



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
MESTRADO EM GEOGRAFIA

IMPACTOS AMBIENTAIS NA BACIA DO CÓRREGO AMIANTO, MINAÇU, GO

Mestranda: Uhênia Caetano Pereira
Orientadora: Dra. Cláudia Valéria de Lima

Goiânia, outubro de 2012.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS (TEDE) NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **Dissertação** **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor (a):	Uhênia Caetano Pereira		
E-mail:	uhenea@hotmail.com		
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
Vínculo empregatício do autor	Universidade Estadual de Goiás		
Agência de fomento:		Sigla:	
País:	Brasil	UF:GO	CNPJ:
Título:	Impactos Ambientais da Bacia do Córrego Amianto, Minaçu-GO		
Palavras-chave:	Bacia hidrográfica, meio físico, uso da terra, impactos ambientais, antropogeomorfologia		
Título em outra língua:	Environmental impacts in the basin of the stream asbestos Minaçu-GO		
Palavras-chave em outra língua:	Watershed, physical environment, land use, environmental impacts, anthropogeomorphology.		
Área de concentração:	Natureza e Apropriação do Espaço no Cerrado		
Data defesa: (dd/mm/aaaa)	10/10/2012		
Programa de Pós-Graduação:	Geografia Instituto de Estudos Sócio-Ambientais/IESA		
Orientador (a):	Claudia Valéria de Lima		
E-mail:	claudlima@gmail.com		
Co-orientador (a):*			
E-mail:			

*Necessita do CPF quando não constar no SisPG

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Assinatura do (a) autor (a)

Data: ____ / ____ / ____

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

UHÊNIA CAETANO PEREIRA

**IMPACTOS AMBIENTAIS NA BACIA DO CÓRREGO AMIANTO, MINAÇU-
GO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Estudos Sócio-Ambientais da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Geografia.

Área de Concentração: Natureza e Apropriação do Espaço no Cerrado

Linha de pesquisa: Dinâmica sócio-espacial: regional e ambiental.

Orientadora: Prof^a. Dra. Cláudia Valéria de Lima.

Goiânia, 2012.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
GPT/BC/UFG**

P436i Pereira, Uhênia Caetano.
Impactos Ambientais na Bacia do Córrego Amianto,
Minaçu-GO [manuscrito] / Uhênia Caetano Pereira. – 2012.
103 f. : il., figs.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Cláudia Valéria de Lima.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás,
Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, 2012.
Bibliografia.

1. Amianto, Córrego (Minaçu, GO) – Bacia hidrográfica
– Impactos ambientais. 2. Bacia hidrográfica – Solo – Uso.
3. Antropogeomorfologia. I. Título.

CDU: 556.51-044.952

Uhênia Caetano Pereira

IMPACTOS AMBIENTAIS NA BACIA DO CÓRREGO AMIANTO, MINAÇU-GO

Banca Examinadora:

Prof^ª. Dra. Cláudia Valéria de Lima
IESA-UFG
Orientadora

Prof^º. Dr. Paulo Henrique Sobreira
IESA-UFG
Membro Titular

Prof^º. Dr. Leonardo Santos Collier
Membro Titular

Membro Suplente

Goiânia, Outubro de 2012.

Este trabalho é dedicado a meu filho e a todas as pessoas que contribuíram para a realização desse sonho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer a Deus pela sabedoria e perseverança nos momentos de fraqueza, dando-me a oportunidade de realizar mais um sonho.

A minha mãe Joselina, cujo otimismo e determinação me valeram como exemplo para superar as dificuldades.

A meu pai João, que com carinho e atenção, sempre esteve comigo me ajudando a superar todos os obstáculos.

A meu esposo Fábio e meu filho Thales, que tiveram compreensão nos momentos de ausência e pelo incentivo.

A professora Claudia Valéria de Lima pela orientação, e por ter me dado a chance de desenvolver essa pesquisa. Mais que uma orientadora foi uma incentivadora contínua e compreensiva, principalmente nos momentos de desânimo no decorrer deste longo e prazeroso trabalho.

A todos os professores colegas da Universidade Estadual de Goiás, pelo incentivo, pela compreensão, e em especial o professor José Carlos de Souza, cuja contribuição foi fundamental para a conclusão dessa pesquisa.

A todos os colegas de turma do Mestrado com os quais pude dividir momentos de descontração e de aprendizagem.

A todos muito obrigada!

RESUMO

A bacia hidrográfica do Córrego Amianto possui 47 km², localizada no extremo norte do estado de Goiás a Sudeste do município de Minaçu, constitui-se uma bacia representativa da área urbana e área urbana em expansão. Está assentada sobre o Complexo Máfico Ultramáfico de Cana Brava e sobre o Complexo Rio Maranhão, é composta por diferentes modelados. As declividades variam de 0% a >45%. Verifica-se o predomínio de declividades que oscilam de 0% a 12% e numa porção menor, mas significativa, declividades que variam de 21,1% a > 45%, com atitudes que podem atingir 829m. O clima da área de estudo é tipicamente tropical chuvoso do tipo Aw, que corresponde ao clima quente e úmido. A cobertura vegetal possui características fitofisionômicas típicas do cerrado e os solos mais representativos são os Argissolos Vermelhos, Chernossolos, Gleissolos e Cambissolos. Assim, as bacias hidrográficas têm sido consideradas como unidade de planejamento e gestão socioambiental, sendo amplamente utilizadas nos estudos geográficos, constituindo em unidades ambientais naturais que são facilmente delimitadas a partir de seus divisores de água, o que a caracteriza como sistêmica, onde os elementos que a compõem, sejam naturais ou antrópicos, relacionam entre si. Em face a essas características, as bacias hidrográficas são unidades geoespaciais ideais para o planejamento de uso e ocupação do solo. A área de estudo tem sofrido intensas transformações, dado a expansão urbana, dos empreendimentos turísticos, das múltiplas atividades de usos como a pecuária e atividades agrícolas de subsistência e principalmente, da interferência antrópica no modelado do relevo através da mineração, urbanização e aproveitamento hidrelétrico. Diante desse contexto, a proposta desta pesquisa é mostrar os impactos ambientais urbanos, sua origem e processos. Os principais impactos observados na bacia do Córrego Amianto são processos erosivos lineares, tanto em áreas urbanas, quanto em áreas de expansão urbana, movimento de massa, impactos nos recursos hídricos, mudanças no relevo etc.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica, meio físico, uso da terra, impactos ambientais, antropogeomorfologia.

ABSTRACT

The watershed area of the Amianto stream has 47 km², it is located at the northern end of the state of Goiás, to the southeast of Minaçu city, it constitutes a representative watershed of the urban area and urban area in expansion. Seated upon the Mafic Ultramafic Complex Cana Brava and upon the Maranhão River Complex, it is composed of different modeled. The slopes vary from 0% to >45%. There is a predominance of slopes ranging from 0% to 12% and a smaller, but significant portion of slopes ranging from 21.1% to > 45% with attitudes that can reach 829m. The climate of the study area is typically tropical rain of the Aw type, that corresponds to the hot and humid climate. The vegetation cover has phytophysiological characteristics typical of the savannah and the most representative soils are Ultisols, Chernossolos, Gleissolos and Cambisols. Thus, the watersheds have been considered as a unit of planning and environmental management, being widely used in geographical studies, constituting the natural units that are easily bounded from their watersheds, which characterizes it as systemic, where the elements composing it, whether natural or anthropogenic, relate to each other. Due to these characteristics, watersheds geospatial units are ideal for use planning and land use. The study area has undergone sweeping changes due to the urban expansion, tourist developments, activities of multiple uses such as ranching and farming livelihoods and mainly anthropogenic interference modeled in relief through mining, hydroelectric development and urbanization. Given this context, the purpose of this research is to show the urban environmental impacts, its origin and processes. The main impacts observed in the watershed of the Amianto stream are linear erosive processes, both in urban areas, and in areas of urban sprawl, mass movement, impacts on water resources, changes in relief etc.

Keywords: Watershed, physical environment, land use, environmental impacts, anthropogeomorphology.

LISTA DE FIGURAS

	Pg.
Figura 01: Mapa de localização da bacia do Córrego Amianto, Minaçu (GO).	15
Figura 02: Pluviometria em 2000.....	42
Figura 03: Pluviometria em 2011.....	43
Figura 04: Umidade máxima e mínima em 2000.....	43
Figura 05: Umidade máxima e mínima em 2011.....	43
Figura 06: Temperatura máxima, mínima e média em 2011.....	44
Figura 07: Temperatura máxima, mínima e média em 2011.....	44
Figura 08: Mapa de geologia da bacia do Córrego Amianto, Minaçu (GO).	47
Figura 09: Mapa hipsométrico da bacia do Córrego Amianto, Minaçu (GO).	49
Figura 10: Mapa de declividade (%) da bacia do Córrego Amianto, Minaçu (GO).....	50
Figura 11: Mapa de geomorfologia da bacia do Córrego Amianto, Minaçu (GO).....	51
Figura 12: Mapa de solos da bacia do Córrego Amianto, Minaçu (GO).....	53
Figura 13: Argissolos expostos em área de empréstimo.....	54
Figura 14: Perfil representativo de solos Argissolos Vermelhos.....	54
Figura 15: Área de ocorrência de solos Argissolos.....	54
Figura 16: Vertente de ocorrência solos Cambissolos.....	55
Figura 17: Solos Cambissolos expostos em área de ocorrência de movimento de massa.....	56
Figura 18: Perfil representativo solo Cambissolo.....	56
Figura 19: Perfil representativo de Chernossolos expostos em corte de estrada.....	57
Figura 20: Ocorrência de solos Gleissolos em fundo de vale.....	58
Figura 21: Camada superficial de Gleissolos.....	58
Figura 22: Mapa de usos e cobertura vegetal da bacia do Córrego Amianto.....	62
Figura 23: Área de pastagem na bacia do Córrego Amianto.....	63
Figura 24: Área urbana inconsolidada.....	64
Figura 25: Área de mineração, solo exposto.....	65
Figura 26: Paisagem antrópica, área de reflorestamento do Córrego Amianto.....	65
Figura 27: Vista geral da reserva da Sama.....	66
Figura 28: Mapa dos impactos ambientais.....	69

