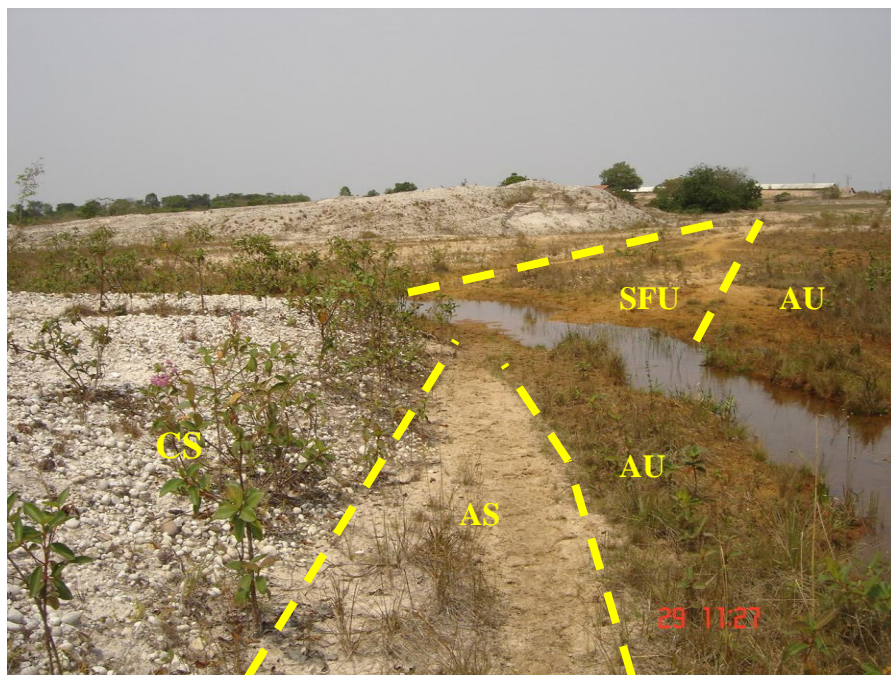


Figura 32: Área de preservação permanente do córrego Pau Grosso com ocorrência de vários ambientes com destaque para a areia úmida junto às margens.

Soma-se ainda a estes ambientes, locais com maior presença de argila intercalada com areia em camadas horizontalizadas a sub-horizontalizadas, com nível d’água na superfície ou próximo a ela, dando origem a ambientes mal drenados (Figura 33).



Figura 33: Ambiente de Areia úmida (Au), ao fundo temos a cava, próxima a nascente: (a) Área que recebeu a deposição de material fino proveniente da dragagem. (b) Perfil da trincheira mostrando intercalação da deposição de argila e areia.

Em função da posição topográfica em que se encontram esses ambientes (áreas rebaixadas), preferencialmente junto às margens do atual curso d'água, assim como pela sua composição textural arenosa com lentes de sedimentos finos intercalados, estes constituem ambientes úmidos saturados em água durante boa parte do ano, especialmente por influência das precipitações pluviométricas.

A ocorrência de vegetação foi fundamental para a identificação destes ambientes, sendo comum à presença de buritis (*Mauritia flexuosa*), Melastomatáceas e gramíneas conforme bem demarcado na Figura 34 abaixo.

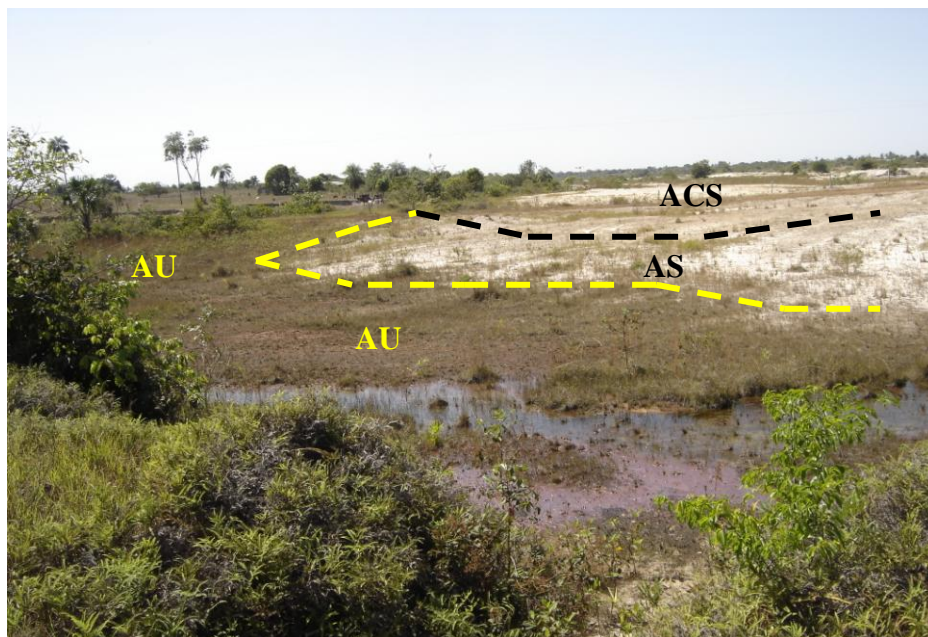


Figura 34: Ambiente de areia úmida, com detalhe para a vegetação marcando o limite da areia seca com a areia úmida.

No período não chuvoso do ano, as partes superiores deste material (cerca de 20 a 30 cm de profundidade), drenam-se naturalmente, tornam-se praticamente secas durante o período.

4.1.2.2. Ambiente ACU (Areia / Cascalho Úmido)

Ambiente constituído por sedimentos arenosos e cascalhentos resultantes do assoreamento observado ao longo do leito anastomosado do curso d'água e suas margens. Trata-se de sedimentos provenientes de processos erosivos que se desenvolvem em microbacias afluentes da margem esquerda do córrego Pau Grosso e de processos erosivos instalados nos ambientes de montante situados no fundo do vale, ocupando uma área de cerca de 26,15 hectares (Figura 35).



(a)

(b)

Figura 35: Fundo de vale do córrego Pau Grosso. (a) e (b) leito atual totalmente assoreado por rejeito da garimpagem.

Formados por depósitos de areia e cascalho, sendo comumente encontrados em seu interior resíduos provenientes das atividades garimpeiras, tais como: madeira, partes de sucatas de equipamentos, pedaços de mangueira, ferragem, baterias, etc.

Porções estabilizadas desse ambiente constituídas, em especial, por pequenas ilhas permanentemente úmidas circundadas por canalículos do leito anastomosado, encontram-se em processos de revegetação natural com domínio de espécies de Melastomataceas (*Macairea radula*, *Microlicia pallida*, *Desmocelis vilosa* e *Clidemia* sp.), identificadas por Soares (2009).

Neste ambiente o funcionamento hídrico é similar ao observado em ambientes naturais de agradação, onde as águas pluviais e de escoamento se acumulam mantendo-se saturadas

durante o período chuvoso e umedecidas no período não chuvoso do ano. Sua constituição arenosa e presença em subsuperfície de camadas de impedimento de drenagem relacionada ao substrato rochoso, favorece a ocorrência de aquífero freático que oscila em função dos períodos chuvosos e não chuvosos do ano.

4.1.2.2.3. Ambiente CVU (Cavas)

Este ambiente é representado por cavas com a retenção de águas em seu interior, abertas pelas práticas garimpeiras, situadas no fundo do vale, onde se encontrava a planície de inundação, com disponibilidade hídrica favorecida pelo aquífero freático ocupando aproximadamente 6,57 ha da microbacia do córrego Pau Grosso (Figura 36).

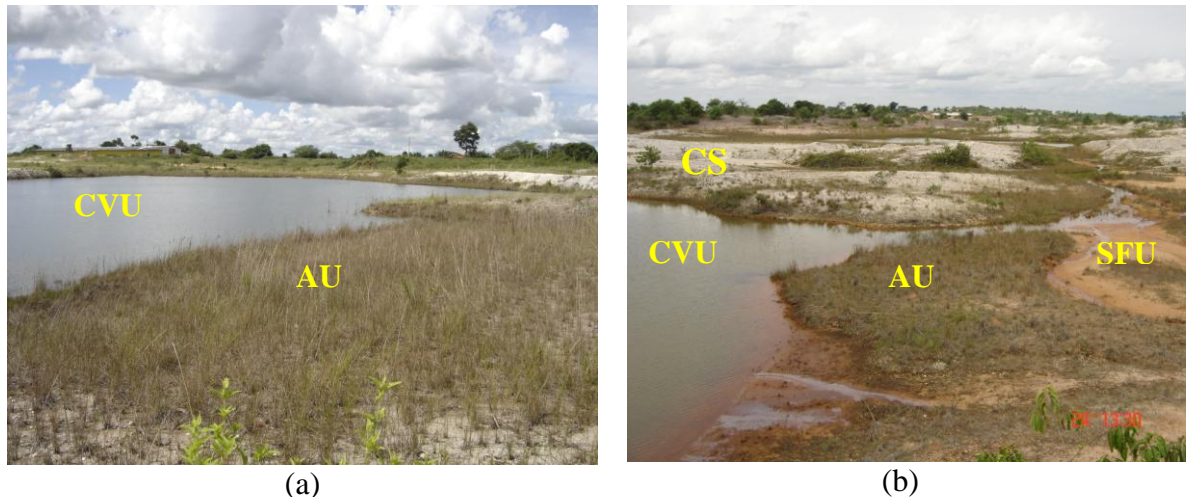


Figura 36: Ambiente de cava (CVU). (a) Dragagem no fundo do vale com a formação de cavas.(b) Cava interligada ao canal de drenagem atual do córrego Pau Grosso.

Essas cavas apresentam taludes verticalizados com profundidades e conformação variadas, permanecendo com água retida em seu interior durante o ano todo, mesmo com o rebaixamento do aquífero freático durante o período não chuvoso, favorecendo a manutenção do curso d'água por meio dos pequenos canais resultantes de extravasamento, especialmente de cavas dispostas no setor de cabeceira de drenagem e próximas ao curso d'água.

4.1.2.2.4 Ambiente SFU (Sedimentos Finos Úmidos)

Constituído por materiais de textura argilo-silto-arenosa, trazidos dos setores de montante pela dinâmica hídrica superficial, encontram-se situados em setores rebaixados de

fundo de vale em embaciados colmatados, sendo, portanto fortemente influenciado pelo escoamento do excedente hídrico dos setores de montante da vertente (Figura 37 e 38).

Este ambiente com cerca de 2,31 ha de área é o de menor representatividade na área de estudo.

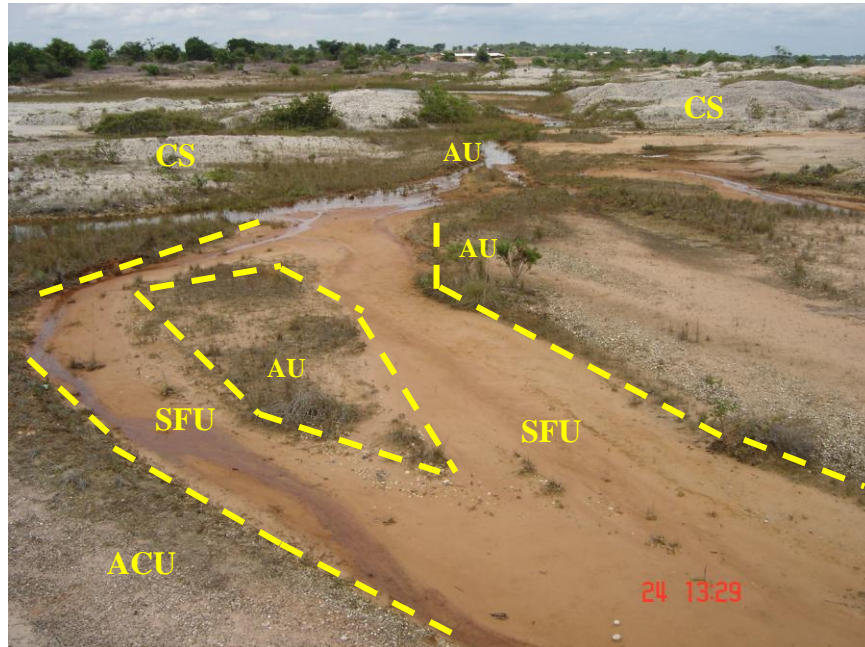


Figura 37: Ambientes resultantes da degradação ambiental. Detalhe para o ambiente SFU.

A posição e a conformação topográfica desses ambientes configuram comportamento próprio de áreas de agradação, e, portanto onde subsistem áreas de baixas energia de escoamento fluvial, permitindo a deposição contínua de sedimentos finos tornando esses ambientes com baixa permeabilidade e com freqüentes alagamentos verificados durante eventos chuvosos.

Estas águas acumuladas praticamente não se infiltram, secando apenas por efeito da evaporação ou por escoamento quando interligadas ao canal principal.

Durante a estação não chuvosa, o escoamento das águas superficiais neste ambiente é mantido por determinado período, pelas águas armazenadas especialmente nos ambientes de areia/cascalho que são drenadas vertentes abaixo.

Essa condição de funcionamento hídrico e deposição contínua de material dificultam a persistência de cobertura vegetal. Quando cessada a fonte de sedimento e os embaciados preenchidos, esses ambientes gradam para ambiente de areia úmida, estabelecendo nesta fase, espécies vegetais de gramíneas.



Figura 38: Ambiente de Sedimentos Finos (SFU): (a) Deposição de sedimentos finos, sendo carreados para dentro da cava. (b) As cores variadas indicam as varias deposições do material.

4.2. Caracterização das Coberturas Pedológicas

Para caracterização dos solos e interpretação do funcionamento hídrico das áreas degradadas pela atividade garimpeira foram realizadas duas topossequências, sendo a primeira localizada em área de pastagem, mantendo a cobertura pedológica e topografia original e a segunda em área degradada pela atividade garimpeira.

Para efeito de comparação estas áreas apresentam similaridade das características do meio físico, visando à compreensão das alterações causadas pela atividade garimpeira.

4.2.1. Topossequência do Córrego Barro Preto

Topossequência situada na zona rural do município de Nova Marilândia, cuja vertente ocupada por pastagem localiza-se entre afluentes de primeira ordem do córrego Barro Preto, pertencente à sub-bacia do rio São Francisco, conforme ilustra a Figura 39.