Figura 29: Processos de Ravinamento em Superfície de Encosta.....	70
Figura 30: Rotas do escoamento superficial.....	70
Figura 31: Processos de ravinamento em área urbana sem pavimentação.....	71
Figura 32: Processos de ravinamento.....	71
Figura 33: Deposição de entulho para conter processo de ravinamento.....	72
Figura 34: Processos erosivos em borda de estrada.....	72
Figura 35: Área de aterro.....	74
Figura 36: Vertente convexa.....	74
Figura 37: Processo de ravinamento em área de aterro.....	74
Figura 38: Processos erosivos lineares em área de aterro.....	74
Figura 39: Sedimentos finos situados em vertente próxima ao lago.....	74
Figura 40: Sedimentos grossos próximo a área de aterro.....	74
Figura 41: Ocorrência de movimento de massa em área de expansão urbana-Setor Serrinha.....	75
Figura 42: Movimento de massa associado à área de empréstimo, Minaçu (GO).....	76
Figura 43: Processo de desbarrancamento do córrego Dona Ana, Minaçu (GO).....	77
Figura 44: Processo de assoreamento do córrego Dona Ana, Minaçu (GO).....	77
Figura 45: Depósito de entulho.....	78
Figura 46: Depósito de lixo.....	78
Figura 47: Construção de Rotas d'água Aflorada.....	79
Figura 48: Afloramento de Água.....	79
Figura 49: Afloramento do Nível Freático em Área de Pastagem.....	79
Figura 50: Lançamento de esgoto.....	80
Figura 51: Vegetação antropizada.....	80
Figura 52: Processo de entulhamento do córrego Amianto, Minaçu (GO).....	80
Figura 53: Ocupação próxima a margem do córrego Amianto, Minaçu (GO).....	80
Figura 54: Pontos de despejos de esgotos sem tratamento, direto no córrego Amianto. Fonte: Programa socioambiental de Cana Brava (2002).....	81
Figura 55: Lançamento de esgoto e resíduos sólidos na drenagem urbana de Minaçu – GO.....	81
Figura 56: Tapete formado pelas macrófitas no Lago de Cana Brava, próxima a área urbana de Minaçu (GO).	83
Figura 57: Realização de Trabalho Intenso na Retirada das Macrófitas.....	83

Figura 58: Fotografia aérea PROSPEC (escala aproximada 1:45.000).....	85
Figura 59: Vista Geral da Serra de Cana Brava em 1965 e em primeiro plano, o Cerrado Stricto Sensu.....	86
Figura 60: Fase de abertura da cava A em 1966.	88
Figura 61: Tabela da evolução da produção de amianto de Cana Brava de 1967 a 2007.....	89
Figura 62: Gráfico da evolução da produção de amianto de Cana Brava de 1967 a 2007.....	90
Figura 63: Formação das bancas em 1997.....	90
Figura 64: Taludes com cobertura vegetal.	90
Figura 65: Construção dos primeiros taludes da Banca A em 1992.	91
Figura 66: Talude da Banca A em 2001, com cobertura vegetal.	91
Figura 67: Taludes da banca A de estéril em 2012 já estabilizados.....	91
Figura 68: Taludes da banca B em 1993.	92
Figura 69: Taludes da banca B em 2001.	92
Figura 70: Taludes da banca B de estéril em 2012.....	92
Figura 71: Banca de estéril sem cobertura vegetal em 2012.....	92
Figura 72: Área destinada a construção da UHE de Cana Brava no rio Tocantins - imagem Landsat (RGB-543) – 1998.....	94
Figura 73: Lago de Cana Brava - imagem Landsat (RGB-543) – 2010.....	95

SUMÁRIO

	Pg.
INTRODUÇÃO	13
CAPÍTULO I: BASES TEÓRICAS	
1.1 A Geografia Física e a abordagem sistêmica aplicada aos estudos ambientais.....	16
1.2 Categorias de Análise: bacia hidrográfica e paisagem.....	22
1.3 Análise integrada do meio físico.....	25
1.4 Impactos ambientais: conceitos e definições.....	26
1.5 Solos: conceitos e suscetibilidade a erosão.....	27
1.5.1 Erosão, assoreamento e movimento de massa.....	30
CAPÍTULO II: MATERIAIS E MÉTODOS	
2.1 Clima.....	36
2.2 Geologia e solos.....	36
2.3 Geomorfologia.....	37
2.4 Vegetação.....	37
2.5 Hidrologia.....	38
2.6 Justificativa da escolha da bacia.....	38
2.7 O problema da escala.....	39
2.8 Generalização cartográfica.....	40
CAPÍTULO III: CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL E USO DA TERRA	
3.1 Aspectos climáticos.....	42
3.2 Aspectos hidrológicos.....	44
3.3 Aspectos Geológicos.....	45
3.4 Aspectos geomorfológicos.....	48
3.5 Aspectos pedológicos.....	52
3.5.1 Solos Argissolos Vermelhos.....	52
3.5.2 Cambissolos.....	54
3.5.3 Chernossolos.....	56
3.5.4 Gleissolos.....	58

CAPÍTULO IV: USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA DO CÓRREGO AMIANTO

4.1 Histórico do processo de ocupação do município de Minaçu-GO.....	59
4.2 Uso do solo na bacia do córrego Amianto.....	61
4.2.1 Área rural: agricultura e pastagem.....	61
4.2.2 Área urbana.....	63
4.2.3 Área da mineração.....	64
4.2.4 Cobertura vegetal.....	65
4.2.5 Espelho d'água.....	66

CAPÍTULO V: IMPACTOS AMBIENTAIS NA BACIA DO CÓRREGO AMIANTO

5.1 Processos erosivos urbanos.....	68
5.2 Movimentos de massa.....	75
5.3 Processos de assoreamento.....	76
5.4 Descarte do lixo de forma inadequada.....	77
5.5 Impactos hidrológicos	78

CAPÍTULO VI: PAISAGEM ALTERADA: O HOMEM COMO AGENTE GEOMORFOLÓGICO

6.1 Morfologia Original.....	84
6.2 Morfologia Antropogênica	86
6.2.1 Considerações acerca da morfologia antropogênica relacionada a mineração....	87
6.2.2 Considerações acerca da morfologia antropogênica relacionada a produção de energia elétrica.....	92
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98

INTRODUÇÃO

Os estudos ambientais dentro da ciência geográfica tem se tornado cada vez mais aplicados a análise da readaptação dos ambientes, e estas análises tem contribuído para o entendimento da degradação do meio físico com vistas ao planejamento de uso e ocupação do solo, servindo assim como apoio tanto na gestão dos territórios e, principalmente na gestão dos recursos hídricos.

Com o processo de expansão das atividades humanas sobre o solo, como a agricultura, pecuária, construção de cidades entre outros tipos de usos, inúmeros impactos têm se deflagrado no meio físico, como processos de erosão acelerada de caráter laminar e linear e movimentos de massa. No meio rural estes impactos induzem a perda dos nutrientes do solo, comprometendo as atividades agrícolas. No espaço urbano, estes processos, são constituintes de áreas de risco à ocupação, desvalorizando as áreas onde ocorrem e representando um sério problema para a população e o poder público, além da degradação dos recursos hídricos, especialmente os recursos hídricos urbanos. Dessa maneira, a ocupação e uso dos solos pelo homem, quando efetuadas de maneira desordenada, ocasionam sérias consequências, dentre as quais podem ser incluídas a perda de solos férteis, o assoreamento e poluição de corpos hídricos, além de desastres urbanos, como exemplo movimento de massa em encostas etc.

Em função dos inúmeros impactos socioambientais causados pela ocupação desordenada de áreas suscetíveis a erosão acelerada, é que se tornam cada vez mais necessárias análises geoambientais, para o entendimento das características do meio físico.

Partindo destes pressupostos, fez-se uma avaliação geoambiental da bacia do córrego Amianto, analisando os principais impactos. A bacia do córrego Amianto está localizada no município de Minaçu, no extremo norte de Goiás. Esta bacia compõe o alto curso da bacia do rio Tocantins, sendo tributária do Lago da Usina Hidroelétrica de Cana Brava, instalada desde 1998. Está posicionada entre os paralelos $13^{\circ} 31' 30''/13^{\circ} 30' 00''$ S e os meridianos $48^{\circ} 13' 00''/48^{\circ} 16' 00''$ WGr, perfazendo uma área de aproximadamente 47 km² (Figura 01).

A bacia possui uma reserva ecológica particular, uma área de deposição de rejeitos da mineradora de amianto SAMA-Sociedade Anônima Mineração de Amianto, possui uma área rural com agricultura e pastagem e área urbana. Os impactos mais

significativos estão na área urbana em função da ocupação desordenada da base íngreme de uma encosta, no denominado setor Serrinha.

Diante desse quadro alguns questionamentos são colocados. Quais são as características físicas e de uso da bacia? Quais as origens da degradação ambiental? Quais os principais impactos existentes? Quais as principais mudanças no relevo causados pela mineração? Urbanização? E pela construção da usina hidrelétrica?

O objetivo geral da pesquisa é avaliar e compreender os impactos ambientais, através da análise do meio físico da bacia do córrego Amianto a partir de uma análise sistêmica. Os objetivos específicos são: fazer uma caracterização geoambiental da área, considerando os aspectos geológicos, pedológicos, geomorfológicos, biogeográficos e antrópicos; avaliar a degradação ambiental, identificando a origem, os condicionantes e a dinâmica atual das ocorrências de erosão acelerada e movimento de massa, analisar a forma de usos e ocupação da área de estudo e as mudanças no relevo através da mineração, urbanização e os impactos hidrológicos etc.

Este trabalho está organizado em seis capítulos diferentes e complementares. O capítulo I apresenta alguns pressupostos teóricos fundamentais à temática da pesquisa, como exemplo, uma discussão acerca da Geografia Física e a abordagem sistêmica aplicadas aos estudos ambientais, as categorias utilizadas durante a pesquisa, o método e os principais conceitos empregados. O capítulo II refere-se aos materiais e métodos, apontando todos os procedimentos metodológicos, as fontes de dados, as etapas da pesquisa e os programas e equipamentos que foram utilizados no decorrer do desenvolvimento deste trabalho. O capítulo III aborda a caracterização física do meio (geologia, geomorfologia, pedológicos, clima, vegetação) na bacia. O capítulo IV refere-se ao uso e ocupação da bacia do córrego Amianto. O capítulo V mostra os principais impactos urbanos na bacia do Córrego Amianto, Minaçu-GO. O capítulo VI aborda uma discussão acerca da antropogeomorfologia, o homem como um agente geomorfológico e as principais mudanças no relevo causadas pela mineração, urbanização e pela construção da usina hidrelétrica de Cana Brava.

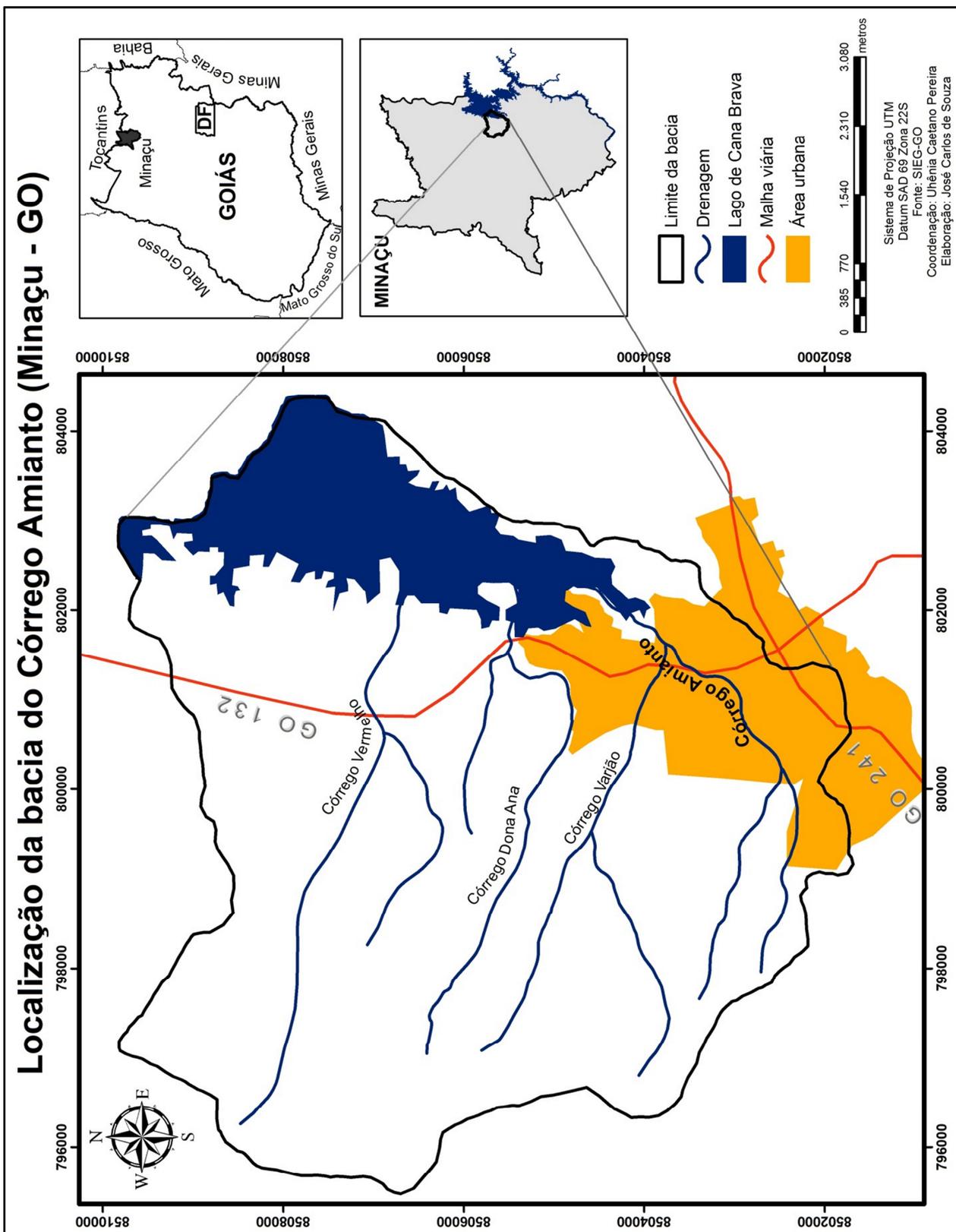


Figura 01: Mapa de localização da bacia do córrego Amianto, Minaçu (GO)

CAPÍTULO I: BASES TEÓRICAS

Para se compreender a análise proposta pela pesquisa numa perspectiva sistêmica, faz-se necessário apresentar a fundamentação teórica que norteia a pesquisa em questão. Primeiramente foi feita uma discussão acerca da importância da Geografia Física e a abordagem sistêmica aplicada aos estudos ambientais e, posteriormente, fez-se uma discussão teórica acerca dos conceitos utilizados: bacia hidrográfica e paisagem enquanto categorias de análise, análise integrada enquanto método e, especialmente, uma discussão dos principais conceitos que foram empregados na pesquisa como solos, erosão laminar e linear, impactos ambientais, movimento de massa, antropogeomorfologia etc.

1.1 A Geografia Física e a abordagem sistêmica aplicadas aos estudos ambientais

Os estudos ambientais dentro da ciência geográfica tem se tornado cada vez mais aplicados à análise das fragilidades dos ambientes, e estas análises tem contribuído para melhor entender a degradação do meio físico, tendo em mente o planejamento de uso e ocupação do solo, utilizado como auxílio na gestão dos territórios. É interessante comentar que na contemporaneidade, a Geografia Física vem se destacando como uma área capaz de desenvolver pesquisas que ajudem no monitoramento de impactos ambientais, preservação e conservação dos recursos naturais, bem como seu uso de forma sustentável. Também vem destacando-se no planejamento ambiental e territorial apontando medidas para o aproveitamento econômico, buscando realizar pesquisas, baseadas na teoria geral dos sistemas.

Ross (2003), reportando a análises ambientais, expôs que é de fundamental importância, pensar no todo, o natural e o social, e na forma que esse todo é expresso na realidade.

Com o aprimoramento das técnicas utilizadas para transformar a natureza e com o aumento dos grandes problemas ambientais a ciência geográfica, tem se destacado na temática ambiental.

Assim, a Geografia na contemporaneidade, tem se voltado para estudos relacionados com o meio ambiente. Assuntos como degradação ambiental e a necessidade de compreender a organização social e sua interferência nos processos naturais tem sido cobrados aos geógrafos físicos. Isso os obriga a se inteirarem dos processos de organização e transformações sociais que se relacionam com seu objeto de estudo, fazendo com que haja uma aproximação com as ciências humanas.

Segundo Mendonça (1989), a Geografia Física teve origem enquanto conhecimento científico, entre os naturalistas dos séculos XVIII e XIX. Porém, foi com o aparecimento da Geografia Regional de Paul Vidal de La Blache, na França do século XIX que a Geografia Física se concretizou enquanto ramo específico de estudo da ciência geográfica.

Ainda, salienta o autor, que as viagens de descobrimentos e reconhecimentos desenvolvidos pelos europeus produziram uma Geografia descritiva e narrativa dos lugares, ou seja, o meio ambiente era visto como a descrição do quadro natural do planeta como o relevo, clima, vegetação, hidrografia, fauna e flora. O quadro natural era entendido como elemento totalmente separado do homem. Mas, o que foi produzido nesse período serviu de base para a formação da Geografia como ciência e, também, serviu de base para a Geografia Física.

Para tentar compreender o desdobramento da Geografia Física é preciso entender que com a institucionalização da Geografia como ciência, ela se dá em meio à dicotomização entre ciências naturais e ciências sociais. Isso porque, segundo Gomes (1986), a Geografia se mostra estruturada com base no racionalismo e no positivismo subsidiando o modelo produtivista vigente na época.

Assim, também houve uma clara divisão dentro da Geografia em “Geografia Física e Geografia Humana”, sendo a primeira ligada às ciências naturais e a segunda às ciências sociais (MORAES, 1994).

Para Christofolletti (1982), a dicotomia Geografia Física- Geografia Humana tem sua origem no período de sistematização da Geografia enquanto ciência e a Geografia Física foi privilegiada nesse período, pelo aparato metodológico que lhe conferiu os louros de parte da ciência geográfica cientificamente mais bem consolidada. Ainda segundo o autor, a Geografia Física não constituiu um campo de conhecimento passível de ser pensado de forma conjunta e, assim resultou na compartimentação dessa área da Geografia em outras, como podemos citar, a Geomorfologia, a Hidrologia, a Biogeografia, a Climatologia etc.

Nessa perspectiva, alguns geógrafos tentaram elaborar esse conhecimento mais conjuntivo, buscando estreitar seu relacionamento com outras ciências, como por exemplo, a Biologia, a Ecologia, a Geologia etc. (SUERTEGARAY, 2008).

Para Mendonça (1989), a Geografia Física só não desapareceu devido às subdivisões que ocorreram, isto é, o estudo separado dos vários componentes dos meios, influenciando o conhecimento geográfico produzido a partir de então. Na verdade, essas áreas de estudos e pesquisas científicas da Geografia Física, se estruturaram em campos da divisão do conhecimento geográfico.

Ainda, segundo o relato de Mendonça (1989), até a década de cinquenta do século XX, a Geografia Física caracterizou-se por estudos dos aspectos do quadro natural do planeta, de maneira individualizada entre si e distante da Geografia Humana, constituindo-se numa ciência da natureza, afastada do princípio básico da Geografia no geral (relação homem e natureza), dessa forma, excluiu o homem de seu quadro de abordagem e preocupações.

Segundo o autor, logo após esse período, houve grandes transformações mundiais, especialmente naquelas regiões mais devastadas pela 2ª Guerra Mundial. Em função do desenvolvimento tecnológico e das grandes invenções, principalmente no seio das ciências, as pesquisas voltadas para a Geografia Física foram aprimoradas. Neste caso, podemos citar a meteorologia que, de forma mais detalhada pode desenvolver estudos de climatologia passando a ser vista como um meio de investigar e entender o clima do planeta de forma mais dinâmica.

Assim, em meio a grandes progressos tecnológicos, científicos e mudanças na economia e principalmente, uma nova configuração da organização do espaço mundial, marcou o ápice da aplicação da Teoria Geral de Sistemas às Ciências da Terra e, conseqüentemente, originou um novo modelo de produção de conhecimento geográfico, baseado na quantificação, denominado de Nova Geografia.

A Teoria Geral dos Sistemas foi exposta pela primeira vez em um seminário de filosofia em Chicago em 1937, pelo biólogo Ludwig Von Bertalanffy. Para ele:

“É necessário estudar não somente partes e processos isoladamente, mas também resolver os decisivos problemas encontrados na organização e na ordem que os unifica resultante da interação dinâmica das partes, tornando o compartimento das partes diferentes quando estudado isoladamente e quando tratado no todo” (BERTALANFFY, 1973, p. 53).

Nesse sentido, o autor confirma que o estudo isolado e do tratamento por partes são insuficientes para atender os problemas teóricos, principalmente no que tange as ciências bio-sociais, diante das questões práticas propostas pelas novas tecnologias. A viabilidade é produto de diversas criações, na teoria, na epistemologia, na matemática etc., que mesmo incipiente, mas de forma gradual, torna exequível o ponto de vista dos sistemas (BERTALANFFY, 1973).

Dessa maneira o autor, fundamentado nessa formulação da Teoria Geral dos Sistemas, demonstra insatisfação quanto aos esquemas metodológicos da ciência clássica, propondo e inovando uma nova metodologia de pesquisa em estudo integrado dos fenômenos, mostrando-se contrário a um olhar separatista e reducionista. Segundo Gregory (1992), Bertalanffy via a teoria como forma de unificar todas as ciências, pois apresentava base analítica e prática para todas.