A vertente escolhida apresenta extensão total de cerca de 960 metros desde o topo do interflúvio até o fundo do vale no canal do córrego, cuja área encontra-se descaracterizada pela retirada da vegetação original, substituída por pastagem ao longo de toda vertente. Este uso do solo com certeza ocasionou alterações no funcionamento hídrico da vertente, entretanto de forma menos intensa que a atividade garimpeira.

Predomina na área de estudo o relevo formado por colina média, com vertente ligeiramente convexa a retilínea, que se impõe até o limite com a área brejosa, onde inicia o

fundo de vale, com configuração na forma de berço (fundo chato) e extensão de 210 m, coberto com vegetação secundária em regeneração, em sua maioria situado em área brejosa.

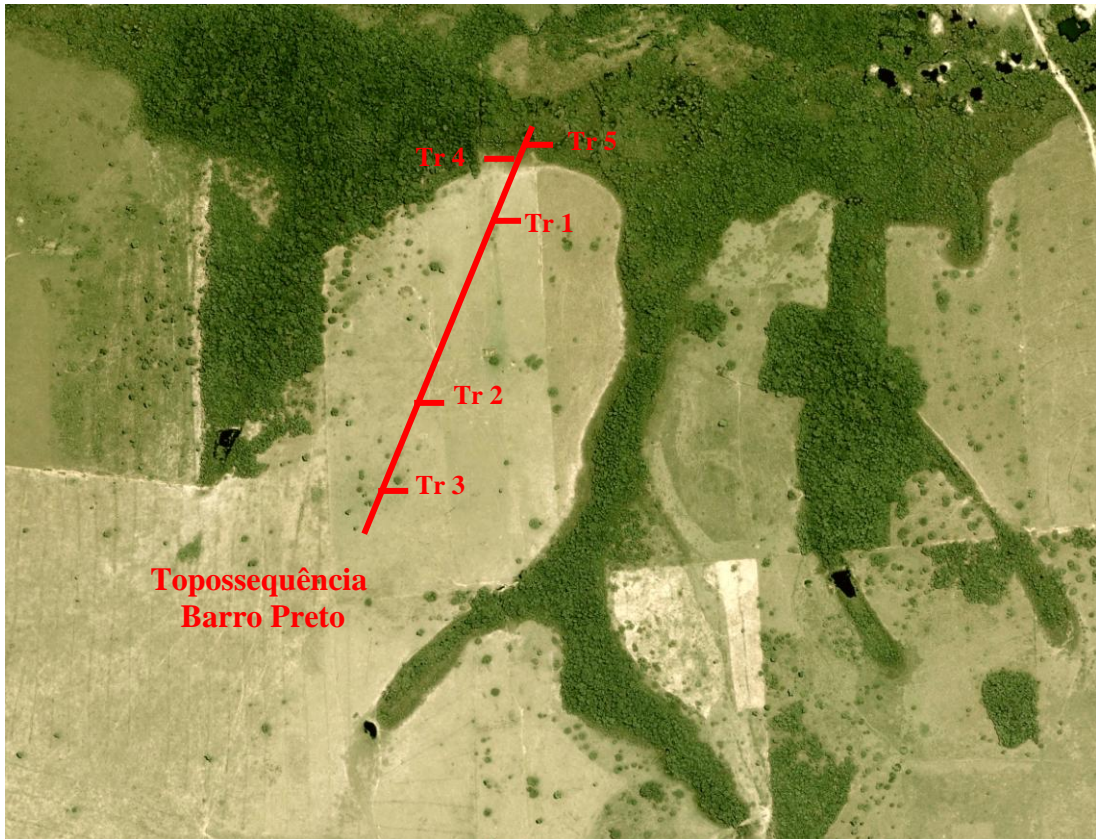


Figura 39: Topossequência em vertente do córrego Barro Preto - Nova Marilândia/MT. Imagem DigitalGlobe - Fonte: Google Earth Pro - 2008.

A topossequência Barro Preto é constituída pela sequência pedológica, representada por Neossolo Quartzarênico, Neossolo Quartzarênico hidromórfico, Gleissolo, Organossolo e Neossolo Quartzarênico hidromórfico mostrada nas Figuras 40 e 41, onde foram identificados sete volumes pedológicos, com base nas descrições das trincheiras realizadas do topo até o fundo de vale apresentando as seguintes numerações TR3, TR2, TR1, TR4 e TR5, ambos descritos a seguir.

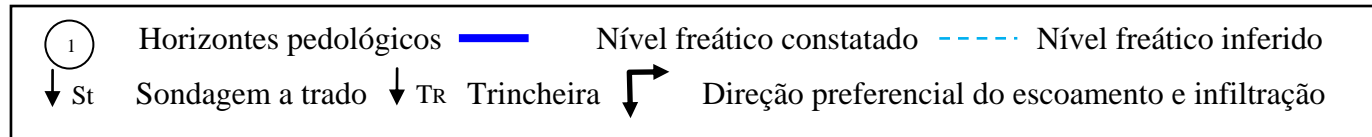
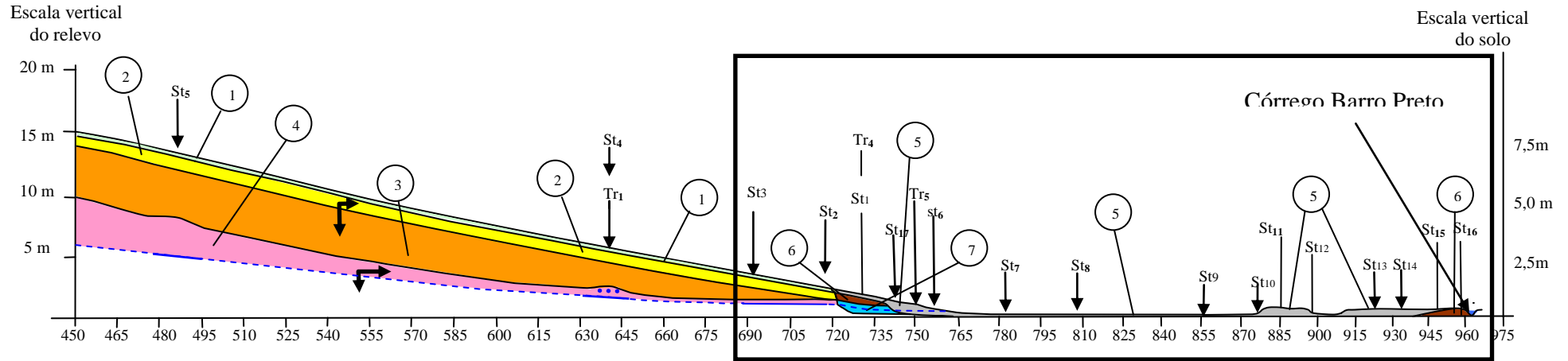
4.2.1.1. Volumes Pedológicos

Volume pedológico 1: Corresponde ao horizonte superficial (horizonte Ap), que recobre praticamente toda a vertente com exceção da área úmida, sendo pouco espesso, em geral não ultrapassando 18 cm. Este horizonte apresenta textura essencialmente arenosa (areia franca), com menos de 15% de argila e caracteriza-se pela cor Marrom Escuro (10 YR 3/3) a Marrom Acinzentado Muito Escuro (10 YR 3/2), sendo que no setor de baixa vertente ocorrem

manchas claras Marrom Amarelado (10YR 5/4), indicando a presença de ferro. A estrutura é maciça, com presença de poros normais; consistência não pegajosa, não plástica; presença de muitas de raízes, com transição clara e plana; apresentando-se compactado devido à atividade pecuária. Já nos setores de baixa vertente a transição é gradual e plana, justamente onde ocorrem manchas mais claras (10YR 5/4).

Volume pedológico 2: Corresponde ao horizonte AC, com espessura variando de 14 a 19 cm e ao horizonte CA, com cerca de 17 cm, sendo estes, uma transição para o horizonte C. Ocorrendo em toda vertente, até mesmo no início das áreas mais úmidas (brejo), apresenta cor variando de Marrom Amarelado (10 YR 5/6) e Marrom Acinzentado Escuro (10 YR 4/2) para horizonte AC e cor Marrom Amarelado Escuro (10YR 4/4) para o horizonte CA, que ocorre no terço inferior da vertente.

Horizonte composto por textura arenosa (areia franca), estrutura maciça, presença de poros comuns; não pegajosa, não plástica, presença de poucas raízes, com transição clara e plana.



- ① Arenoso; com pouca matéria orgânica, cores marrom escuro, marrom acinzentado escuro (10 YR 3/3 e 3/2).
- ② Arenoso; com poros comuns; cores marrom amarelado e marrom acinzentado escuro (10 YR 5/6 e 4/2).
- ③ Arenoso; cor variando de marrom amarelado (10 YR 5/6 e 5/4) a marrom acinzentado muito escuro e cinza escuro (10YR 4/1 e 5/4).
- ④ Areno argiloso; cor amarela avermelhada (7,5YR 6/8) com ocorrência de plintita (2,5 YR 5/8) e cascalho.
- ⑤ Raízes e folhas parcialmente decompostas; bruno muito escuro (7,5 YR 2,5/3) muito úmido, plástico, pegajoso de cor preta (5 YR 2,5/1).
- ⑥ Arenoso; muito úmido, cor cinza muito escuro (2,5 YR 3/1).
- ⑦ Arenoso argiloso; cor cinza muito escuro (2,5 YR 4/1) com volumes cinza (gleização).

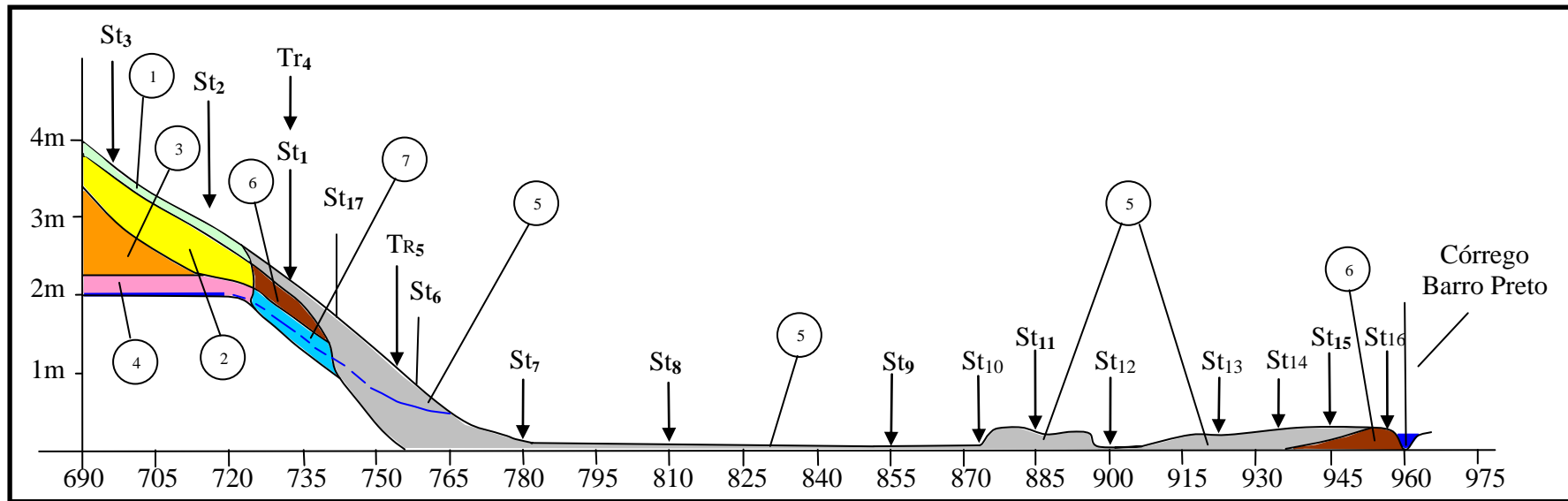
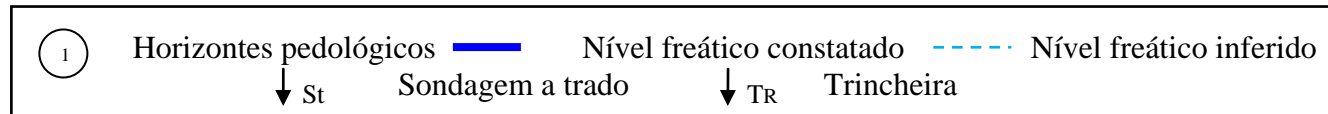


Figura 41: Representação da topossequência do córrego Barro Preto - porção inferior da vertente.



- ① Arenoso; com pouca matéria orgânica, cores marrom escuro, marrom acinzentado escuro (10 YR 3/3 e 3/2).
- ② Arenoso; com poros comuns; cores marrom amarelado e marrom acinzentado escuro (10 YR 5/6 e 4/2).
- ③ Arenoso; cor variando de marrom amarelado (10 YR 5/6 e 5/4) a marrom acinzentado muito escuro e cinza escuro (10YR 4/1 e 5/4).
- ④ Areno argiloso; cor amarela avermelhada (7,5YR 6/8) com ocorrência de plintita (2,5 YR 5/8) e cascalho.
- ⑤ Raízes e folhas parcialmente decompostas; bruno muito escuro (7,5 YR 2,5/3) muito úmido, plástico, pegajoso de cor preta (5 YR 2,5/1).
- ⑥ Arenoso; muito úmido, cor cinza muito escuro (2,5 YR 3/1).
- ⑦ Arenoso argiloso; cor cinza muito escuro (2,5 YR 4/1) com volumes cinza (gleização).

Volume pedológico 3: Situado em relevo retilíneo a ligeiramente convexo, sob domínio de solos não hidromórficos, correspondendo ao Horizonte C, apresenta nos setores de alta a média vertente, cores predominantemente marrom amarelado (10 YR 5/4 e 10 YR 5/6) gradando em profundidade para amarelo avermelhado (7,5YR 6/8); textura arenosa, estrutura maciça, presença de poros comuns (muitos); não pegajosa, não plástica; presença de raízes grossas devido a proximidade de espécies arbóreas, com transição clara e plana, alcançando profundidade superior a 2 metros, sendo portanto, o horizonte mais espesso dos Neossolos Quartzarênicos, identificado nas trincheiras TR3 (alta vertente) e TR2 (média vertente) e especialmente na sondagem St5 (Figura 42).