A década de 50 marcou o apogeu da aplicação da Teoria dos Sistemas à Ciência em geral.

Nas discussões sobre a abordagem sistêmica como método de investigação integrada dos fenômenos, Edgard Morin confirma:

“O sistema aparece como um conceito-apoio e, como tal, de Galileu até meados do nosso século, não foi estudado nem refletido. Podemos compreender por que motivo: ora a dupla e exclusiva atenção dada aos elementos constitutivos dos objetos e às leis gerais que os regem impedem toda a emergência da ideia de sistema; ora a ideia emerge fracamente, subordinada ao caráter *sui generis* dos objetos encarados disciplinarmente. Assim, no seu sentido geral, o termo “sistema” é uma palavra-envelope; no seu sentido particular, adere totalmente à matéria que o constitui: portanto é impossível conceber qualquer relação entre os diversos empregos da palavra “sistema”: sistema solar, sistema atômico, sistema social; a heteroneidade dos constituintes e dos princípios de organização entre sistemas estelares e sociais é de tal modo evidente e impressionante que aniquila qualquer possibilidade de unir as duas acepções do termo “sistema” (MORIN, 1977, p.98).

Neste sentido, percebe-se por parte de Edgard Morin, um anseio na busca de novos parâmetros para as bases teóricas da abordagem sistêmica. Ele conceitua o sistema como “uma inter-relação de fatores que constituem uma unidade global”, destacando que não basta associar inter-relação e totalidade, é necessário fazer ligação entre os fatores por meio da ideia de organização.

Na visão do autor, o sentido da palavra organização constitui o elemento importantíssimo para a compreensão da Teoria dos Sistemas. Nesse raciocínio, um sistema possui uma dinâmica sustentada em manifestações mútuas que atuam de forma

conjunta no processo de organização do sistema, processo que vê na interação um fator de grande relevância, como elemento viabilizador de seu funcionamento.

Segundo Tricart (1977), o conceito de sistema é o melhor instrumento lógico de que dispomos para estudar os problemas do meio ambiente, pois permite adotar uma atitude dialética entre a necessidade de análise imposta pelo desenvolvimento da ciência, e a necessidade contrária de uma visão de conjunto capaz de viabilizar uma atuação eficaz sobre este meio.

Os sistemas envolvidos na análise ambiental funcionam dentro de um ambiente, fazendo parte de um conjunto maior e, para a modelagem ambiental deve-se estar ciente de que diferenciar um sistema na multiplicidade das características e fenômenos da superfície da terra é ato mental, cuja ação procura abstrair o referido sistema da realidade envolvente (CHRISTOFOLETTI, 1999). Para Haigh (1985 *apud* Christofolletti, 1999), um sistema é uma totalidade que é criada pela integração de um conjunto estruturado de partes componentes, cujas inter-relações estruturais e funcionais criam uma inteireza que não se encontra implicada por aquelas partes componentes quando desagregadas.

Na Geografia Física, a abordagem sistêmica como método de pesquisa foi adotada quase que totalmente, em todos os campos do conjunto do conhecimento geográfico.

O processo de inserção da abordagem sistêmica na Geografia Física, iniciou-se em 1935 com a definição de ecossistema pelo ecólogo-botânico A. G. Tansley. A partir dessa data, a posição sistêmica é, notadamente, um dos métodos mais utilizados nas pesquisas em Geografia Física (GREGORY, 1992).

De acordo com Marques Neto (2008), o surgimento das pesquisas geográficas, utilizando as diretrizes dos geossistemas e da análise integrada da paisagem contribuíram intensamente para a concretização da abordagem sistêmica no seio da Geografia teórica e aplicada. Inicialmente, o conceito de geossistema foi concebido na Escola Soviética e exposta no ano de 1962 por Viktor Sotchava.

Segundo Christofolletti (1999), a principal concepção do geossistema, para Sotchava, é a conexão da natureza com a sociedade, pois, mesmo que os geossistemas sejam fenômenos naturais, todos os fatores econômicos e sociais devem ser considerados em sua análise.

Segundo Sotchava (1978 citado por ROSS, 2006, p.2):

A Geografia Física baseada nos princípios sistêmicos pode ocupar posições firmes na geografia moderna aplicada, apoiada no planejamento de desenvolvimento socioeconômico do país, e sugere medidas para o desenvolvimento e reconstrução de seus territórios. Essa abordagem acaba por definir um objeto específico da atuação da pesquisa geográfica, deixando de se intrometer no campo de outras disciplinas.

Neste sentido, o autor relata que a Geografia deve estudar não os componentes da natureza, mas as conexões entre elas; não se deve restringir à morfologia da paisagem e suas subdivisões, mas de preferência, lançar-se no estudo de sua dinâmica, estrutura funcional, conexões etc.

Assim, o autor tinha em mente a instituição de um padrão aplicável às manifestações geográficas que tinha como base fundamental o reconhecimento de uma conexão real entre os elementos biofísicos e a esfera socioeconômica.

Em suma, a Geografia Física deve estudar a dinâmica, estrutura funcional e conexões entre os componentes da natureza. Sotchava destaca a necessidade de adotar o método sistêmico neste tipo de pesquisa e enfatiza que a Geografia Física pode sobressair na aplicação da Geografia moderna, desenvolvendo funções principalmente no contexto do planejamento socioeconômico.

Para Ross (2006), a finalidade da Geografia Física, é pesquisar as manifestações da natureza, de forma inter-relacionada, a qual se constitui num processo dinâmico, existindo um movimento de energia e matéria entre os elementos formadores de um grande todo inseparável. Para Jardi (1990), caracteriza-se, numa ciência de integração, incluindo o homem e suas ações nas pesquisas dos caracteres físicos naturais.

Sotchava juntamente com os geógrafos soviéticos, apresentavam a necessidade de uma Geografia Física Aplicada em estudos voltados para a análise e soluções de problemas de caráter socioambientais (ROSS, 2006).

Desloca-se de uma posição passiva de uma Geografia analítico-descritiva para uma Geografia preocupada com a aplicação dentro de um discurso de desenvolvimento que leve em conta a conservação e a preservação da natureza e, mais do que isso, que tenha a intenção de contribuir para a promoção de melhorias/otimização dos ambientes naturais, que são nos dias atuais, alguns dos pressupostos para o desenvolvimento sustentável da humanidade (ROSS, 2006, p. 27).

A técnica de pesquisa com procedência na Geografia Física, chamada Geossistema, possibilita uma abordagem sistêmica nas pesquisas aplicadas desta ciência, através da análise integrada dos elementos constituintes do meio físico,

possibilitando a delimitação de unidades de paisagem em diferentes escalas. Assim, o uso e aperfeiçoamento dessa técnica podem contribuir para fins de planejamento ambiental, territorial etc.

Dessa maneira, a abordagem sistêmica por utilizar a análise integrada do complexo físico-geográfico, isto é, a conexão da natureza com a sociedade humana, nos oferece maiores condições de interpretar toda a complexidade que envolve os estudos da sociedade/natureza, entendendo que os geossistemas são fenômenos naturais, no entanto, seu estudo abrange os fatores econômicos e sociais das paisagens modificadas pelo homem ao longo da história (SOUZA e MARIANO, 2008).

Os estudos de Geografia Física baseados nos geossistemas são de suma importância, pois podem auxiliar na busca de soluções das mais variadas questões sociais, como no planejamento e utilização do meio natural de maneira que diminua os impactos. Percebe-se, diante desse contexto, uma tendência nos estudos da Geografia Física contemporânea: a preocupação com a degradação ambiental (SOUZA e MARIANO, 2008).

Nessa concepção, a Geografia Física Aplicada pode ser sintetizada, de acordo com Gregory (1992), em duas partes: na primeira engloba as aplicações da Geomorfologia, da Climatologia, da Geografia dos Solos e da Biogeografia e, a segunda parte, os estudos integrados de impactos ambientais.

Já no Brasil, o desenvolvimento da Geografia Física Aplicada, iniciou-se na década de 80, com a promulgação da Lei Federal nº 6.938, de 31/08/1981, instituindo a obrigatoriedade dos EIAs (Estudos de Impactos Ambientais) e do RIMAs (Relatório de Impactos Ambientais) integrando os instrumentos legais da Política Nacional de Meio Ambiente (ROSS, 2006).

O emprego de metodologias da Geografia Física Aplicada pode contribuir para as atividades de planejamento ambiental especialmente referentes à delimitação e estudos integrados dos componentes do meio e segundo Mendonça (2002), os geógrafos tem sido requisitados com grande frequência, principalmente na elaboração de laudos técnicos, diagnósticos ambientais e para desenvolver práticas de recuperação de áreas degradadas especialmente em unidades de bacias hidrográficas.

1.2 Categorias de Análise: bacia hidrográfica e paisagem

Em função dos inúmeros casos de impactos ao uso do solo sem planejamento, diversos estudos têm sido realizados para diagnosticar tais fenômenos, tendo como uma das categorias de análise a bacia hidrográfica. Desde 1979, a bacia hidrográfica tem sido considerada como uma unidade de planejamento e gestão socioambiental (ANA, 2011), sendo amplamente utilizada nos estudos geográficos, sobretudo por se constituir em unidade ambiental natural facilmente delimitada a partir de seus divisores de águas, de onde partem as águas superficiais e sub-superficiais rumo ao seu coletor principal ou mesmo único canal de drenagem.

Entende-se por bacia hidrográfica, ou bacia de drenagem, a área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários, sendo limitada pelos divisores de água. A bacia hidrográfica, como unidade natural de análise da superfície terrestre possibilita reconhecer e estudar as inter-relações existentes entre os diversos elementos da paisagem e os processos que atuam na sua esculturação (BOTELHO, 1999). A autora também enfatiza a análise integrada, onde se considera todos os fatores do meio físico, para se identificar as áreas mais suscetíveis a processos erosivos e entender a dinâmica dos mesmos.

Para Christofolletti (1999), a bacia hidrográfica é entendida como um sistema onde todos os elementos que a compõe estão interligados, solo, rocha, drenagem o tipo de uso, e todos estes elementos devem ser considerados para o entendimento da dinâmica dos processos. A bacia hidrográfica segundo Botelho e Silva (2010), é entendida como célula de análise ambiental, pois permite entender e analisar seus diversos elementos além dos processos e interações que nela ocorrem. Botelho e Silva (2010) afirmam:

Ao distinguirmos o estado dos elementos que compõem o sistema hidrológico (solo, água, ar, vegetação etc.) e os processos a eles relacionados (infiltração, escoamento, erosão, assoreamento, inundação, contaminação etc.), somos capazes de avaliar o equilíbrio dos sistemas ou ainda a qualidade ambiental (pág. 153).

Uma bacia hidrográfica pode estar inserida em outras de maior tamanho, e pode ainda conter uma quantidade variada de outras menores, denominadas sub-bacias, além de unidades espaciais mínimas, consideradas micro bacias hidrográficas.

Em uma bacia hidrográfica as condições climáticas, litológicas, biogeográficas entre outras, condicionam a estruturação da rede de drenagem e das formas de relevo. Alcançando o estado de estabilidade a geometria da rede fluvial e o da morfologia encontra-se em perfeito estado de equilíbrio e só sofrerão modificações se por ventura

houver alterações nas variáveis condicionantes (CHRISTOFOLETTI, 1979). Portanto, as bacias resultam da interação de fatores que funcionam no contexto de uma dinâmica hídrica e hidráulica delimitada onde o comportamento é sistêmico.

Para Botelho (1999) a bacia hidrográfica utilizada como categoria de análise para estudos geográficos, representa uma unidade constituída de elementos naturais e socioeconômicos inter-relacionados continuamente, apresentando estrutura, funcionalidade e dinâmica decorrente das trocas realizadas entre seus elementos. Christofolletti (1979) considera a bacia hidrográfica como um sistema aberto com entrada e saída de energia e matéria, onde todos os elementos que a compõem se inter-relacionam. Dessa forma, qualquer alteração em um desses elementos atingirá os demais, alterando os fluxos de energia e matéria (CUNHA e GUERRA, 2003).

Nos últimos anos, cresceu enormemente o valor da bacia hidrográfica como unidade de análise e planejamentos ambientais, pois nela é possível avaliar de forma integrada as ações humanas sobre o ambiente e seus desdobramentos sobre o equilíbrio hidrológico (BOTELHO e SILVA, 2010).

Para Jesus (2007) a bacia hidrográfica como unidade de análise utiliza recorte espaço-territorial, além de uma abordagem da paisagem adotando escala, que favorece uma investigação integrada dos fenômenos geográficos presentes. Leal (1995) enfatiza que os estudos de problemas ambientais urbanos podem ser determinantes com o emprego de bacias hidrográficas como unidade de análise exigindo pesquisas e reflexões que abrangem tanto os aspectos naturais quanto sociais da área de estudo.

O uso, planejamento e controle das bacias hidrográficas colaboram para prevenção e domínio sobre os desmatamentos por meio dos seus planos de recursos hídricos. Cabe lembrar, que é importante que os planos de gestão das bacias hidrográficas considerem, além dos recursos hídricos, o tipo de ocupação da bacia e o estado de sua vegetação remanescente. Os planos têm o potencial de apontar programas e diretrizes para diversos temas, assim como, a mobilização social e a educação ambiental, capacitação, fortalecimento institucional, proteção, recuperação de áreas degradadas, áreas protegidas, além do arranjo institucional para sua gestão.

Através do exposto, as bacias hidrográficas se constituem em grandes sistemas, onde qualquer intervenção que atinja determinado ponto da bacia pode surtir efeito sobre todo o seu conjunto (SANTANA, 2007). Com isso, a ação antrópica deliberada e sem planejamento, agindo diretamente em uma bacia hidrográfica, a partir de impactos negativos, como por exemplo, a retirada da vegetação original, o uso e ocupação

indevidos de suas encostas, entre outros, comprometerão o equilíbrio do sistema e induzirão alterações da paisagem, como a relação entre as fitofisionomias do cerrado e da bacia.

Segundo Bertrand (1971 *apud* Marques Neto 2008), a paisagem é numa determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns aos outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em constante evolução.

De acordo com Bertrand, estudar uma paisagem significa de antemão um problema de método e, considerando a paisagem como sistema, o método de análise mais adequado é o método sistêmico. Dessa maneira, o objetivo do estudo da paisagem deve ser entendido como uma realidade integrada, onde os componentes aparecem associados de forma intensa, sendo que os conjuntos podem ser trabalhados como um modelo de sistema.

1.3 Análise integrada do meio físico

Segundo Souza (2010a), a bacia hidrográfica é entendida como um sistema, em que há trocas de matéria e energia entre os elementos constituintes. Neste sentido Tricart (1977), relata que o conceito de sistema é o melhor instrumento lógico para se empregar nas pesquisas sobre as questões ambientais, pois ocasiona a adoção de ação dialética entre a inevitável análise dada pelo desenvolvimento da ciência e a necessidade inversa de uma visão de conjunto, possibilitando uma atuação eficaz sobre este meio.

Assim, a paisagem integrada é definida como uma área geográfica, unidade espacial, cuja morfologia agrega uma complexa inter-relação entre litologia, estrutura, solo, flora e fauna, sob a ação constante da sociedade, que a transforma.

Nesse entendimento, a utilização da análise integrada enquanto método é de suma importância, pois possibilita a análise de forma dinâmica dos sistemas ambientais naturais, para que as intervenções das sociedades humanas sejam menos nocivas aos recursos naturais e mais benéficas aos aspectos humanos.

Para Ross (2006), a importância de se entender a relação entre os elementos da paisagem, ou seja, dos condicionantes ambientais, para que assim possa ser feito o uso sustentável de seus recursos, e a interação humana no ambiente é fator *sine qua non* nesse entendimento que assume como método uma análise integrada.

Segundo Souza (2010a), o uso da análise integrada do meio físico enquanto método se justifica pela possibilidade de se fazer uma caracterização que enfatize a inter-relação entre a geologia, o relevo, os tipos de solo, o clima e a rede de drenagem, bem como sua interação com a diversidade biológica e as variadas formas de uso e ocupação da terra.

Na perspectiva da análise integrada, Tricart (1977), relata que a análise morfodinâmica é imprescindível para se ter conhecimento da dinâmica do ambiente para o aproveitamento racional da terra e efetivar o diagnóstico da suscetibilidade de certos tipos de riscos de uso da terra diante da degradação ambiental.

Diante dessas considerações sobre a análise integrada do meio e a bacia hidrográfica e paisagem como categorias de análise, é fundamental levantar outros conceitos básicos para o estudo como solos e erodibilidade, erosão laminar e linear como fatores importantes para compreender a suscetibilidade da área e principalmente uma discussão sobre impactos ambientais.

1.4 Impactos ambientais: conceitos e definições

Os recursos ambientais sempre foram utilizados como elementos essenciais na dinâmica do processo de desenvolvimento econômico, em busca do progresso das sociedades humanas. Para que isso aconteça o ser humano modifica o ambiente de acordo com sua necessidade, provocando erosões, desmatamento, queimadas e acúmulo de resíduos sólidos em áreas inadequadas. A expansão da urbanização das cidades traz consigo uma série de agravantes que promovem alterações e consequentemente a degradação ambiental que é causada pela ação do homem, que na maioria das vezes, não respeita os limites impostos pela natureza (GUERRA e GUERRA, 2001).

Impacto ambiental é uma expressão utilizada para caracterizar uma série de modificações causadas ao meio natural, influenciando no equilíbrio dos ecossistemas. O termo impacto ambiental comumente é utilizado como referência a algum dano ao meio ambiente, ou seja, com uma conotação claramente negativa. No entanto, não se pode desconsiderar a possibilidade de ocorrerem impactos ambientais positivos, como, por exemplo, a criação de empregos gerada a partir da instalação de uma indústria, ou a melhoria da qualidade das águas, como efeito da implantação de um projeto de coleta e tratamento de esgotos (SÁNCHEZ, 2008).

Para estudar a questão ambiental e os impactos ambientais Christofolletti (1999) destaca que:

Torna-se significativo salientar que os problemas ambientais, em função da expressividade espacial subjacente, tornam-se questões inerentes à análise geográfica. Além da fase diagnóstica e analítica, os estudos de impactos consistem no processo de prever e avaliar os impactos de uma atividade humana sobre as condições do meio ambiente e delinear os procedimentos a serem utilizados preventivamente para mitigar ou evitar os efeitos julgados negativos (CHRISTOFOLETTI, 1999 p. 47).

No Brasil, a Resolução Conama nº 001/1986 define como impacto ambiental:

qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986).

Dessa forma, os impactos ambientais implicam na supressão, inserção ou sobrecarga de alguns elementos no meio ambiente que irão atrapalhar seu caráter dinâmico, como por exemplo, a supressão da vegetação; a inserção de ambientes construídos, como barragens, rodovias, edifícios; e a sobrecarga de algum poluente (SÁNCHEZ, 2008).

Para Guerra e Cunha (2000) legalmente, o conceito de impacto ambiental refere-se exclusivamente aos efeitos da prática antrópica sobre o meio ambiente e compreender todos os processos físicos, biológicos e sociais que se estabelecem em uma bacia, é uma forma de contribuir para o planejamento de utilização dos recursos naturais da mesma, o que possibilita a mitigação dos impactos. Assim, a bacia hidrográfica como integradora dos setores ambientais e sociais, deve ser considerada com esta função, afim de que os impactos ambientais sejam reduzidos.

1.5 Solos: conceitos, suscetibilidade e erosão

Segundo Guerra e Silva (2005), os problemas decorrentes do uso e ocupação do solo, são cada vez mais discutidos e tem chamado a atenção de diversos pesquisadores e estudiosos. Com o crescimento mundial da população, além do aumento da necessidade

por alimentos têm despertado pesquisas em busca de resoluções para um uso mais adequado do solo, cujo objetivo é produzir sem ocasionar grandes perdas por erosão.

De acordo com Guerra (2001), a degradação dos solos pode ter diversas causas. A erosão é uma delas, mas pode ser decorrente da acidificação, da acumulação de metais pesados, da redução dos nutrientes no solo, da diminuição de matéria orgânica, etc. Assim, a erosão é confundida ou é colocada como sinônimo de degradação dos solos. Isso ocorre, talvez, em função de ser fator determinante da degradação, pois promove diversos prejuízos ao solo além de sua enorme distribuição espacial na superfície da terra atualmente.

A acidificação é, também, outra causa da degradação dos solos. Segundo Lepsch (2010), a acidificação do solo é uma das consequências do empobrecimento e é mais frequente em regiões de clima úmido, dada a intensidade da chuva causando a lavagem progressiva, ocasionada pela água gravitacional, de uma porção elevada de bases adsorvidas nos coloides do solo. Conforme o autor, depois de lixiviadas, as bases são trocadas pelo hidrogênio, tornando o solo cada vez mais ácido. Guerra (2001), diz que a acidificação é decorrente do emprego contínuo de fertilizantes, principalmente os que contêm sais de amônia ou ureia, pela fixação biológica de nitrogênio, pela retirada de nutrientes nas lavouras e pela deposição de ácidos oriundos da atmosfera.