Nos setores de média e baixa vertente, cujos estudos foram caracterizados nas sondagens St2, St3 e St4 e na TR1, apresentou cores variando de Cinza Escuro, Marrom Acinzentado Escuro, Marrom Amarelado e Marrom Claro Amarelado (10 YR 4/1, 10 YR 4/2, 10 YR 5/4, 10 YR 5/6, 10 YR 6/4). A variação de cores da matriz é influenciada pelo aparecimento de manchas (a 137 cm) de cor Marrom forte (7,5 YR 5/6), indicando a presença de óxido de ferro; com textura arenosa, estrutura maciça, presença de muitos poros comuns; não pegajosa, não plástica; presença de raízes finas, com transição clara e plana.



Figura 42: (a) Vista do setor intermediário e de baixa vertente. (b) Sondagem St5, com solo de cor Amarelo Avermelhado.

Volume pedológico 4: Correspondendo ao horizonte C, com nítida a oscilação do nível freático, este volume é bem descrito pela trincheira TR1 e pelas sondagens St4 e St5.

Em profundidade verificou-se o aumento do teor de argila, sendo a textura encontrada de caráter areno argilosa, com aparecimento de nível de cascalho (275 cm) de espessura de cerca de 20 cm. Sob o cascalho a matriz apresentou cor Amarelo avermelhado (5YR 6/8) e manchas

de cor Marrom muito pálido. Na sequência aumentando-se a profundidade surge a plintita (307 cm), que chega a abranger cerca de 80 % da amostra coletada e aos 320 cm (St4), atingiu-se nível o freático.

Na sondagem St5 em profundidade, com aumento da umidade a matriz apresentou cor Amarela e Amarelo avermelhado (10 YR 8/8 e 7,5 YR 6/8), constatando-se a ocorrência de plintita (402 cm) com cor Vermelha (2,5 YR 5/8) e aumento no teor de argila. Já próximo a interceptação do nível freático (607 cm), o solo tornou-se mais úmido, a matriz apresentou-se mais esbranquiçada, com cor Cinza rosado (7,5 YR 7/2) e a textura areno-argilosa.

Volume pedológico 5: Correspondendo ao horizonte orgânico, ocorre na planície aluvial do córrego Barro Preto, em sua maioria em área permanentemente alagada (Figura 43).



Figura 43: (a) Vista do trecho topograficamente mais elevado com domínio de solo orgânico. (b) Em primeiro plano área brejosa (solo orgânico) e ao fundo, área onde predomina os Neossolos Quartzarênicos hidromórficos (mais elevado topograficamente).

Na trincheira TR5 temos as seguintes características morfológicas: cor Bruno muito escuro (7,5 YR 2,5/3), muito úmido, sem estrutura, muitas raízes de diferentes diâmetros, entrelaçadas, restos de folhas e galhos parcialmente decompostos constituindo a maior parte do horizonte. Observou-se a presença de água somente na superfície do solo, sendo que o horizonte abaixo encontrava-se úmido e não encharcado como na superfície, apresentando transição plana e abrupta.

Na sequência temos o predomínio da cor Preta (5 YR 2,5/1), solo muito úmido; denso e brilhoso; muck (turfa humificada), quando apertado passa entre os dedos; presença de restos

de folhas parcialmente decompostas; com presença de raízes; plástico; pegajoso. Aos 50 cm atingiu-se o nível freático na TR5.

A tradagem mais profunda realizada nos solos Orgânicos, foi de cerca de 134 cm de espessura superior, sendo constatado diferentes níveis de decomposição, cujas amostras coletadas apresentaram elevado teor em matéria orgânica .

Volume pedológico 6: Cinza escuro (2,5 YR 4/0), ocorre na base da vertente em área mal drenada no domínio de solos hidromórficos; textura arenosa, predominando areia fina, pouco argilosa, presença de pouca matéria orgânica; com presença de raízes finas; não pegajosa, não plástica, com transição clara e plana. Este horizonte representa a transição do Neossolo Quartzarênico (RQ) para o Neossolo Quartzarênico hidromórfico (RQg).

Após a ocorrência de Organossolos ao longo da área brejosa na planície aluvial (permanentemente úmida), temos novamente a ocorrência deste horizonte que presente nos setores topograficamente mais elevados já próximos ao canal de drenagem (Figuras 44 e 45).



Figura 44: Córrego Barro Preto na base da topossequência.

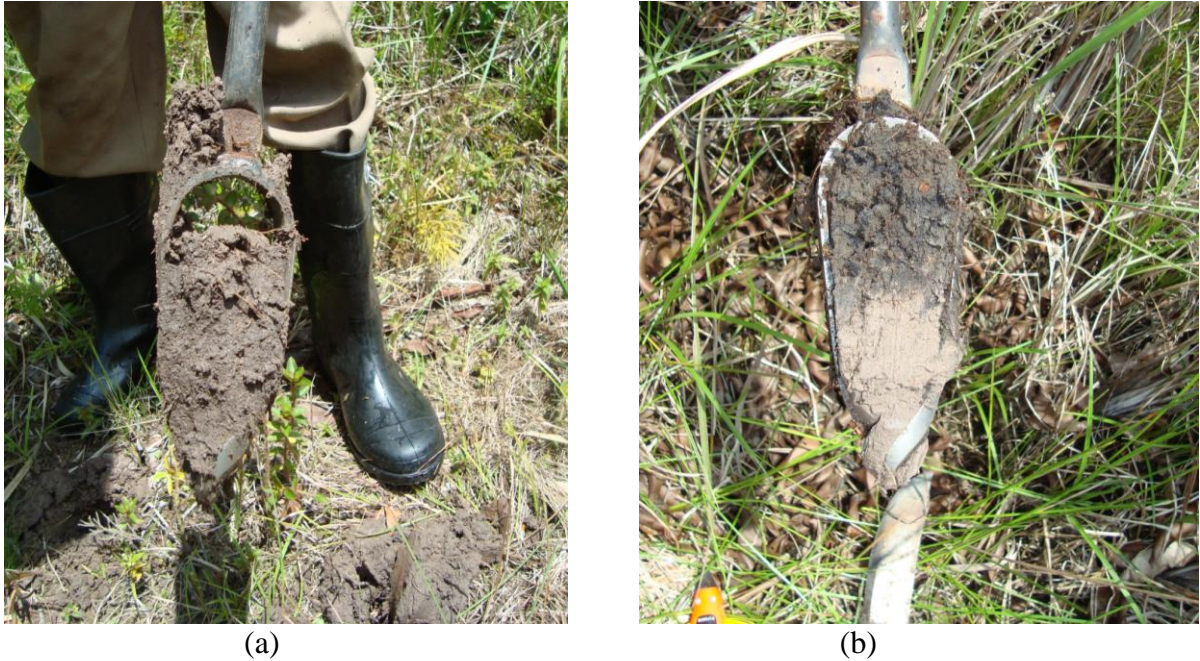


Figura 45: Neossolo Quartzarênico Hidromórfico. (a) Sondagem St9 realizada as margens do córrego Barro Preto. (b) Sondagem St8, com horizonte A, com cerca de 12 cm, apresentando textura arenosa e matéria orgânica.

Volume pedológico 7: Horizonte de textura areno argilosa, de coloração Cinza Escuro (5 YR 4/1), com pouca matéria orgânica e presença de raízes finas. Volume de ocorrência bem restrita, presente somente na base da vertente, definido por apresentar diferenciação nítida da coloração em relação aos demais volumes, por se encontrar submerso praticamente a maior parte do ano, conforme constatado nas diferentes campanhas de campo (novembro de 2007 e agosto de 2008). Volume com cor típica de área de hidromorfismo (ambiente redutor), indicando gleização, com espessura 30⁺ cm no perfil da TR4.

4.2.1.2. Descrição das Trincheiras

TRINCHEIRA – TR 3

Descrição geral

Classificação: Neossolo Quartzarênico

Localização: Microbacia do córrego Barro Preto – Nova Marilândia

Coordenadas: 14° 21' 10,36" S e 57° 01' 5,24" W

Material originário: Material arenoso

Declividade: menor que 5%

Relevo local: Plano a suave ondulado

Vegetação primária: Floresta Estacional Semidecidual

Uso Atual: Pastagem plantada (Bhachiária Sp.)

Pedregosidade: Não pedregoso

Rochosidade: Não rochoso

Drenagem: Excessivamente drenado

Erosão: Laminar ligeira a moderada

Descrito e coletado por: Sandra Márcia Laet e Fernando Ximenes de T. Salomão



Figura 46: Perfil do solo situado no topo da vertente. Destaque da morfologia do relevo em cobertura de Neossolo Quartzarênico.

Descrição morfológico do perfil do solo

Horizonte/espessura	Descrição
Ap 0 - 11 cm	Marrom escuro (10 YR 3/3); areia franca, maciça, poros normais, não pegajosa, não plástica, presença de muitas de raízes, com transição clara e plana, compactado.
AC 11 a 25 cm	Marrom amarelado (10 YR 5/6); areia franca, maciça, presença de poros comuns, não pegajosa, não plástica, presença de poucas raízes, com transição gradual e plana.
C 25 – 110 ⁺ cm	Marrom amarelado (10 YR 5/4); areia franca, maciça, presença de poros comuns, não pegajosa, não plástica, presença de raízes grossas, com transição gradual e plana.

TRINCHEIRA – TR 2**Descrição geral****Classificação:** Neossolo Quartzarênico**Localização:** Microbacia do córrego Barro Preto – Nova Marilândia**Coordenadas:** 14° 21' 05,93" S e 57° 01' 03,41" W**Material originário:** Material arenoso**Declividade:** menor que 5%**Relevo local:** Plano a suave ondulado**Vegetação primária:** Floresta Estacional Semidecidual**Uso Atual:** Pastagem plantada (Bhachiária Sp.)**Pedregosidade:** Não pedregoso**Rochosidade:** Não rochoso**Drenagem:** Excessivamente drenado**Erosão:** Laminar ligeira a moderada**Descrito e coletado por:** Sandra Márcia Laet e Fernando Ximenes de T. Salomão

Figura 47: Perfil do solo realizado no setor intermediário da vertente. Detalhe da morfologia do relevo em direção ao fundo do vale.

Descrição morfológica do perfil do solo

horizontes /espessura	Descrição
Ap 0 - 10 cm	Marrom acinzentado muito escuro (10 YR 3/2); areia franca, maciça, não pegajosa, não plástica, presença de poros comuns, presença de muitas raízes finas, com transição clara e plana, compactado.
AC 10 - 29 cm	Marrom amarelado (10 YR 5/6); areia franca, maciça, não pegajosa, não plástica, presença de poros, presença de muitas raízes finas, com transição clara e plana.
C 29 – 110⁺ cm	Marrom amarelado (10 YR 5/6); areia franca, maciça, maciça, não pegajosa, não plástica, presença de poros comuns, presença de raízes finas, com transição clara e plana.

TRINCHEIRA – TR 1

Descrição geral**Classificação:** Neossolo Quartzarênico**Localização:** Microbacia do córrego Barro Preto – Nova Marilândia**Coordenadas:** 14° 20' 51,85" S e 57° 00' 58,06" W**Material originário:** Material arenoso**Declividade:** menor que 5%**Relevo local:** Plano a suave ondulado**Vegetação primária:** Floresta Estacional Semidecidual**Uso Atual:** Pastagem plantada (Bhachiária Sp.)**Pedregosidade:** Não pedregoso**Rochosidade:** Não rochoso**Drenagem:** Excessivamente drenado**Erosão:** Laminar ligeira a moderada**Descrito e coletado por:** Fernando Ximenes de T. Salomão e Sandra Márcia Laet

Figura 48: Perfil do solo e morfologia do relevo em cobertura de Neossolo Quartzarênico.

Descrição morfológico do perfil do solo

horizontes /espessura	Descrição
Ap 0 - 16 cm	Matriz de cor cinza muito escuro (10 YR 3/1), com manchas mais claras marrom amarelado (10YR 5/4). Areia franca, maciça, não pegajosa, não plástica, ausência de porosidade, presença de poucas raízes finas, presença de poros de raiz, com transição gradual e plana, compactado.
AC 16 - 35 cm	Marrom acinzentado escuro (10 YR 4/2); areia franca, maciça, não pegajosa, não plástica, presença de raízes, poros comuns, com transição clara e plana.
CA 35 – 52 cm	Marrom amarelado escuro (10 YR 4/2); areia franca, maciça, não pegajosa, não plástica, presença de poucas raízes, poros comuns (muitos), com transição clara e plana,
C 52 – 135⁺ cm	Marrom amarelado (10 YR 5/4); textura arenosa, maciça, poros comuns (muitos), não pegajosa, não plástica, presença de raízes finas, com transição clara e plana.

TRINCHEIRA – TR 4**Descrição geral****Classificação:** Neossolo Quartzarênico Hidromórfico**Localização:** Microbacia do córrego Barro Preto – Nova Marilândia**Coordenadas:** 14° 20' 50,76" S e 57° 00' 57,68" W**Material originário:** Material arenoso**Declividade:** entre 0 e 1%**Relevo local:** plano**Vegetação primária:** Floresta Estacional Semidecidual**Uso Atual:** área de preservação permanente**Pedregosidade:** Não pedregoso**Rochosidade:** Não rochoso**Drenagem:** mal drenado**Erosão:** área de deposição**Descrito e coletado por:** Fernando Ximenes de T. Salomão e Sandra Márcia Laet

Figura 49: Local da tradagem St1 e perfil do solo da TR4 em Neossolo Quartzarênico Hidromórfico.

Descrição morfológico do perfil do solo

horizontes /espessura	Descrição
A/H 0 - 8	Cinza muito escuro (2,5 YR 3/1); matéria orgânica com muitas raízes finas não decomposta, presença de areia, transição abrupta e plana
AC 8 – 22 cm	Cinza muito escuro (2,5 YR 3/1); textura arenosa, predominando areia fina, pouco argilosa; presença de pouca matéria orgânica com presença de poucas raízes finas, não pegajosa, não plástica, com transição clara e plana.
C 22 – 52⁺ cm	Cinza escuro (2,5 YR 4/1); areno argiloso, presença de pouca matéria orgânica, presença de raízes finas. Neossolo Quartzarênico Hidromórfico com volume de solos cinzas (gleização). Nível d'água aflorante aos 50 cm.

TRINCHEIRA – TR 5

Descrição geral**Classificação:** Organossolo**Localização:** Microbacia do córrego Barro Preto – Nova Marilândia**Coordenadas:** 14° 20' 50,19" S e 57° 00' 57,49" W**Material originário:** Material arenoso**Declividade:** nula**Relevo local:** plano**Vegetação primária:** Floresta Estacional Semidecidual**Uso Atual:** área de preservação permanente**Drenagem:** excessivamente mal drenado**Pedregosidade:** Não pedregoso**Descrito e coletado por:** Fernando Ximenes de T. Salomão e Sandra Márcia Laet

Figura 50: Perfil do solo com o afloramento do nível d'água, com detalhe para a amostra do trado.



Figura 51: Detalhe do relevo e vegetação da área brejosa onde ocorrem os Organossolos.

Descrição morfológica do perfil do solo

horizontes /espessura	Descrição
H0 0 - 18 cm	Bruno muito escuro (7,5 YR 2,5/3), muito úmido, sem estrutura, muitas raízes de diferentes diâmetros, entrelaçadas, restos de folhas e galhos parcialmente decompostos constituindo a maior parte do horizonte. Observou-se a presença de água somente sobre a mesma (na superfície), sendo que o horizonte abaixo encontrava-se úmido e não encharcado como a superfície; transição plana e abrupta.
H 18 – 67⁺ cm	Preto (5 YR 2,5/1), muito úmido; denso e brilhoso; muck (turfa humificada), quando apertado passa entre os dedos; presença de restos de folhas parcialmente decomposto; com presença de raízes; plástico; pegajoso. Aos 50 cm atingiu-se o nível freático.

4.2.1.3. Caracterização do Comportamento Hídrico da Vertente – Córrego Barro Preto

Baseado nas características morfológicas, especialmente textura, estrutura, porosidade e parâmetros indicadores de hidromorfismo tais como: cor, presença de plintita e mosqueados, níveis de concreção e posicionamento do freático, além das observações em campo e laboratório, obtivemos indicadores para o entendimento do funcionamento hídrico, conforme descrito a seguir:

- (a) A vertente tende de retilínea a suavemente convexa, relevo suave ondulado, apresentando declividade inferior a 5% e cerca de 960 m de extensão, com cobertura pedológica constituída por solos arenosos muito espessos a montante e menos espessos a jusante, quando passam a solos hidromórficos, conforme ilustrado na Figura 40 da Topossequência Barro Preto.
- (b) Os Neossolos Quartzarênicos apresentam horizonte plíntico típico de zona de oscilação do nível freático. Indicando que na estação seca, os níveis do limite de saturação do freático rebaixam naturalmente.
- (c) No setor de baixa vertente temos a presença de manchas de coloração marrom amarelado (10 YR5/4) e marrom forte (7,5 YR 5/6), que permitem inferir a presença de ferro (Fe_2O_3), fato constatado nas análises da TR1, onde temos um aumento gradativo proporcional ao aumento da profundidade. A presença deste elemento deve-se a saturação e não saturação deste solo (redução e oxidação) que se alternam no período seco e úmido.
- (d) Os Neossolos Quartzarênicos hidromórficos, os Gleissolos e os Organossolos, desenvolveram-se em sedimentos provavelmente aluviais e relacionados ao antigo nível da planície fluvial, permanentemente saturada;
- (e) A gradação do Neossolo Quartzarênico hidromórfico para um Gleissolo indica um ambiente redutor, permitindo concluir que estas áreas encontram-se permanentemente úmidas, ou no mínimo, temporariamente mais úmida que o horizonte subjacente;
- (f) Os Neossolos Quartzarênicos apresentam textura arenosa, teores de argila inferiores a 15%, baixa capacidade de retenção de água, baixo teores de matéria orgânica, sendo portanto, muito permeáveis e bem drenados.
- (g) Os Neossolos Quartzarênicos apresentam maior infiltração vertical em função da alta porosidade e permeabilidade;
- (h) A conformação das vertentes e do fundo de vale, associada a tipo de solos de textura arenosa, que apresentam alta permeabilidade, alta porosidade, baixa capacidade de

retenção de água disponível e baixa capacidade de troca de cátions, seriam responsáveis pela rápida saturação na base da vertente especialmente no período chuvoso, ocasionando a gleização dos horizontes subsequentes.

Após a compreensão dos parâmetros físico químicos da cobertura pedológica, ora mencionados, foi possível interpretar o funcionamento hídrico ao longo dos diversos setores da vertente, descrito a seguir:

Setor de alta e média vertente - Infiltração predominantemente vertical: Área de ocorrência de Neossolos Quartzarênicos espessos com mais de 6 metros, sendo que nas trincheiras TR3 e TR2 não foi possível atingir o nível freático, somente na tradagem St5 aos 607 cm de profundidade.

Setor de baixa vertente - Infiltração predominantemente lateral com saturação na base da vertente: A partir da trincheira TR1, verificou-se a presença de Neossolos Quartzarênicos menos espessos, e aumento de argila em profundidade, tornando-se um impedimento a infiltração vertical favorecendo a lateral. Na base da vertente, logo no início do fundo do vale é comum mesmo após o período chuvoso a presença de nível freático na superfície ou próximo a ela, evidenciando concentrações de fluxos subterrâneos.

Na toposequência, as amostras coletadas nas trincheiras e tradagem TR2, TR1, St1 apresentam um aumento gradativo de ferro em profundidade quando em comparação a trincheira TR3 situada nos setores de alta vertente, que apresenta percentuais inferiores, conforme demonstra o Quadro 4.

O ferro pode ser proveniente do material de origem ou translocado dos setores de montante, por ser este um elemento bastante móvel, facilmente lixiviado, tornando-se importante indicador de processos de oxi-redução (ANDRADE e SOUZA, 1995 *apud* VASCONCELOS 1998).

Quadro 4: Características físicas e químicas - Topossequência Barro Preto.

AMOSTRA Espessura dos horizontes	AREIA	SILTE	ARGILA	MAT. ORGÂN.	TEOR DE FERRO
TOPOSSEQUENCIA BARRO PRETO					
TR3 - 0/11 cm	890	33	77	5,0	158
TR3 - 11/25 cm	886	33	81	4,1	128
TR3 -25/104 cm	866	33	101	2,4	26
TR2 - 0/10 cm	910	33	57	7,8	25
TR2 -10/29 cm	890	33	77	5,4	134
TR2 -29/110 cm	873	34	93	2,4	119
TR1 - 0/16 cm	877	33	90	13,9	83
TR1-16/35 cm	873	34	93	12,9	99
TR1-35/52 cm	866	33	101	9,7	117
TR1-52/135 cm	816	33	151	6,4	174
ST1 - 0/9 cm	783	66	151	74,2	83
ST1 - 9/15 cm	877	33	90	22,7	116

Ressalta-se que a umidade aumenta com a profundidade, dando condições as transformações do ferro, cuja presença de mosqueado e plintitas marcam a posição da oscilação do freático.

A transição lateral entre o horizontes de montante e jusante da topossequência apresenta diferença morfológica relacionada à cor, especialmente no perfil da TR1, onde as cores indicam as transformações do ferro em função da sua alta mobilidade.

Fundo do vale – Nível freático aflorante: Domínio dos solos hidromórficos e Organossolos onde se observou o nível de água aflorante ou muito próximo a superfície. Constatou-se ainda, que parte da água que recobre os solos orgânicos presentes nas partes mais rebaixadas do fundo de vale são do excedente de chuva, que não se infiltram ou infiltram muito lentamente em função da composição dos Organossolos, permanecendo estagnada, sendo eliminadas por evaporação.

4.2.2. Topossequência do Córrego Pau Grosso

Topossequência situada na zona rural do município de Nova Marilândia, cuja área encontra-se em parte ocupada por pastagem plantada e parte degradada pela atividade garimpeira, com a formação de cavas rasas e secas, deposição de pilhas de rejeito de dragagem (areia e cascalho), dispostos de forma caótica e irregular. A vertente apresenta extensão de cerca de 880 m e localiza-se entre afluentes de primeira ordem do córrego Pau Grosso pertencentes à sub-bacia do rio São Francisco, conforme ilustra a Figura 52.

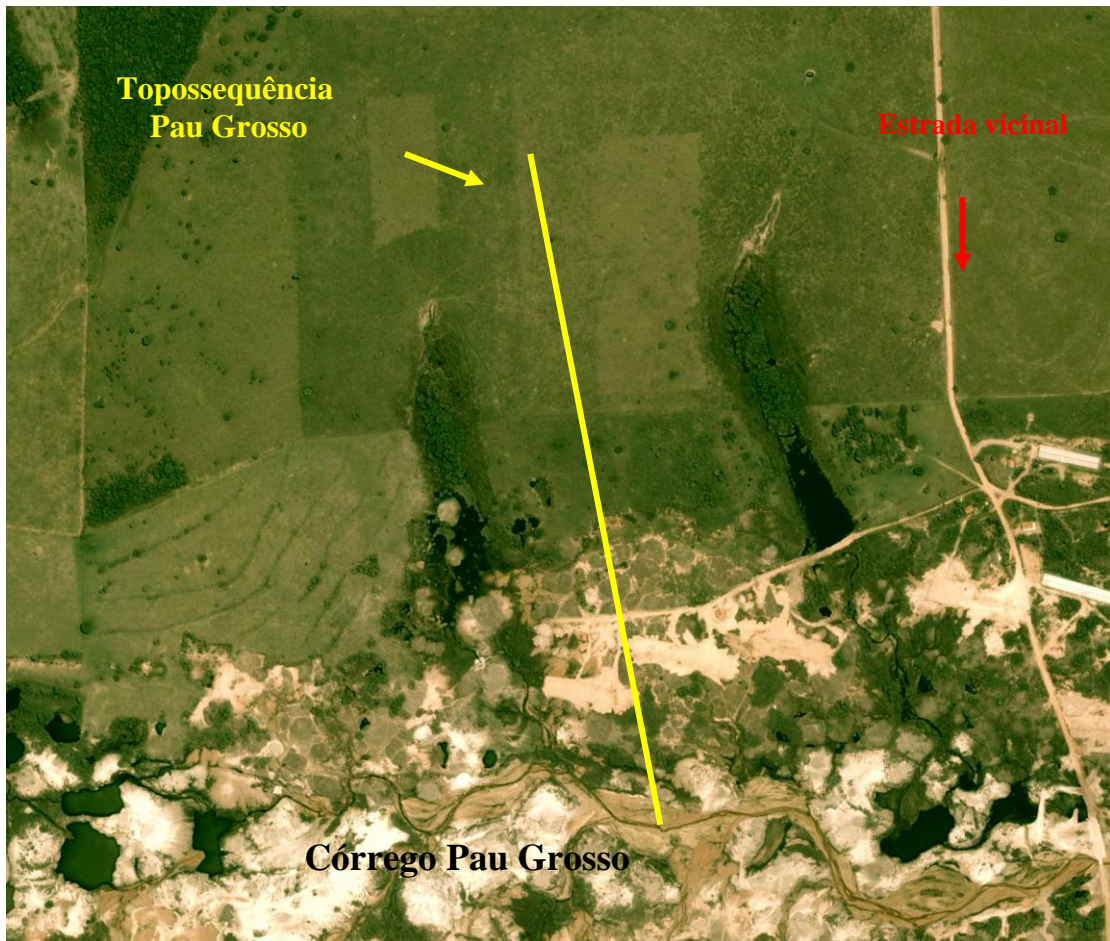


Figura 52: Topossequência Córrego Pau Grosso – Nova Marilândia / MT. Imagem: DigitalGlobe - Fonte Google Earth Pro -2009.

O terço superior a intermediário da vertente apresenta forma retilínea a ligeiramente convexa, entretanto parte do terço intermediário e inferior, assim como, o fundo do vale foram totalmente descaracterizados pela garimpagem, ocasionando profundas modificações na topografia da vertente (Figura 53).



Figura 53: Detalhe da disposição dos rejeitos e morfologia da vertente, onde é nítida a existência de gramínea nos ambientes mais arenosos.

A topossequência do córrego Pau Grosso é constituída por Neossolo Quartzarênico e rejeitos de mineração, compostos predominantemente pelas frações cascalhos, areia, argila e seixos.

As Figuras 54 e 55 ilustram a topossequência, onde foram identificados seis volumes pedológicos e seis volumes constituídos por rejeito provenientes da garimpagem, com base nas descrições das trincheiras TR1 a TR7 apresentados a seguir.

4.2.2.1. Volumes Pedológicos e Rejeitos da Garimpagem

Volume pedológico 1: Corresponde ao horizonte superficial (horizonte Ap), que recobre o terço superior e parte do terço intermediário até o início da área degradada, sua espessura em geral não ultrapassa 14 cm; caracteriza-se pela cor Marrom (10 YR 5/3) a Marrom Muito Pálido (10 YR 7/3).

Este horizonte apresenta textura essencialmente arenosa (areia franca), com menos de 15% de argila, sem estrutura, consistência fraca, poros normais, não pegajosa, não plástica, presença de raízes finas, transição clara e plana e compactada devido a atividade pecuária sem manejo adequado.