A contaminação por metais pesados, é outro tipo de degradação dos solos, decorrentes principalmente da mineração e processos industriais. A maior consequência desse tipo de contaminação, é que eles permanecem nos solos, sendo quase impossível recuperá-los, uma vez contaminados (GUERRA, 2001).

A redução dos nutrientes é outra forma de degradação dos solos, ocasionadas pelo emprego da agricultura de forma constante, sem o uso de adubação. A diminuição de nutrientes no solo é causada pela lixiviação, principalmente em ambientes tropicais úmidos, sendo necessária a reposição de nutrientes, diminuindo o impacto.

A redução de matéria orgânica nos solos também causa enorme prejuízo, uma vez que acelera os processos erosivos prejudicando a fertilidade natural, resultando em sua degradação. A agricultura, por exemplo, promove a diminuição de matéria orgânica no solo e de acordo com Guerra (2001), a solução para reduzir a sua degradação é a utilização da adubação com húmus e a manutenção de áreas agrícolas, com gramíneas, por períodos relativamente longos, assim, recupera parte da matéria orgânica perdida pela agricultura.

Para Guerra e Guerra (2001), o solo é a camada superficial da terra arável possuidora de vida microbiana. O solo é o único ambiente, onde se encontra reunidos, de forma associada, os quatro elementos: a litosfera, hidrosfera, atmosfera e biosfera. O solo é entendido para Vieira e Vieira (1983), como a camada superficial da litosfera que é capaz de suportar as plantas, constituindo como um corpo natural que contém matéria viva. Neste sentido o solo é visto como a superfície inconsolidada que recobre as rochas e sustenta a vida animal e vegetal do planeta e está disposto em camadas, as quais são constituídas por características físicas, mineralógicas e biológicas diferentes, desenvolvidas ao longo do tempo.

Os fatores de formação do solo para Jenny (1941 *apud* Prado, 2001) são o clima, material de origem, organismos, tempo e o relevo. Assim, o solo é formado por um conjunto de corpos naturais, resultante da ação integrada do clima e organismos que agem sobre o material de origem, condicionado pelo relevo em diferentes períodos de tempo.

O solo é um dos recursos naturais mais utilizados pela humanidade, e apresenta vários impactos em função da falta de planejamento de uso. O crescimento e a expansão das ações humanas sobre os solos tais como a pecuária, agricultura, construção de cidades, rodovias etc., têm provocado o aumento dos processos erosivos de forma acelerada, causando graves impactos. Frente a isso, é interessante estudar sobre as fragilidades e suscetibilidade do solo para diagnosticar áreas de risco, degradação, tipos de erosão entre outros.

A erosividade da chuva e erodibilidade do solo são dois importantes fatores físicos que afetam a magnitude da erosão do solo (CARVALHO et al., 2006).

Entender as causas que levam o solo a ser erodido, passa por caracterizar o seu grau de fragilidade. As características físicas, químicas e biológicas do solo é que vão determinar esta fragilidade à desagregação, ou seja, o grau de erodibilidade. A erodibilidade do solo é definida por Lal (1998 *apud* Vitte e Mello, 2007) como sendo o efeito integrado de processos que regulam a recepção da chuva e a resistência do solo para desagregação das partículas e o transporte subsequente.

As características como declividade, intensidade da chuva, cobertura vegetal e manejo podem influenciar sobremaneira a ocorrência e a intensidade de processos erosivos, mais que as propriedades que constituem os solos desta área. Contudo, alguns solos são mais facilmente erodidos que outros, mesmo quando o declive, a precipitação, a cobertura vegetal e as práticas de controle da erosão são as mesmas. Essa

característica de suscetibilidade do solo à erosão devido às propriedades inerentes ao solo é denominada de erodibilidade do solo (SCOPEL e SILVA, 2001).

Além dessas características citadas, segundo Guerra e Guerra (2001), as propriedades dos solos como o teor de areia, silte e argila, a densidade, a porosidade, o teor e estabilidade dos agregados, o teor de matéria orgânica e o pH, são elementos que definem o grau de erodibilidade dos solos.

A erosividade é a propriedade que as águas têm em provocar a erosão dos solos, ou seja, a erosividade é a habilidade da chuva em causar erosão (GUERRA e GUERRA, 2001).

Segundo Ferreira (2008), para estudos de processos erosivos é necessário, além de um levantamento analítico das características físicas e antrópicas como geologia, geomorfologia, solos e uso, um estudo do clima da área, principalmente dos eventos pluviais, pois este como exposto influencia diretamente a potencialização dos processos hídricos.

Segundo Boin (2000 *apud* FERREIRA 2008), o clima, principalmente o que se refere à variabilidade e irregularidade das chuvas, assume um papel extraordinariamente decisivo no entendimento da erosividade. Neste sentido, os temas clima e erosão estão intimamente ligados.

Nesse contexto, é necessária uma discussão sobre os processos erosivos, ou seja, suas causas e consequências, os principais tipos de erosão e os fatores determinantes além de uma ênfase no movimento de massa.

1.5.1 Erosão, assoreamento e movimento de massa

O termo erosão provém do latim (*erodere*) e significa “corroer”. Entende-se por erosão um processo físico de remoção de partículas do solo das partes mais altas, pela ação da água da chuva, ventos, gelo, animais e o transporte e deposição das partículas para as partes mais baixas ou para o fundo de lagos, rios e oceanos (SALOMÃO, 1999). A erosão é a desagregação e o transporte de sedimentos associados à ação das águas e da gravidade. O processo erosivo do solo é deflagrado pelas chuvas e compreende basicamente os seguintes mecanismos: impacto das chuvas, que provoca a desagregação das partículas; remoção e transporte pelo escoamento superficial, deposição dos sedimentos produzidos, formando depósitos de assoreamento.

De acordo com Guerra (2005), o processo erosivo advindo das águas pluviais tem atingido praticamente toda a superfície da Terra, especialmente nas regiões de clima tropical, em função dos altos índices pluviométricos. Dessa maneira, em muitas dessas áreas, o processo erosivo tem se agravado, dada a concentração das chuvas em determinadas estações durante o ano.

As erosões se classificam quanto à forma como surgiram em dois grandes grupos, a erosão natural ou geológica e a erosão antrópica ou acelerada.

Para Ferreira (2008), os processos erosivos acelerados são decorrentes do mau uso da terra e ocupação de maneira inadequada, principalmente de áreas que apresentam condições impróprias para serem ocupadas e para isso, é necessária a adoção de práticas conservacionistas evitando o estabelecimento e a propagação do processo.

Dessa maneira, a ocupação e uso dos solos, quando realizados de forma desenfreada, podem originar consequências, tais como a perda de solos férteis, o assoreamento de cursos de água e de reservatórios etc., mas principalmente, podem ocasionar desastres urbanos, como deslizamentos de terra em encostas. Essas consequências representam um ônus ao poder público, em função do clima tropical que se caracteriza por um alto índice pluviométrico etc.

Segundo Salomão (1999), em função da ausência de cobertura vegetal, declividade do terreno, textura do solo, intensidade da chuva, uso e ocupação intensivos, entre outros, as águas da chuva passam a escoar mais superficialmente do que infiltrar no solo. Assim, pode haver a concentração dos fluxos de água da chuva tendo como consequência, a origem dos processos erosivos que progressivamente, devido a essas condições, irão se instalar em decorrência da escavação e remoção de partículas.

Para Guerra (2005), para impedir o início da erosão, é preciso conhecer o processo erosivo desde os seus primórdios, isto é, desde o primeiro contato das gotas da chuva nos solos. A partir do momento em que as gotas da chuva se chocam no solo ocasiona a ruptura de agregados, tal processo é conhecido como efeito splash, também denominado por erosão por salpicamento (Guerra e Guerra, 1997 *apud* Guerra, Silva e Botelho, 2005) sendo o primeiro estágio inicial do processo erosivo. Segundo Ferreira (2008), este efeito pode causar a selagem do solo, que sinteticamente é o processo de entupimento dos poros superficiais pelas partículas ejetadas pela ação do efeito *splash* e compressão do terreno, responsável pela diminuição da infiltração, através da

compactação da superfície do solo (OLIVEIRA, 1999), e consequentemente, aumentar as taxas de escoamento superficial e a perda de solo.

O efeito *splash* prepara as partículas do solo para serem transportadas pelo escoamento superficial. Tal preparação acontece em dois momentos, primeiro pela ruptura dos agregados em tamanhos menores e também de maneira simultânea, pela própria ação de transporte que o salpicamento causa nas partículas do solo (GUERRA, 2005).

A chuva é um dos mais importantes fatores que desencadeia uma erosão. Segundo Bertoni e Lombardi Neto (1985 *apud* FERREIRA 2008), o volume precipitado e a velocidade da enxurrada dependem da intensidade, da duração e da frequência da chuva. Assim, as chuvas torrenciais constituem-se na forma mais agressiva de impacto da água no solo, desde o impacto das gotas ao volume das enxurradas.

A cobertura vegetal constitui o fator mais importante de defesa natural dos solos, principalmente contra o processo erosivo, servindo de capa de proteção, impedindo a fragmentação das partículas, evitando a fase inicial da erosão.

As características das encostas também influenciam no aumento dos processos erosivos. O relevo que apresenta elevadas declividades beneficia a concentração e o aumento da velocidade de escoamento das águas, dessa maneira, aumenta sua potencialidade para erodir. Além da declividade é salutar considerar o tamanho do comprimento da encosta.

A erosão acelerada pode se deflagrar de duas maneiras: laminar e linear.

Erosão laminar também é denominada de erosão em lençol. Esse tipo de erosão ocorre quando, sob condições de chuva prolongada, há a saturação da capacidade de armazenamento de água nos solos, isto é, quando a capacidade da água infiltrar no solo é superada, e desta forma inicia-se o escoamento, removendo as partículas do solo que se encontram (GUERRA e CUNHA, 2000).

A erosão laminar ocorre com a remoção progressiva e uniforme dos horizontes superficiais do solo, onde o escoamento superficial, que dá origem a esse tipo de erosão, se distribui pelas encostas de forma dispersa, não se concentrando em canais (GUERRA, 2001).

Lepsch (2010) define erosão laminar como uma uniforme remoção de uma fina camada superior de todo o terreno. O autor denomina o processo de “lavagem superficial”.

Já Carvalho et al., (2006), dizem que o processo de erosão superficial por escoamento laminar caracteriza-se pela remoção uniforme do solo ao longo da vertente, podendo ou não nessa etapa propiciar o aparecimento de sulcos.

O fluxo em lençol pode ser considerado o primeiro estágio do processo erosivo, isto é, um fluxo mais ou menos regular, que desce por uma superfície com poucas irregularidades, o que o caracteriza como um fluxo laminar (MERRITT 1984 *apud* GUERRA, 2005). Ainda de acordo com o autor a concentração de sedimentos e a velocidade das partículas vão aumentando, à medida que o fluxo vai descendo a encosta, simultâneo ao estabelecimento do processo erosivo.