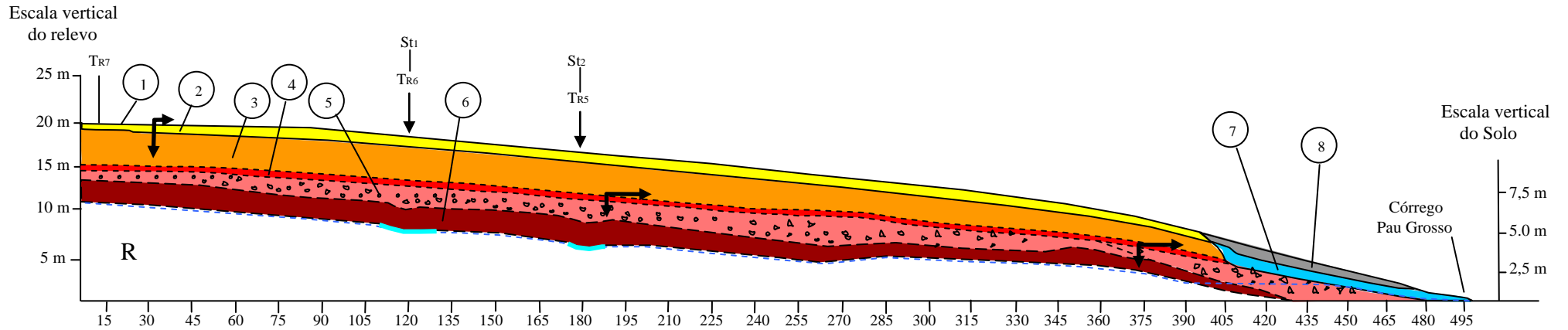
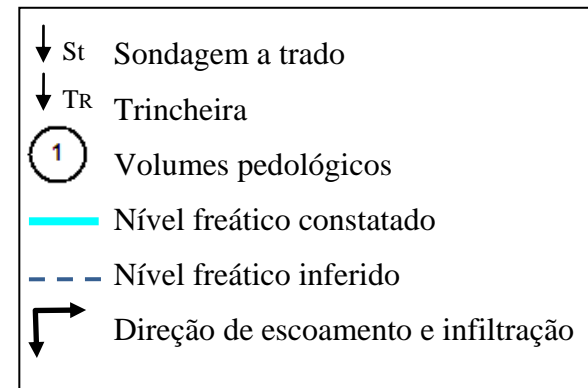


Figura 54: Topossequência Hipotética Original.

- 1) Arenoso; marrom a marrom muito pálido (10YR 7/3 e 5/3) sem estrutura; presença de poros.
- 2) Arenoso; marrom e marrom amarelado (10YR 8/4 e 5/4), poros comuns.
- 3) Arenoso: cor amarelada a amarelo amarronzada (10YR 7/6 e 6/8) poros comuns.
- 4) Arenoso: amarela (10YR 7/8) com ocorrência de cor vermelhada plintita (2,5 4YR/8).
- 5) Cascalho com matriz arenosa, seixos arredondados a subarredondados de quartzo, quartzito e arenito, coloração avermelhada, (2,5YR 6/8).
- 6) Areno argiloso; areia fina com presença de plintita. Cor vermelha (2,5YR 5/8) e gleização.
- 7) Areia: com raros cascalhos (Ambiente AS)
- 8) Cascalho, composto principalmente por seixos de quartzo, quartzito e metarenito (Ambiente CS).



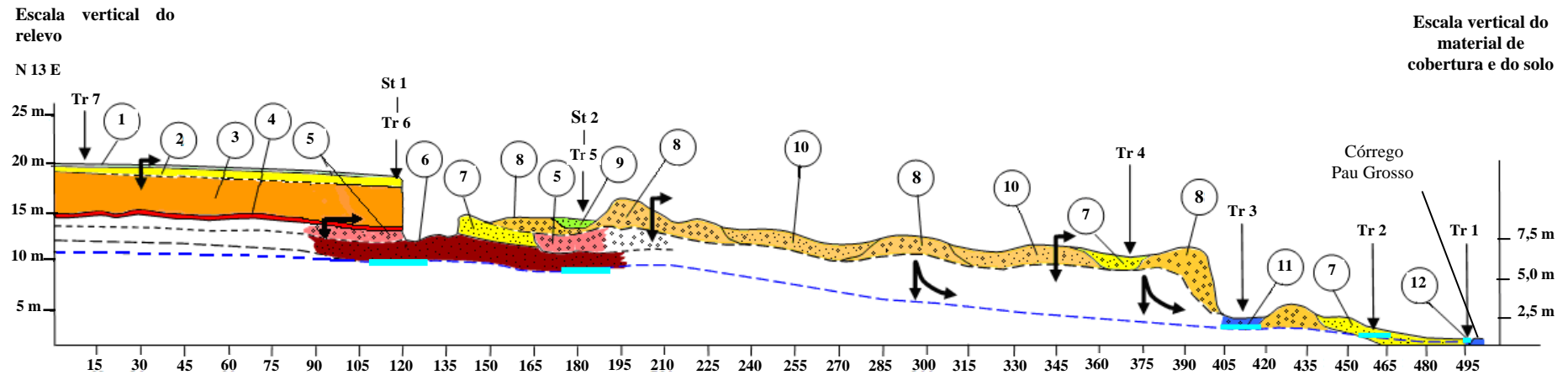
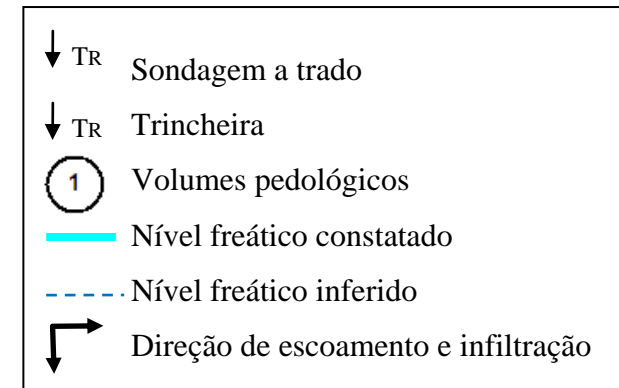


Figura 55: Topossequência córrego Pau Grosso.

- 1) Arenoso; marrom a marrom muito pálido (10YR 7/3 e 5/3) sem estrutura; presença de poros.
- 2) Arenoso; marrom e marrom amarelado (10YR 8/4 e 5/4), poros comuns.
- 3) Arenoso: cor amarelada a amarelo amarronzada (10YR 7/6 e 6/8) poros comuns.
- 4) Arenoso: amarela (10YR 7/8) com ocorrência de cor avermelhada da plintita (2,5 YR 4/8).
- 5) Cascalho com matriz arenosa, seixos arredondados a subarredondados de quartzo, quartzito e arenito, coloração avermelhada (2,5YR 6/8).
- 6) Areno argiloso; areia fina com presença de plintita. Cor vermelha (2,5YR 5/8) e gleização.
- 7) Areia: com raros cascalhos (Ambiente AS).
- 8) Cascalho, composto principalmente por seixos de quartzo, quartzito e metarenito (Ambiente CS).
- 9) Areia/cascalho; com mais areia (Ambiente ACS).
- 10) Areia/cascalho: (Ambiente AC).
- 11) Areia úmida; com areia, argila e cascalho, sendo temporariamente úmido (Ambiente AU).
- 12) Areia /cascalho úmido (Ambiente ACU).



Volume pedológico 2: Corresponde ao horizonte CA com espessura entre 18 cm a cerca de 33 cm, apresentando cor variando de Marrom Amarelado (10 YR 5/4) a Marrom Muito Pálido (10 YR 8/4). Este volume apresenta textura arenosa (areia franca), estrutura granular, não pegajosa, não plástica, consistência seca; com presença poros comuns (muitos poros), raízes finas e transição gradual.

Volume pedológico 3: Correspondendo ao horizonte C com espessura de cerca de 290 cm. Apresenta cor variando de Amarelo Amarronzado (10 YR 6/6) a Amarelo (10 YR 8/6); textura arenosa (areia franca), maciça, não pegajosa, não plástica, muito fraca; presença de muitos poros; poucas raízes; com transição abrupta para o C_{2f}.

Volume pedológico 4: Correspondendo ao horizonte C_{2f}, apresenta textura arenosa e cerca de 20 cm de espessura. Neste, temos o predomínio da cor Amarela (10YR 7/8) na matriz e consistência úmida, sendo verificada a mudança da coloração do solo que apresentou-se mosqueado, com ocorrência de plintita de cor Vermelha (2,5 YR 4/8). Constatou-se ainda a presença de poros comuns e a transição abrupta para o cascalho, conforme verificado no perfil da TR6. Neste horizonte constatou-se que a oscilação do nível freático chegava a esta profundidade pela ocorrência do mosqueado (mudança de cor no solo) e a presença da plintita. Entretanto, importantes intervenções na área tais como: o corte do barranco, abertura de cava e degradação no entorno da topossequência, são evidências que permitem inferir que o nível freático não alcança mais este horizonte.

Volume pedológico 5: Correspondente ao horizonte C/R, representado pela ocorrência da camada de cascalho “*in situ*”, de coloração avermelhada (2,5YR 6/8), com espessura variando de 15 a 58cm, cujos seixos apresentavam-se arredondados a subarredondados, constituídos predominantemente de quartzo e quartzito, de tamanhos variados com espessura média em torna de 5 cm (deposito em ambiente de alta energia).

Volume pedológico 6: Correspondente ao horizonte C/ R, com textura areno argilosa de cor Vermelha (2,5 YR 5/8), com predomínio de ferro. Este horizonte foi definido com o uso do trado, em continuidade ao perfil da TR6, sendo encontrado a 537 cm de profundidade o nível freático. Ressalta-se que à medida que aprofundou-se a tradagem foi verificado o aumento do teor de argila.

Volume 7 - Rejeito Garimpo / Ambiente AS (Areia): Compostos predominantemente por areia não coesas, “soltas”, o que o torna muito permeável, permitindo fácil infiltração das

águas de chuva, que dependendo da posição em que se localizam em relação a declividade da vertente, podem ser facilmente carreadas rumo ao fundo do vale. Observou-se a ocorrência de lentes de materiais mais finos de espessuras centimétricas que dão coloração variada similar a estratificação horizontalizada. Localmente observou-se a ocorrência de nível de cascalho situado sob a areia.

Volume 8 - Rejeito Garimpo / Ambiente CS (Cascalho): Material formado por depósitos provenientes do rejeito do garimpo de draga, compostos predominantemente por cascalhos/seixos com granulometria não superior a 64 mm devido ao diâmetro da mangueira da draga e areia fina a grossa. Esses ambientes foram facilmente identificados nas imagens de satélite e nos levantamentos de campo, pois encontram-se dispostos em pilhas, geralmente circundado por material mais fino coberto por gramíneas exóticas (pastagem plantada). Ao longo da topossequência do pau grosso, este é o material mais representativo nas áreas degradadas.

Volume 9 – Rejeito Garimpo / Ambiente AS (Areia - cascalho): Composto por areia e cascalho, com um predomínio de areia. Situado entre duas pilhas de cascalho, esse volume apresenta nos primeiros 20 cm, a composição de areia e cascalho e na profundidade de 20 a 52 cm, predominantemente areia. Ressalta-se que em campo foram encontrados indícios que demonstraram o revolvimento mais recente deste material (em superfície), quando comparado a maioria dos depósitos de cascalhos no entorno. Desta forma, provavelmente homogeneizando as frações de areia e cascalho, diferenciando este dos demais volumes.

Volume 10 - Rejeito Garimpo / Ambiente ACS (Areia - Cascalho): Material composto por mais areia que cascalho, situados imediatamente abaixo dos ambientes CS (cascalho), onde a fração mais grosseira diminui à medida que se afasta dos rejeitos dos ambientes de cascalho, conhecidos localmente como “rabos de bica”. São ambientes muito permeáveis tendo em vista sua composição granulométrica, onde as águas de chuva circulam livremente, entretanto, favorecem acumulação temporária de água após o período chuvoso, provenientes da própria chuva e dos ambientes onde predomina cascalhos (ambiente CS), situados pouco a montante

Volume 11 - Rejeito Garimpo / Ambiente AU (Areia Úmida): Constituído predominantemente por areia, e neste trecho secundariamente por cascalho e argila, senda esta última encontrada em níveis horizontalizados a subhorizontalizados e volumes arredondados (bolas de argila). Este ambiente recebe água de infiltração dos diversos materiais de montante, permanecendo úmido a maior parte do ano.

Volume 12 - Rejeito Garimpo / Ambiente ACU (Areia - Cascalho Úmido): Situado as margens do córrego Pau Grosso, este ambiente é constituído por sedimentos arenosos e cascalhentos resultantes do assoreamento devido a processos erosivos instalados nos ambientes de montante situados no fundo do vale e mesmo da própria vertente, sendo por vezes resultantes da própria deposição dos rejeitos de dragagem diretamente na calha do córrego.

4.2.2.2. Descrição das Trincheiras

TRINCHEIRA – TR 7

Descrição geral

Classificação: NEOSSOLO QUARTZARÊNICO

Localização: Microbacia do córrego Pau Grosso – Nova Marilândia

Coordenadas: 14° 21' 43,9'' S e 57° 00' 20,81'' W

Material originário: Material arenoso

Declividade: menor que 5%

Relevo local: Plano a suave ondulado

Vegetação primária: Floresta Estacional Semidecidual

Uso Atual: Pastagem plantada (Bhachiária Sp.)

Pedregosidade: Não pedregoso

Rochosidade: Não rochoso

Drenagem: Excessivamente drenado

Erosão: Laminar ligeira a moderada

Descrito e coletado por: Sandra Márcia Laet e Fernando Ximenes de T. Salomão



Figura 56: (a) Detalhe da morfologia da vertente. (b) Perfil do solo realizado no setor intermediário da vertente.

Descrição morfológica do perfil do solo

horizontes /espessura	Descrição
Ap 0 - 10 cm	Marrom (10 YR 5/3); areia franca, muito friável, consistência seca, alta porosidade (muitos poros), presença de raízes finas; transição clara; solo compactado.
CA 10 - 28 cm	Marrom amarelado (10 YR 5/4); areia franca, friável; não pegajosa, não plástica, muitos poros, presença de poucas raízes finas; transição gradual.
C ₁ 28 – 38 ⁺ cm	Amarelo amarronzado (10 YR 6/6); areia franca, friável; não pegajosa, não plástica, muitos poros, presença de poucas raízes finas.