Para Guerra (2005), o fluxo linear é o estágio seguinte ao escoamento em lençol, ocorrendo uma concentração do fluxo d'água. Ainda de acordo com o autor, à medida que o fluxo se torna concentrado em canais bem pequenos, em pontos aleatórios da encosta, a profundidade do fluxo aumenta e a velocidade diminui, em função ao aumento da rugosidade, reduzindo a energia do fluxo, causada pelo movimento de partículas que são transportadas por esses pequenos canais que estão se formando.

Segundo Carvalho et al., (2006), na erosão em sulcos, o desprendimento de partículas se dá especialmente pela energia do fluxo superficial e não pelo impacto da gota de chuva, como na erosão laminar.

De acordo com Souza (2010a), a erosão linear é ocasionada em função da concentração do escoamento superficial, que formam filetes, provocando o desenvolvimento de sulcos, ravinas e voçorocas.

Segundo Salomão (1999), os sulcos são faixas estreitas e rasas em até 50 cm de profundidade. As ravinas são partes estreitas mais profundas que os sulcos, maiores que 50 cm de profundidade, apresentando vale entalhado em V, porém sem atingir o lençol freático. As voçorocas são largas e profundas com vales entalhados em U, nesse caso atinge o lençol freático.

Guerra e Mendonça (2010), afirmam que as voçorocas também são originadas a partir do escoamento sub-superficial, provocadas pela constituição de dutos. Convém lembrar que esses dutos são responsáveis pela retirada de grande volume de sedimentos e a partir disso aumenta o diâmetro desses dutos, originando as voçorocas.

As exposições dos solos para agricultura, agropecuária, ocupações urbanas etc., ações que em sua maioria são acompanhadas de movimento de terra, além da impermeabilização do solo, favorecem os processos erosivos e o transporte de materiais

orgânicos e inorgânicos, que são escoados através dos cursos d'água, provocando o assoreamento dos rios.

O assoreamento é o acúmulo de sedimento, especialmente de solo liberados pela erosão, além de outros materiais desprendidos que são drenados até rios e lagos pelas ações da chuva ou vento. Esse processo pode ser minimizado através das matas ciliares, que servem de filtro para que este material não se deposite no fundo dos rios e lagos. Dessa maneira, quando ocorre a retirada das matas ciliares, rios e lagos ficam desprotegidos o que favorece o assoreamento e, principalmente, pode ocorrer o desbarrancamento de suas margens, agravando ainda mais o problema. O assoreamento provoca a redução do volume e a transparência da água, dificultando a incidência da luz, impedindo a realização da fotossíntese, ficando impossibilitada a chegada de oxigênio para a vida aquática, levando ao desaparecimento de rios e lagos entre outros. Assim, as principais ocorrências de assoreamento de rios, lagos e nascentes estão vinculadas aos desmatamentos de matas ciliares e da cobertura vegetal em geral, que de forma natural são entendidas como capas protetoras dos solos.

Os movimentos de massa também constituem um tipo de impacto no solo que ocorrem em vertentes ou encostas que tiveram sua vegetação original removida. São considerados como deslocamentos de solos ou rochas encosta abaixo sob a ação da gravidade, sem a influência direta de um meio de transporte como a água ou o vento, por exemplo. Os movimentos de massa podem ser classificados em: rastejo que constitui um movimento descendente, lento e contínuo da massa de solo de um talude e escorregamento, movimento rápido de massas de solo ou rocha (INFANTI e FORNASARI FILHO, 1998).

De acordo com Jatobá e Lins (2001), os movimentos de massa são fenômenos erosivos de grande capacidade que acontecem no regolito. Ocorrem principalmente, devido a força da gravidade, períodos de chuvas intensas além da atividade vulcânica.

Movimento de massa é o movimento de materiais nas encostas. Tratam-se geralmente de movimentos rápidos que se devem principalmente a ação de gravidade, mas que podem também ter influência de águas correntes, tornando esses movimentos catastróficos. A ação humana, através do corte dos taludes, construção de casas e ruas, bem como o desmatamento pode intensificar e acelerar esses movimentos (GUERRA et al, 2002, p. 164).

Os movimentos de massa são manifestações erosivas existentes praticamente em todos os tipos de climas, porém em áreas caracterizadas por clima do tipo tropical úmido, as ocorrências são mais frequentes, pois a intensidade da chuva e a presença da

profunda capa de intemperismo favorecem o processo erosivo das vertentes (JATOBÁ e LINS, 2001).

Além dos impactos discutidos anteriormente, outros impactos também ocorrem em bacias hidrográficas que tornam o solo menos capaz de cumprir suas funções, sendo resultado da interferência humana, entre eles, estão: a deterioração química e a deterioração física.

Segundo Araújo et al., (2010), a deterioração química consiste na perda de nutrientes do solo ou matéria orgânica. Em partes, os nutrientes se perdem através da erosão: “nos trópicos úmidos, muitos nutrientes são lavados durante as tempestades intensas, especialmente em terras não protegidas”; ou podem ser esgotadas pelas próprias culturas, particularmente se estas forem cultivadas na mesma terra ano após ano” (FAO, 1983 *apud* ARAÚJO et al., 2010, P. 25).

A deterioração física consiste principalmente na compactação do solo, que ocorre devido ao uso frequente de máquinas pesadas em solos instáveis ou através do pisoteio do gado; selamento e encrostamento (splash), causando a impermeabilidade do solo, aumentando o escoamento superficial, tendo como resultado a erosão hídrica. (ARAÚJO et al., 2010).

CAPÍTULO II: MATERIAIS E MÉTODOS

Para o estudo da temática abordada, com enfoque na análise dos impactos ambientais, foi utilizada uma abordagem sistêmica, na busca do entendimento das relações entre as características do meio físico, de um determinado lugar, correlacionando-as com a influência antrópica, através da atuação da variável uso e ocupação das terras. Primeiramente, foi realizado o levantamento do referencial bibliográfico, referente à categoria, método e conceitos utilizados. A análise proposta se aplica às categorias bacia hidrográfica e paisagem, o método foi o de análise integrada do meio físico, baseando-se principalmente em Tricart (1977) e Christofolletti (1999). Procedeu-se também uma caracterização geoambiental da bacia, considerando os aspectos: clima, geologia, geomorfologia, vegetação, solos e hidrológicos e um levantamento dos usos que se desenvolvem na bacia.

Foram necessárias algumas etapas indispensáveis ao desenvolvimento desta pesquisa, as quais, sinteticamente, serão apresentadas, com seus respectivos procedimentos.

2.1 Clima

Para a fundamentação teórica baseou-se principalmente em Assad et al (2008) e Mendonça (2007). Os dados meteorológicos utilizados nesta pesquisa foram coletados pela estação climatológica da empresa SAMA (S.A Minerações Associadas). Assim foi possível construir vários gráficos, os quais representam o clima da área de estudo desde o ano 2000 até março de 2012. Os parâmetros meteorológicos coletados para a pesquisa foram os seguintes: temperatura do ar, umidade relativa e precipitação.

2.2 Geologia e Solos

O mapa de geologia foi elaborado a partir da base cartográfica da Superintendência de Geologia e Mineração, CPRM/SIC Funmineral (2008), disponível no sítio do Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás na escala de 1: 250.000. Para a caracterização dos aspectos geológicos da bacia, basearam-se nos trabalhos de Lima (1997), Correia et al., (2007) e Moreira et al., (2008) entre outros.

Para a elaboração do mapa de solos, utilizou-se a base de dados da Agência Ambiental, determinação de áreas prioritárias para unidades de preservação. Imagem WWF RADAM Brasil, escala de 1: 250.000. Essas informações foram complementadas pelos dados de declividade e trabalhos de campo. Foram feitas pesquisas no Programa de Gerenciamento Socioambiental de Minaçu. Tal programa foi elaborado pela Usina Hidrelétrica de Cana Brava, que fez uma caracterização do município de Minaçu e no entorno. Dados sobre os tipos de solos do município e da área de estudo contribuíram bastante para a caracterização da área de estudo. Para a caracterização dos aspectos pedológicos, foram utilizados os trabalhos de Reatto et al., (2008), EMBRAPA (2002) e dados da PROGEM CONSULTORIA (1995). Além disso, foram colhidas amostras de três tipos de solos da área e levadas para análises químicas no Laboratório de Análises de Solos e Foliar (LASF), da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás.

2.3 Geomorfologia

Para a caracterização dos aspectos morfológicos da bacia, basearam-se na metodologia de classificação de relevos apresentada por Goiás (2006) e o mapa de relevos elaborado a partir da base disponível no site do Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás - SIEG. Os aspectos morfométricos da área de estudo como a hipsometria e declividades, foram definidos a partir do modelo digital do terreno TOPODATA, INPE, SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission), com resolução de 30 metros (banco de dados geomorfométricos do Brasil-topodata, INPE, disponível site www.dsr.inpe.br/topodata). O mapa hipsométrico foi elaborado com o fatiamento do relevo em 6 classes, baseado nas quebras naturais (659 – 740, 740 – 820, 820 – 900, 900 – 980, 980 – 1060, 1060 – 1147). Para o mapa de declividades também foram definidas seis classes (0% – 3%, 3,1% – 8%, 8,1% – 12%, 12,1% – 20%, 20,1% – 45% e > 45%).

2.4 Vegetação

Foram identificadas na área as formações florestais, formações savânicas e formações campestres. A descrição teórica dessas fisionomias foi feita com base em Ribeiro e Walter (1998). Essas informações foram complementadas pelos trabalhos de

campo e pelo levantamento feito pela PROGEM CONSULTORIA, Mineração e Meio Ambiente (1995).

2.5 Hidrologia

Para a caracterização dos aspectos hidrológicos da área de estudo, basearam-se em Almeida et al., (2006) e Barbosa (2002). Foram realizados diversos trabalhos de campo, percorrendo todos os perímetros urbanos dos córregos tributários e o perímetro urbano do córrego Amianto, o principal da bacia hidrográfica.

2.6 Justificativa da escolha da bacia

Araújo et al., (2010), enfatizam que as bacias hidrográficas desempenham um papel importante na recuperação de áreas degradadas. Isso se deve ao fato que a maioria dos impactos ambientais que ocorrem na superfície da terra, situam-se em bacias hidrográficas. Assim, é necessário o conhecimento sobre sua formação, constituição e dinâmica, para desenvolver estudos sobre sua recuperação de forma eficaz.