TRINCHEIRA – TR6

Descrição geral**Classificação:** NEOSSOLO QUARTZARÊNICO**Localização:** Microbacia do córrego Barro Preto – Nova Marilândia**Coordenadas:** 14° 21' 47,78''S e 57° 00' 20,33 W**Material originário:** Material arenoso**Declividade:** menor que 5%**Relevo local:** Plano a suave ondulado**Vegetação primária:** Floresta Estacional Semidecidual**Uso Atual:** Pastagem plantada (Bhachiária Sp.)**Pedregosidade:** Não pedregoso**Rochosidade:** Não rochoso**Drenagem:** Excessivamente drenado**Erosão:** Laminar ligeira a moderada**Descrito e coletado por:** Sandra Márcia Laet e Fernando Ximenes de T. Salomão

Figura 57: (a) e (b) Talude formado pela dragagem do solo situado sobre o cascalho diamantífero. Detalhe da espessura do Neossolo Quartzarênico.

Descrição morfológica do perfil do solo

Horizont/espe	Descrição
Ap 0 - 14 cm	Marrom muito pálido (10 YR 7/3); areia franca, sem estrutura, não pegajosa, não plástica; consistência seca; presença de porosidade, presença de raízes finas, com transição clara e plana; compactado.
CA₁ 14 - 47 cm	Marrom (10 YR 8/4); areia franca, estrutura granular, não pegajosa, não plástica, consistência seca; presença de muitos poros; presença de raízes finas (menos que o Ap), com transição gradual.
C₁ 47 – 336 cm	Amarelo (10 YR 8/6); areia franca, maciça, não pegajosa, não plástica, muito fraca; presença de muitos poros; poucas raízes; com transição abrupta.
C_{2F} 336 – 354 cm	Matriz amarela (10YR 7/8) consistência úmida; textura arenosa; fraca; solo mosqueado com ocorrência de plintita de cor vermelha (2,5 YR 4/8); presença de poros comuns transição abrupta para o cascalho
C/R 354 - 412	Camada de cascalho “ <i>in situ</i> ”, com espessura variando de 15 a 58cm, com seixos arredondados, predominantemente de quartzo e quartzito, de tamanhos variados (deposito em ambiente de alta energia).
C/R 412 - 537 ⁺ cm	Material areno argiloso vermelho (2,5 YR 5/8), com predomínio de ferro. Este horizonte foi definido com o uso do trado, sendo encontrado a 537 cm de profundidade o nível freático.

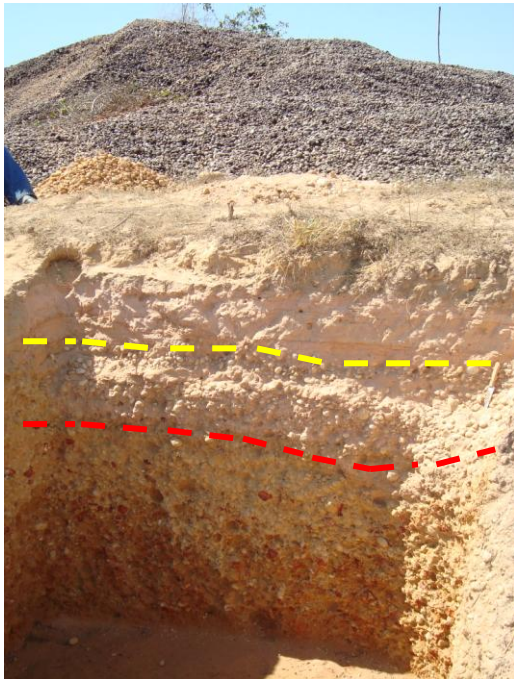
TRINCHEIRA – TR 5**Descrição geral****Classificação:** AMBIENTE AREIA / CASCALHO - ACS**Localização:** Microbacia do córrego Pau Grosso – Nova Marilândia**Coordenadas:** 14° 21' 49,83''S e 57° 00' 19,71 W**Uso Atual:** ÁREA DEGRADADA**Descrito e coletado por:** Sandra Márcia Laet e Fernando Ximenes de T. Salomão

Figura 58: (a) Perfil do material de cobertura proveniente da deposição de rejeito da dragagem sobre cascalho original. (b) Material areno argiloso sob o cascalho original composto por areia muito fina com presença de plintita e gleização, indicando a presença do freático.

Descrição granulométrica do material de cobertura

Camadas /espessura	Descrição
0 - 52 cm	Ocorrência de areia e cascalho com predomínio de areia média a fina.
52 - 89 cm	Domínio de cascalho, matriz e cascalhos de cores mais esbranquiçados que o material original, compostos predominantemente por seixos de quartzo e quartzito.
89 - 113 cm	Camada de cascalho original, cores mais avermelhadas, com seixos de tamanhos diversos, dispostos de forma irregular, com presença de poucos grânulos. Material composto predominantemente seixos arredondados a subarredondados de arenito, quartzito e quartzo.
113 - 328	C _{GF} – Material areno argiloso, com predomínio de areia muito fina com presença de plintita e gleização. Surgência do nível freático aos 328 cm. Ocorrência de plintita desde o contato com cascalho (113 cm).

TRINCHEIRA – TR 4**Descrição geral****Classificação:** AMBIENTE DE AREIA - AS**Localização:** Microbacia do córrego Pau Grosso – Nova Marilândia**Coordenadas:** 14° 21' 55,91'' S e 57° 00' 17,38'' W**Uso Atual:** ÁREA DEGRADADA**Descrito e coletado por:** Sandra Márcia Laet e Fernando Ximenes de T. Salomão

(a)



(b)

Figura 59: (a) e (b) Ambiente de areia, com níveis de cascalho. As cores mais amarronzadas são compostas por sedimentos mais finos.

Descrição granulométrica do material de cobertura e ambiente

Camadas /espessura	Descrição
0 - 60 cm	Material proveniente do processo de extração por dragagem, depositados próximos a cavas abertas para extração de cascalho diamantífero, constituído com níveis de areia e cascalho (pouco). Neste ambiente ocorre o predomínio de areia. As cores mais amarronzadas são compostas por material mais fino.

TRINCHEIRA – TR 3

Descrição geral**Classificação:** AMBIENTE DE AREIA ÚMIDA - AU - Temporariamente úmido**Localização:** Microbacia do córrego Pau Grosso – Nova Marilândia**Coordenadas:** 14° 21' 57,27''S e 57° 00' 17,02'' W **Uso Atual:** ÁREA DEGRADADA**Descrito e coletado por:** Sandra Márcia Laet e Fernando Ximenes de T. Salomão

(a)

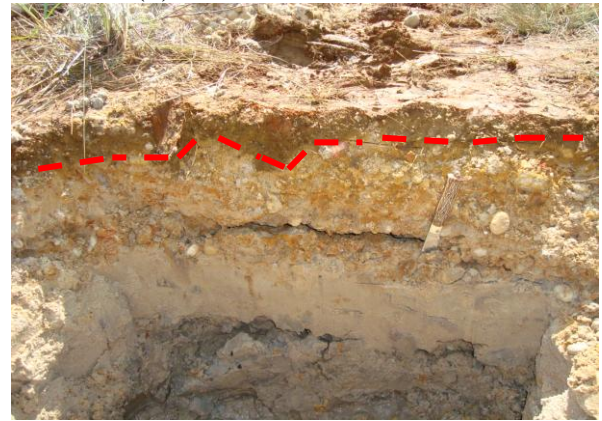


(b)

Figura 60: Detalhe das áreas temporariamente úmidas. (a) Vista do “canal” de escoamento das águas de montante, inserido abaixo do banco de cascalho (b) Detalhe do relevo.



(a)



(b)

Figura 61: Ambiente temporariamente úmido. (a) Material heterogêneo, composto por cascalho e material areno argiloso (b) Detalhe da umidade nos primeiros 5 cm.

Descrição granulométrica do material de cobertura e ambiente

Camadas/espessura	Descrição
0 - 27 cm	Corredor / canal formado entre os depósitos de rejeito, composto por areia, argila e cascalho, o qual recebe água retida do material de montante, acumuladas dos depósitos de cascalho e areia, que mesmo no período seco migram água para o canal, conduzindo água até o leito e permanecendo úmido mesmo no período de estiagem.
27 – 60 cm	Ocorrência de areia com bolsões de argila. Nível freático aflorando aos 60 cm.

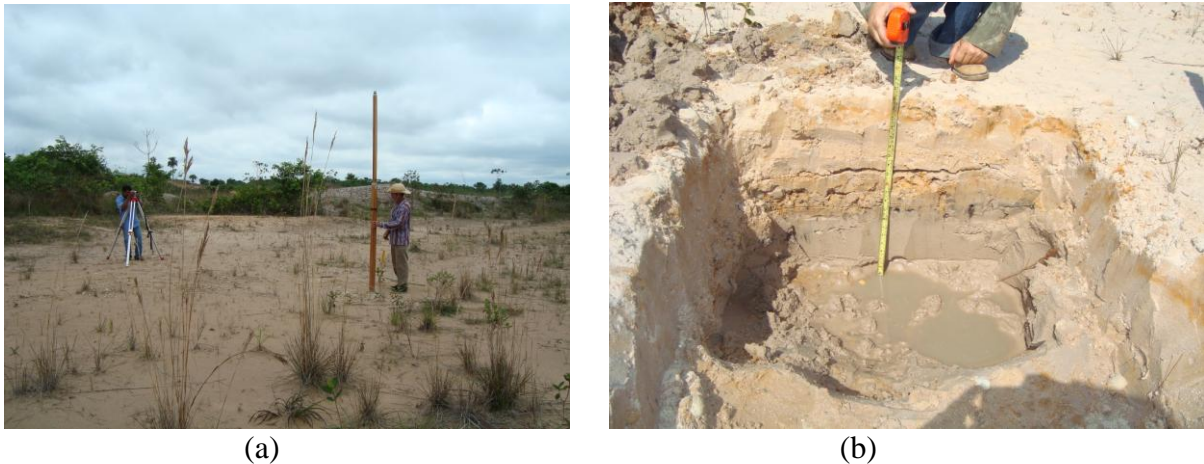
TRINCHEIRA – TR 2**Descrição Geral****Classificação:** AMBIENTE DE AREIA - AS**Localização:** Microbacia do córrego Pau Grosso – Nova Marilândia**Coordenadas:** 14° 21' 58,89''S e 57° 00' 16,21'' W**Uso Atual:** ÁREA DEGRADADA**Descrito e coletado por:** Sandra Márcia Laet e Fernando Ximenes de T. Salomão

Figura 62: Ambiente de areia seca. (a) Áreas geralmente planas e próximas a drenagem. (b) Detalhe do perfil da trincheira, onde as cores e variação granulométrica indicam alternância na deposição dos sedimentos.

Descrição granulométrica do material de cobertura e ambiente

Camadas /espessura	Descrição
0 – 36 cm	Material essencialmente arenoso proveniente do processo de extração e deposição por dragagem, constituído com níveis de areia mais grosso e raros cascalhos, com o aumento deste último mais próximo ao contato.
36 – 52 cm	Predomina a ocorrência de areia mais fina, com raros grãos de cascalho, sendo que aos 52 cm aflorou-se o nível freático.

TRINCHEIRA – TR 1

Descrição geral**Classificação:** AMBIENTE DE AREIA / CASCALHO ÚMIDO - ACU**Localização:** Microbacia do córrego Pau Grosso – Nova Marilândia**Coordenadas:** 14° 21' 59,39'' S e 57° 00' 16,33'' W**Uso Atual:** ÁREA DEGRADADA**Descrito e coletado por:** Sandra Márcia Laet e Fernando Ximenes de T. Salomão

(a)



(b)

Figura 63: Cascalho depositado as margens do córrego Pau Grosso.(a) Cascalho paralelo ao ambiente de areia (b) Perfil do material de cobertura onde predomina cascalho. Mesmo próximo a drenagem, devido a granulometria existente, ocorre o impedimento da regeneração da vegetação.

Descrição granulométrica do material de cobertura e ambiente

Camadas /espessura	Descrição
0 - 32 cm	<p>Material proveniente do processo de extração por dragagem, depositado junto ao fundo de vale, com predominância de cascalho nos primeiros 18 cm associado à areia grossa. Abaixo predomina a ocorrência de areia fina. O nível freático foi atingido a 27 cm.</p> <p>Observa-se também a coloração mais avermelhada do cascalho e da matriz arenosa, devido à presença de óxido de ferro.</p>

4.2.2.3. Caracterização do Comportamento Hídrico da Vertente – Córrego Pau Grosso

Para o entendimento do funcionamento hídrico do trecho não degradado pela atividade garimpeira na topossequência do córrego Pau Grosso o estudo baseou-se nas características morfológicas do solo, especialmente textura, estrutura, porosidade, cor, presença de plintita e mosqueados e posicionamento do freático obtido na TR6. Já para o rejeito de mineração o indicador principal foi sua composição granulométrica, posição na vertente, presença de água mesmo no período de estiagem e posicionamento do nível freático identificado nas trincheiras TR5, TR3, TR2 e TR1, sendo obtidos os resultados descritos na sequência :

- (a) Verificou-se pelas características morfológicas presentes na TR6 que a abertura de cavas no setor de média e baixa vertente, assim como, no fundo do vale, propiciou alterações no nível freático local, que ocorria oscilando naturalmente a profundidade de 354 cm, situando-se acima da camada de cascalho, já não ocorre mais, encontrando-se atualmente abaixo dos cascalhos que ainda restam “*in situ*”, variando de 412 a 537 cm profundidade.
- (b) Até a profundidade onde se encontra o início do Horizonte C/R de textura mais argilosa, o escoamento tende a ser mais vertical que horizontal, a partir desse ponto aumenta o escoamento lateral em subsuperfície em função da camada de cascalho e aumento do teor de argila;
- (c) Nos lugares com corte de solo, com a formação de taludes abruptos, observou-se na base deste, uma maior umidade, preferencialmente no período chuvoso onde o solo fica mais saturado em água, favorecendo o estabelecimento da vegetação;
- (d) A atividade garimpeira de extração de diamante alterou irreversivelmente a topografia local, a morfologia, assim como a cobertura pedológica e o funcionamento hídrico da vertente (escoamento superficial e subsuperficial);
- (e) Nos ambientes de areia e cascalho, ocorre uma rápida infiltração;
- (f) Os rejeitos da dragagem dispostos de forma irregular apresentam declividades mais acentuadas, chegando por vezes a cerca de 20%, favorecendo portanto, que parte da areia e sedimentos mais finos sejam carregados vertente abaixo ocupando o entorno imediato dos depósitos de cascalho ou sendo carregados para o fundo do vale;
- (g) Na topossequência, já próximo ao curso d’água, cerca de 90 m, temos novamente outro corte no rejeito depositado formando um talude em geral de alta declividade, onde ao longo de sua base se forma um corredor preferencial de escoamento das águas de montante armazenadas nos ambientes de cascalho e areia que migram (escoam) rumo jusante,

mesmo no período seco, fazendo deste, um ambiente temporariamente úmido. Destaca-se que a umidade permanece mais em superfície, devido à presença de argila na composição deste material, tornando-o menos permeável.

A topossequência foi fundamental para o entendimento do funcionamento da vertente em função das alterações na morfologia, permitindo visualizar a migração dos materiais finos (areia, silte e argila) das partes mais altas das pilhas para sua base e interpretar que em função da composição granulométrica dos materiais a infiltração da água de chuva, permite o surgimento dos canais temporários na base da pilha (Figura 64).

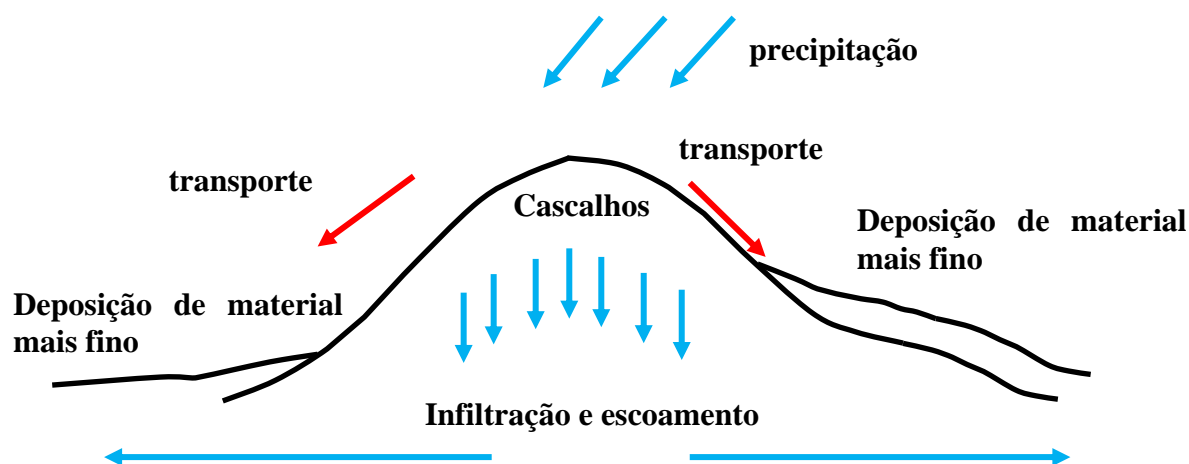


Figura 64: Esquema da migração dos sedimentos mais finos e infiltração das águas de chuva.

Após a compreensão da infiltração das águas de chuva nos diferentes ambientes, foi possível extrapolar o entendimento do funcionamento hídrico para os diversos setores da vertente, descrito a seguir:

Setor de alta e média vertente - Infiltração predominantemente vertical nas áreas de ocorrência de Neossolos Quartzarênicos, espessos com mais de 4 m, até o início da área degradada.

Setor de média vertente, área degradada coberta por rejeito - Infiltração predominantemente vertical nas pilhas cujos materiais são compostos em sua maioria pelas frações de cascalho, areia/cascalho e areia. Entretanto o direcionamento do escoamento do fluxo que tende a ser vertical dependerá da granulometria do material de cobertura percolado, devida a grande heterogeneidade destes depósitos de rejeito uma vez que apresentam espessura, granulometria e forma de deposição variada. O direcionamento do fluxo pode ser alterado se houver uma

sobreposição do material de cobertura e este possuir uma camada de material mais fino sob a de cascalho e areia, neste caso o escoamento tenderá a ser mais horizontal a subhorizontal neste ponto.

Setor de baixa vertente – corte de taludes (canais de escoamento) – Escoamento predominantemente superficial/horizontal nas áreas degradadas coberta por rejeito de mineração compostos por materiais de granulometria mais fina. Contudo, quando a composição for arenosa e/ou cascalhenta esta tenderá a vertical até atingir o freático, que nestas áreas encontra-se próximo a superfície.

Cabe ressaltar a dificuldade no levantamento dos materiais de cobertura, em função da sua composição anisotrópica, assim como pela limitação do uso do trado e mesmo da abertura de trincheiras nos materiais não coesos e ricos em cascalhos e seixos.

4.3. Síntese das Alterações do Funcionamento Hídrico

A escolha das toposequências Barro Preto e Pau Grosso, para efeito de comparação do funcionamento hídrico, foi fundamental para compreensão das alterações ocasionadas pela atividade garimpeira.

Os dados fornecidos pela descrição e análise das trincheiras permitiram resultados mais precisos com relação ao funcionamento hídrico já que o trecho não degradado pelo garimpo da toposequência do córrego Pau Grosso é bastante semelhante à vertente do córrego Barro Preto especialmente por apresentar ocorrência de Neossolos Quartzarênicos e declividade inferior a 5%, bem como, a ocorrência de plintita e mosqueados.

Indicando neste caso a presença de oscilação do nível freático sob a camada de cascalho ou oscilação quando ocorre mudança na textura do solo em profundidade, gradando de arenosa para argilo arenosa.

Em função da rápida infiltração das águas de chuva nos Neossolos Quartzarênicos que funcionam como uma esponja devido a sua textura essencialmente arenosa, estes apresentam preferencialmente direção de fluxo de infiltração vertical.

No entanto, com o aumento gradativo de argila em profundidade (acima de 2,5 m), associada ou não a ocorrência da camada de cascalho (conglomerado), as águas ao atingirem estes níveis, mudam em profundidade a direção preferencial do fluxo de infiltração passando de vertical para escoamento lateral, ao longo de toda vertente propiciando a formação de áreas úmidas no limite destas com o fundo de vale.

O aumento do percentual de argila, somado a ocorrência da camada de conglomerado, mostrou ser um impedimento a infiltração das águas chuva, formando portanto um aquífero freático suspenso (lençol suspenso).

Áreas com Neossolos Quartzarênicos devido à alta porosidade e alta permeabilidade, geralmente apresentam malha hídrica pouco densa, em razão da boa infiltração, com níveis freáticos profundos. Entretanto, em função das características geológicas e pedológicas, especialmente associada ao substrato rochoso e ao conglomerado encontramos na área de estudo e entorno imediato, uma malha hídrica mais densa, com ocorrência de inúmeras nascentes. Destaca-se ainda a ocorrência nesta região de fundo de vale amplo e chato com extensas áreas brejosas.

Em face ao quadro atual de degradação, ocasionada pelo processo de garimpagem, destaca-se alterações irreversíveis na cobertura pedológica e conseqüentemente no funcionamento hídrico da microbacia do córrego Pau Grosso, especialmente ocasionando:

- Mudança na estrutura, composição e textura dos solos, dando origem a outro material (material de cobertura) depositado ao longo de toda vertente e fundo de vale, apresentando características de depósitos aluviais, compostos por sedimentos mal selecionados, cuja infiltração e escoamento superficial e subsuperficial dependerá essencialmente das diferenças granulométricas do material percolado e posição da vertente em que se encontram;
- Destruição do nível freático suspenso, em função da retirada do solo e lavagem da camada de cascalho mineralizado (conglomerado) e dos volumes argilo-arenosos, ocasionando conseqüentemente alteração na capacidade de recarga do aquífero freático;
- Mudanças nas direções de escoamento em superfície e em subsuperfície;
- Rebaixamento do nível freático ao longo da vertente em função da abertura de cavas abaixo do nível de base local;
- Formação de ambientes úmidos, dispersos nos vários setores da vertente, escoando em superfície águas que antes alimentavam o nível freático em profundidade;
- Perda de água pelo aumento do escoamento superficial e por evaporação provenientes dos ambientes úmidos em especial das cavas e dos ambientes de agradação;

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A metodologia utilizada envolvendo a aplicação da abordagem morfopedológica por meio do estudo de topossequências e utilização de técnicas de mapeamento das áreas degradadas, permitiu a interpretação do funcionamento hídrico de duas vertentes selecionadas, uma alterada e outra não alterada pela exploração garimpeira, além da caracterização dos diferentes ambientes existentes no fundo do vale da microbacia do córrego Pau Grosso, explorada por atividades garimpeiras, destacando-se as seguintes conclusões:

- Significativas alterações dos ambientes originais foram atribuídas às atividades garimpeiras do tipo “rego d’água” e principalmente ao “garimpo de draga”, introduzidas em detrimento do “garimpo manual” menos impactante, especialmente a curto prazo;
- Oito diferentes ambientes foram identificados, caracterizados e mapeados ao longo do fundo de vale alterado pela atividade garimpeira. Destes, quatro correspondem a ambientes secos onde predomina sedimentos nas frações areia e cascalho enquanto nos quatro ambientes úmidos, ocorre o predomínio da fração areia, tendo em ambos o quartzo como mineral predominante;
- Os ambientes degradados pelo processo de garimpagem ocupam cerca de 48,29% de toda área de estudo, definindo o alto grau de impacto desta atividade na microbacia;
- A atividade garimpeira modificou de maneira drástica a configuração topográfica das vertentes e principalmente do fundo de vale da microbacia do córrego Pau Grosso, alterando significativamente a composição pedológica e sua funcionalidade, impossibilitando sua recuperação;
- A cobertura pedológica original do fundo do vale, da cabeceira de drenagem, e respectivas nascentes do curso d’água foram destruídas, restando sobre o substrato rochoso, estéreis e rejeito de materiais provenientes do processo da garimpagem e conseqüente desaparecimento do aquífero freático.
- A interpretação comparativa do funcionamento hídrico das duas vertentes estudadas por meio de topossequência permitiu demonstrar profundas alterações no funcionamento hídrico em função da exploração garimpeira, drenando o aquífero freático, interrompendo sua recarga e rebaixando-o de forma irreversível;
- Essas alterações transmitiram ao curso d’água profundas disfuncionalidades impossibilitando seu retorno às condições originais, mesmo por meio de ações

voltadas ao controle dos processos erosivos, à recuperação da cobertura vegetal e minimização dos impactos ambientais, onde o córrego Pau Grosso vem subsistindo com precariedade, muito provavelmente pelo armazenamento das águas pluviais verificadas em cinquenta e quatro cavas distribuídas ao longo do fundo de vale.

Os estudos realizados permitiram destacar as seguintes recomendações visando à minimização dos impactos ambientais verificados na microbacia do córrego Pau Grosso:

- ✓ Adoção de medidas conservacionistas, tais como adequação de estradas e construção de terraços, utilizando-se como unidade de intervenção a microbacia como forma de controlar o escoamento superficial, aumentar a infiltração de água e diminuir o assoreamento, garantindo a perenidade do córrego e seus afluentes. Sugere-se ainda a reforma das pastagens, haja vista, a compactação dos Horizontes A, verificada nas trincheiras estudadas;
- ✓ Nas áreas garimpadas, antes da realização dos trabalhos de revegetação, deve ser executada a readequação topográfica, especialmente nas áreas de cascalho para que haja uma homogeneização do material, sendo fundamental a suavização das pilhas, diminuindo a declividade e conseqüentemente o arraste de material mais fino rumo jusante;
- ✓ Identificação das espécies vegetais nas áreas em regeneração natural, de forma a avaliar os indivíduos que mais se adaptam as áreas degradadas;
- ✓ Realização de estudos específicos voltados ao aproveitamento hídrico das cavas situadas fora do leito principal para usos múltiplos;
- ✓ Realização de estudos para verificar a possibilidade de desassoreamento do córrego Pau Grosso;
- ✓ Ordenamento da retirada de cascalho e areia para uso imediato na construção civil, junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM e Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA/MT;
- ✓ Realização de ações de educação ambiental por meio de palestras e elaboração de cartilhas de recuperação das áreas de preservação permanente;
- ✓ Realização de cursos profissionalizantes, aos garimpeiros e filhos de garimpeiros, com o objetivo de evitar a extração clandestina de diamantes e melhoria da qualidade de vida da população local na busca de novas alternativas de sustentabilidade;

- ✓ Realização de um resgate histórico da atividade garimpeira na região do Alto Paraguai, dos equipamentos, das formas de extração, das ocorrências, dos garimpeiros e de seu “*mise en faire*”, ou seja, do fazer garimpeiro, especialmente sua criatividade na busca do bem mineral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10703/89:** Degradação do solo. Rio de Janeiro, 1989.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13030:** Elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas pela mineração.- procedimento. Rio de Janeiro, 1993.

AB´SABER, A.N. Um Conceito de Geomorfologia a Serviço de Pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**. Instituto de Geografia, USP. São Paulo, n. 18, p.1 – 23, 1969.

ANDRADE, H.; SOUZA, J.J. **Solos:** origem, composição e organização. ESAL/FAEPE. Lavras – MG. 170 p. 1991.

BARROZO, J.C.; PASCA, D.O. Garimpo na Bacia do Alto Paraguai. In: **Projeto Estrutura sócio-econômica e dinâmica dos impactos ambientais na Bacia do Alto Paraguai**. UFMT-NERU. Alemanha:Universidade de Tübingen. p. 15-34. 1994.

BERTRAND, G. **Paysage et Géographie Physique Globale:** Esquisse Méthodologique. R. Géograph. Pyrénées et Du Sud-Ouest, v. 39, n. 3, p. 249-272, 1968.

BITAR, Y. O. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na região metropolitana de São Paulo**. Tese de Doutorado em Engenharia Mineral, Departamento de Engenharia de Minas Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo. 185p.1997.

BOCQUIER, G. **Génèse et evolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad. Interprétation biogéodynamique**. 1971. 350p. Tese (Doutorado em Ciências Naturais). Université Louis Pasteur de Strasbourg, Paris, Mémoire Orstom. 1971.

BOULET, R. Toposéquence de sols tropicaux en Haute Volta. Équilibre et déséquilibre pédobioclimatique. **Mémoire ORSTOM**, Paris, n. 85, 1978. 272p.

BOULET, R.; CHAUVEL, A.; HUMBEL, F. X.; LUCAS, Y. Analyse structurale et cartographie en pédologie: I. Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la ouverture pédologique: lês études de toposséquences et leurs principaux apports à la connaissance des sols. **Cahiers ORSTOM, Pédologie**.v.19, n. 4, p. 309-321, 1982.

BOULET, R. Análise Estrutural da Cobertura Pedológica e Cartografia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21, 1988, Campinas. Anais... Campinas: SBSC, 1988. p. 79-90.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia.Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SD 21 Cuiabá: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Levantamento dos Recursos Naturais. V. 26. Rio de Janeiro. p.129- 165 e p. 216-220. 1982.

CANDIDO, L.W.; ZAINÉ, J.E. Recognition and Geological-Geotechnical Mapping of Open-Pit and Stacks Ofrefuse Mining Areas on Estiva Gerbi (SP, Brazil). **Geociências**, X (6): p35-44, dezembro de 2005, revista da Universidade de Guarulhos. SP.

CASSETI, V. **Elementos da Geomorfologia**. Centro gráfico da Universidade federal de Goiás - UFG. 2001. Disponível em: <http://www.funape.org.br/geomorfologia>. Acesso em 21/09/2008.

CASTRO, S.S. Erosão Hídrica na Alta Bacia do Rio Araguaia: distribuição, condicionantes, origem e dinâmica atual. **Revista do Departamento de Geografia**, 17 (2005) 38-60p.

CASTRO, S.S.; SALOMÃO, F.X.T. Compartimentação Morfopedológica e Suas Aplicações: Consideração Metodológica. **GEOUSP Espaço e Tempo**, nº 7, p. 27 – 37. 2000.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial: O Canal Fluvial**. v. 1. São Paulo: Editora Edgard Blucher. 1981. 313p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1999, 236p.

CRUZ, O. **Estudo dos processos geomorfológicos do escoamento pluvial na área de Caruatatuba/SP**. 1982. 151 p. São Paulo. Tese (Livre Docência em geografia física). FFLCH-USP, S. Paulo, 1982.

DIAS, L.E.; GRIFFITH, J.J. Conceituação e caracterização de áreas degradadas. In: DIAS, L.E ; MELLO, J.W.V., eds . **Recuperação de áreas Degradadas** . Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1998. p. 1-7.

ERHART, H. La theorie bio-rexistesique et les problemes biogeographiques et paleobiologiques. Paris. **C.R.Soc. de Biogeographiques**, France, CNR (288p.), p43-53, 1956.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1999. 412p.

EMBRAPA. **Sistemas Pedológicos no Cerrado de Goiás: Município de Silvânia; Região Centro-oeste do Brasil**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 117. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2007. 90p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

FORNASARI FILHO, N.; BRAGA, T.O.; BATISTUCCI, S.G.G. & MONTANHESI, M.O.R. Auditoria e Sistema de Gerenciamento Ambiental (ISO 14000). In: **RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**. SIMPÓSIO SUL-AMERICANO, 1.; SIMPÓSIO NACIONAL, 2., Curitiba, 1994. Anais. Curitiba, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1994. p.25-44.

IBGE . **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Série Manuais Técnicos em Geociências Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1992, p. 92.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA, **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: Técnicas de revegetação**. Brasília: IBAMA, 1990, 96p.

KAGEYAMA, P. & F. B. GANDARA. 2000. Recuperação de áreas ciliares. p. 249-270. In: Rodrigues, R. R. & H. de F. Leitão Filho (eds.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, FAPESP.

LEMONS, R.C ; SANTOS, R.D. 2002. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 4 ed. Viçosa: SBCS. 83p.

MARTINELLI, M.; PEDROTTI, F. A Cartografia das unidades de Paisagem: Questões Metodológicas. **Revista do Departamento da Geografia**, São Paulo, n.14, 2001. p 39 - 46.

MASCARENHAS, G. R. Aspectos ambientais na elaboração do plano de aproveitamento econômico (PAE), In: SIMPÓSIO EPUSP SOBRE CONTROLE AMBIENTAL E SEGURANÇA EM MINERAÇÃO, 1., 1989, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EPUSP, 1989. p. 177-187.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Planejamento. **Zoneamento Socioeconômico Ecológico de Mato Grosso**. Cuiabá: IOMAT. 2008, 302p.

METAMAT; FEMA. **Diagnóstico das Atividades Mineradoras na Sub-bacia do Alto Rio Paraguai**. Relatório Técnico.Cuiabá, 1996, 110p.

MOREIRA, M.L.C.; VASCONCELOS, T.N.N. **Mato Grosso Solos e Paisagem**. SEPLAN-MT. Mato Grosso: Entrelinhas editora. 2007. 381p.

MOREIRA, P.R. **Manejo do solo e recomposição da vegetação com vistas a recuperação de áreas degradadas pela extração de bauxita, Poços de Caldas, MG**. 2004. 139p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). Rio Claro, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho.2004.

MUNSELL COLOR COMPANY. **Munsell Soil Color Charts**. Baltimore, Maryland USA 1975.22p.

NASCIMENTO, F. R; SAMPAIO, J. L. F. Geografia física, geossistemas e estudos integrados da paisagem. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**. V 6/7, n.1, p. 167-179, Sobral,2004/2005.

NOLASCO, M.C. **Historia ambiental da chapada diamantina /lavras diamantinas – Ba, de 1842 a 2001. 300 anos de controle internacional: o brilho do diamante. Simpósio de Historia Ambiental Americana-Santiago**. 2003. Disponível em: <http://historiaecologica.cl/rmineria1.PDF>. Acesso em: 10/12/2008.

OLIVEIRA, A.M.S.; BRANNSTRO, M.C.; NOLASCO, M.C.; PELOGGIA, A.U.G.; PEIXOTO, M.N.O.; COLTRINARI,L. Tecnógeno: Registros da Ação Geológica do Homem. In: OLIVEIRA A.M.S.; SUGUIO,K. (eds.). **Quartenário do Brasil**. São Paulo: Associação Brasileira de Estudos do Quaternário – ABEQUA, 2005. p.363- 378.

PORTO, R.L.L.; FILHO, K.Z.; SILVA, R.M. **Bacias Hidrográficas**. Escola Politécnica da USP. Depto de Engenharia Hidráulica e Sanitária. PHD 307 – Hidrologia Aplicada. 32 p., 1999.

QUEIROZ NETO, J.P. Análise Estrutural da Cobertura Pedológica no Brasil. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 21. 1988.Campinas. **Anais...** Campinas: SBCS. 1988. p 415-430.

QUEIROZ NETO, J.P. Análise Estrutural da Cobertura Pedológica: Uma experiência de Ensino e Pesquisa. **Revista do Departamento de Geografia**, USP. São Paulo, n. 15, p. 77-90, 2002.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia**: Base para Distinção de Ambientes. Viçosa: NEPUT. 1997. 367p.

RODRIGUES, R. R. & S. GANDOLFI. 2000. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de **florestas ciliares**. p. 235-248. In: Rodrigues, R. R. & H. de F. Leitão Filho (eds.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, FAPESP.

ROSOLEN, V.; HERPIN, U. ; MELFI, A.J. Expansão dos Solos Hidromórficos na Paisagem Sudoeste da Bacia Amazônica Brasileira: Mudanças Texturais e de Porosidade do Solo. **Caminhos de Geografia**. Uberlândia v. 7, n. 20, Fev/2007. p. 69 – 78. Revista on line. Disponível em: <http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>. Acesso em: 12/01/2009.

ROSS, J. L.S. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxionomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 6, p.63-71, 1992.

SALOMÃO, F.X.T. **Abordagem morfopedológica: In: Curso de Morfopedologia Aplicada ao Meio Ambiente**. Pós Graduação em Recursos Hídricos - UFMT/ICET. Cuiabá, 2008. 32 p.

_____. Controle e Prevenção dos Processos Erosivos. In: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S. e BOTELHO, R.G.M. (eds.). **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro. Capítulo nº 7. 2007. p.229 - 266.

_____. **Processos erosivos lineares em Bauru (SP): regionalização cartográfica Aplicada ao controle preventivo urbano e rural**. 1994. 200p. Tese (Doutorado em Geografia Física). Universidade de São Paulo, Departamento de Geografia - FFLCH-USP. São Paulo. 1994.

SEMA/MT. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Projeto de Recuperação do Córrego Pau Grosso**. Relatório Técnico 01. Mato Grosso, 2008. 6p.

SILVEIRA, A. **Uma Tentativa da Compreensão da Dinâmica Paisagística Sob a Ótica da Fisiologia da Paisagem nas Obras de Aziz Ab' Saber (1957 e 1969) : O Caso do Sítio Urbano**. 1º SIMPGeo/SP, Rio Claro, 2008. p. 562-576. Disponível em : <http://www.rc.unesp.br/igce/simpgeo/562-577alans.pdf> . Acessado em 13/03/2009.

SOARES, G.F. **Descrição e Análise da Vegetação em Remanescentes de Mata Ciliar e Áreas Degradadas por Mineração de diamante, na Sub-Bacia do Rio São Francisco, Nova Marilândia, Mato Grosso.** 2009. 188p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade). Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT. Cuiabá. 2009.

SOARES DA SILVA, A. Análise Morfológica do Solos e Erosão. In: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G.M. (eds.). **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, temas e aplicações.** Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil. p.101-126. 2007.

SOTCHAVA, V. B. **Por uma teoria de classificação de geossistemas** da vida terrestre. São Paulo, Instituto de Geografia - USP. 1978. 23 p

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia.** São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda/EDUSP. 1973. 317p.

VASCONCELOS, T.N.N. **Interpretação Morfopedológica da Bacia do Rio Tenente Amaral – Jaciara/MT.: Condição Básica para sua Caracterização Ambiental.** 1998. 160p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade). Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT. Cuiabá. 1998.

VITTE, A.C. O Desenvolvimento do Conceito de Paisagem e a sua Inserção na Geografia Física. **Mercator - Revista da Geografia na UFC**, ano 6, número 11. p.71 a 78, 2007. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/index.php/qmercator/article/view/58/33>. Acesso em: 22/01/2009.

TRICART, J. **Mise au point – L'évolution des versants. L'information géographique,** Paris v.21., p.108-15, 1957.

TRICART, J.; CAILLEUX, A. **Introduction à la Géomorphologie Climatique.** Paris: Société d'Éditions d'Enseignement Supérieur. 1965. p71-78.

TRICART, J.; KILLIAN, J. **L'éco-géographie et l'aménagement du milieu Natural.** Paris: Librairie française. 1979. 325p.

TUCCI, C.E.M.; SILVEIRA, A.L.L. **Hidrologia: Ciência e Aplicação.** Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH. 2007. p45-51.

WILLIAMS, D.D.; BUGIN, A; REIS, J.L.B., (coords). **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: Técnicas de revegetação.** Brasília: IBAMA, 1990, 96p.

ANEXO I
MAPA DOS AMBIENTES RESULTANTES DA
DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

ANEXO II
FICHA DE ENTREVISTA

FICHA DE ENTREVISTA

- 1) QUAIS OS TIPOS E FORMAS DE GARIMPAGEM REALIZADAS NA REGIÃO DE NOVA MARILANDIA, ESPECIALMENTE NO CÓRREGO PAU GROSSO?**
- 2) QUANDO FORAM INTRODUZIDAS AS PRIMEIRAS DRAGAS?**
- 3) QUAL A ESPESSURA DO PACOTE DE CASCALHO?**
- 4) QUAL O MATERIAL QUE EXISTIA SOBRE O CASCALHO?**
- 5) QUAL A COR DOS CASCALHOS? EXISTIA DIFERENÇA NAS CORES DOS CASCALHOS PROXIMOS AO LEITO DO RIO EM RELAÇÃO AOS MAIS DISTANTES? TINHA VARIAÇÃO NA ESPESSURA?**
- 6) QUAL A LARGURA DO CÓRREGO PAU GROSSO?**
- 7) QUAL A ALTURA DO BARRANCO DOS CORREGOS PAU GROSSO E BARRO PRETO?**
- 8) O CÓRREGO PAU GROSSO TINHA ÁREAS DE BREJO / ALAGADAS COMO O BARRO PRETO? ESTAS ÁREAS ALAGADAS OCORRIAM AO LONGO DE TODA A DRENAGEM?**
- 9) A NASCENTE DO CÓRREGO PAU GROSSO ANTES DA DEGRADAÇÃO COMEÇAVA ONDE É A ATUAL NASCENTE?**
- 10) PORQUE O NOME PAU GROSSO? PORQUE O NOME BARRO PRETO?**
- 11) A VEGETAÇÃO DO BARRO PRETO ERA A MESMA QUE EXISTIA NO CORREGO PAU GROSSO?**
- 12) O CÓRREGO PAU GROSSO TINHA MUITOS AFLUENTES?**
- 13) ESSES AFLUENTES SECARAM? FORAM DRAGADOS E POSTERIORMENTE PREENCHIDOS?**
- 14) PORQUE RESTARAM ESSAS ÁREAS MAIS RICAS EM ÁREIA? NESTAS O PACOTE DE CASCALHO ESTAVA MAIS PROFUNDO?**
- 15) A ATIVIDADE CLANDESTINA DE GARIMPO PARALISOU QUANDO?**

ANEXO III
RELAÇÃO DOS ENTREVISTADOS

ENTREVISTADOS

- **ÁLVARO ALVES PINHEIRO - Garimpeiro**
- **AGNALDO VIEIRA – Garimpeiro.**
- **JUVENAL ALEXANDRE DA SILVA – Garimpeiro Dono de draga.**
- **JUAREZ JOSÉ DA SILVA (Juarezão) – Madereiro.**
- **MARCOS FERREIRA DE ANDRADE (Coleguinha) - Garimpeiro que pegou o maior diamante.**
- **NELSON SEGOBI - Garimpeiro Dono de draga**
- **VALTER PASTOR DOS SANTOS (Buiú) – Garimpeiro.**

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)