Na medida em se distingue o estado dos componentes que fazem parte do sistema hidrológico (solo, água, ar, vegetação etc.) e os processos a eles associados (infiltração, assoreamento, erosão, escoamento, inundação, contaminação etc.) é possível avaliar o equilíbrio do sistema e também a realidade da qualidade ambiental (BOTELHO e SILVA, 2010).

Assim, uma bacia hidrográfica é entendida como a área onde ocorre a captação de água (drenagem) sempre para um rio principal e seus afluentes, o que concorre para isso são as características geográficas e topográficas. A bacia em estudo possui como drenagem principal o córrego Amianto, tendo como tributários os córregos Varjão, Xixá, D. Ana e o Vermelho e ambos são tributários do Lago de Cana Brava. Em função da construção da Usina de Cana Brava concluída em 2002, o exutório da bacia foi inundado e atualmente faz parte do reservatório. Parte do antigo leito do córrego Amianto também foi inundado. Assim, aconteceu mudança na forma da bacia que se apresentava um exutório e com a inundação houve um recuo surgindo as sub-bacias.

A importância de desenvolver pesquisas neste recorte espacial é porque apresenta diversos tipos de usos, onde as intervenções antropogênicas estão provocando impactos ambientais negativos. Em vista disso, a bacia estudada necessita de uma análise integrada correlacionando os fatores físicos e socioeconômicos, como um

sistema, onde o homem e suas ações são entendidas como partes importantes da dinâmica, como um elemento intrínseco dessa dinâmica e não separado.

2.7 O Problema da escala

O problema da escala está presente no Sistemas de Informações Geográficas – SIG's- desde os primeiros momentos de sua utilização até os dias atuais e é um assunto pouco explanado e com grande relevância no meio acadêmico e profissional. A relevância está correlacionada primeiramente a introdução e ao uso de novas tecnologias, como exemplos, o Geoprocessamento e o Sensoriamento Remoto. A questão que merece destaque é que mesmo com o surgimento e a utilização dessas novas tecnologias, muitos dos dados utilizados hoje ainda possuem como fonte de dados gerados por meio de Cartografia analógica e especialmente dados levantados em décadas anteriores, que são disponibilizados em mapas e cartas analógicas que possuem particularidades evidentes da compatibilidade com suas escalas bem definidas. O que acontece, é que esses dados ao serem digitalizados e acessíveis no espaço SIG, podem ser visualizados em qualquer escala, não levando em consideração a escala, a qual os mesmos foram gerados.

Porém vale destacar o problema em virtude da existência de duas escalas. Uma corresponde à escala original ou a escala do real detalhe. A outra corresponde a escala na qual os dados estão sendo representados, sendo que em ambiente SIG a mesma pode chegar até 1:1 ou seja a escala de representação é a mesma da realidade. Porém, é neste momento que se deve ter muita cautela e ética, no que se refere ao trabalho em ambiente SIG. Isso se deve ao fato de um dado que foi gerado por exemplo na escala 1:250.000 pode em ambiente SIG ser representado em uma escala maior, como por exemplo na escala 1:100.000 ou 1:50.000 e até mesmo em uma escala maior. Entretanto, esse mesmo dado que é compatível com a escala 1:250.000 ao ser representado em uma escala maior em ambiente SIG começa sofrer algumas deformações em sua feições que tendem, nesse caso, a deixar os contornos mais retos e conseqüentemente as curvas deixam de aparecer.

Discutir sobre o problema de escala neste trabalho é relevante, pois houve uma dificuldade em relação a escala utilizada na geração do mapa de geologia e

geomorfologia da bacia do córrego Amianto. A bacia alvo desta pesquisa possui 47 km² e a escala mais apropriada para representá-la é a escala de 1:50.000. Assim, não foi possível uma vez que os únicos dados encontrados e utilizados foram gerados na escala de 1:250.000. O mapa de geologia foi elaborado a partir da base cartográfica da Superintendência de Geologia e Mineração, CPRM/SIC Funmineral (2008), disponível no sítio do Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás na escala de 1: 250.000.

2.8 Generalização cartográfica

Outro ponto importante a ser considerado é a generalização cartográfica. De acordo com Dal Santo e Loch (2008), “objetos e fenômenos espaciais podem ser representados em mapas de diferentes escalas, obedecendo aos objetivos e propósitos da sua aplicação”. Segundo D’Alge (2007) apud Spinola (2010), a generalização cartográfica é um processo cartográfico que é capaz de apresentar os dados em diferentes escalas (reduzidas), e também por transformações da base de dados, diminuindo desta forma a complexidade. Para Meng (1997) apud Spinola (2010), a generalização é um processo cognitivo, que deve criar visibilidade e legibilidade adaptáveis ao espaço de apresentação do mapa, aumentando sua percepção, o número de aplicações e usuários possíveis.

Dessa forma, a cartografia há muito tempo, emprega a generalização cartográfica para a elaboração dos processos de representação simplificada das escalas, o qual estabelece regras a fim de preservar a geometria e as características topológicas dos objetos espaciais.

Assim, através do emprego de métodos e processos da generalização, os objetos que representam o espaço geográfico podem ser transformados, principalmente na sua geometria e conseqüentemente nas relações topológicas ou não topológicas dos elementos. De acordo com Tang (1996) apud Dal Santo e Loch (2008), os objetos e fenômenos espaciais possuem quatro elementos de representação que são: geometria, propriedades não espaciais, relações topológicas e relações não topológicas. Para Mc Master e Shea (1992) apud Dal Santo e Loch (2008), o emprego da generalização tem obrigação de procurar preservar a consistência dos relacionamentos topológicos.

Atualmente os SIGs são empregados pelos cartógrafos, pois apresentam funções especializadas de generalização. Lombardo e Machado (1996) apud Dal Santo e Loch

(2008), dizem que existem diversas vantagens no emprego de um SIG em qualquer procedimento no ato de gerir o espaço. Assim, é possível realizar várias funções, com as quais, são possíveis a obtenção de superposições, desenho de novos mapas, cálculos, etc., possibilitando ao cartógrafo a tomada de decisão em diferentes níveis, de forma confiável e enorme objetividade e a análise é feita utilizando a informação geográfica, isto é, georeferenciada. Dessa maneira, a qualidade dos resultados vai depender essencialmente da qualidade da base de dados original.

As ferramentas empregadas em SIGs permitem a geração de novas informações por meio do cruzamento de mapas e de acordo com Caetano et al (2001) apud Spinola (2010), ao se avaliar temporalmente uma série de mapas de uso e cobertura do solo, por exemplo, é de fundamental importância que os mapas sejam elaborados na mesma escala.

Dessa maneira, Robinson et al. (1995) apud Borborema e Martinelli (2012), relatam que a generalização cartográfica pode ser definida como um conjunto de modificações aplicadas nos dados, de forma a torná-los legíveis eliminando os problemas decorrentes da redução de escala. Porém, a representação das configurações é alterada não somente em decorrência do objetivo e domínio temático do mapa, mas também, da mudança de escala e da relevância da informação a ser transmitida. Borborema e Martinelli (2012), enfatizam que no processo de simplificação ocorre a redução de detalhes de feições individuais. Aspectos topográficos, por exemplo, geralmente são simplificados, haja vista que alguns mapas (turísticos) buscam caracterizar, sobretudo, aspectos relevantes como a existência de divisores d'água e talwegues. Mas o aspecto a ser simplificado, vai depender do tipo de mapa a ser elaborado.

CAPÍTULO III: CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DA BACIA DO CÓRREGO AMIANTO

3.1 Aspectos Climáticos

A bacia hidrográfica do Córrego Amianto está inserida no domínio morfoclimático dos Cerrados. Em síntese, pode-se dizer que o clima predominante em áreas de cerrado é tipicamente tropical, pertencendo ao tipo de clima Aw, com uma estação chuvosa, que se inicia entre os meses de setembro e outubro e que vai até os meses de março ou abril, e outra estação seca, caracterizada por deficiência hídrica (Assad et al, 2008). Segundo a escala de Köppen (apud MENDONÇA, 2007), o clima da área de estudo é classificado como tropical chuvoso do tipo Aw, que corresponde ao clima quente e úmido com o inverno seco e verão úmido. A região apresenta uma precipitação anual entre 1500 a 1600 mm com a temperatura média anual variando entre 20,6 °C a 34,9 °C . Os meses de janeiro e dezembro são os que apresentam o maior índice de precipitação e o mês de julho o menor índice de precipitação. As variações de pluviosidade, umidade e temperatura para os anos de 2000 e 2011 estão representadas nas figuras 02, 03, 04, 05, 06 e 07.

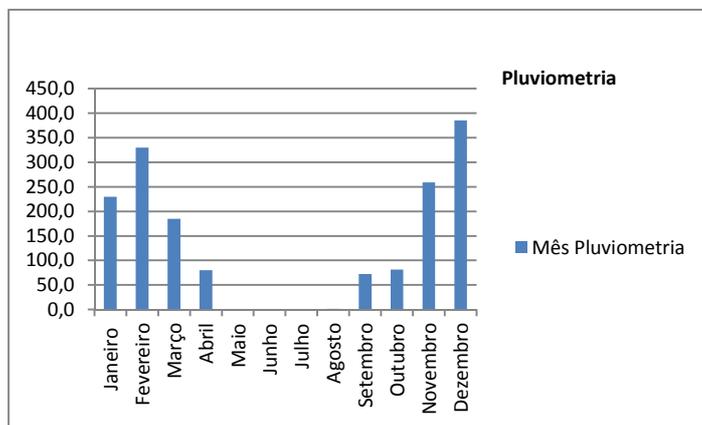


Figura 02. Pluviosidade em 2000. Fonte: SAMA Minerações Associadas.

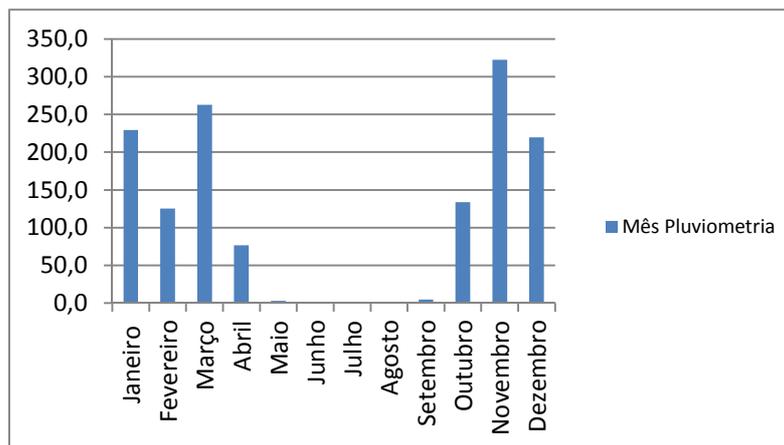


Figura 03. Pluviometria em 2011. Fonte: SAMA Minerações Associadas.

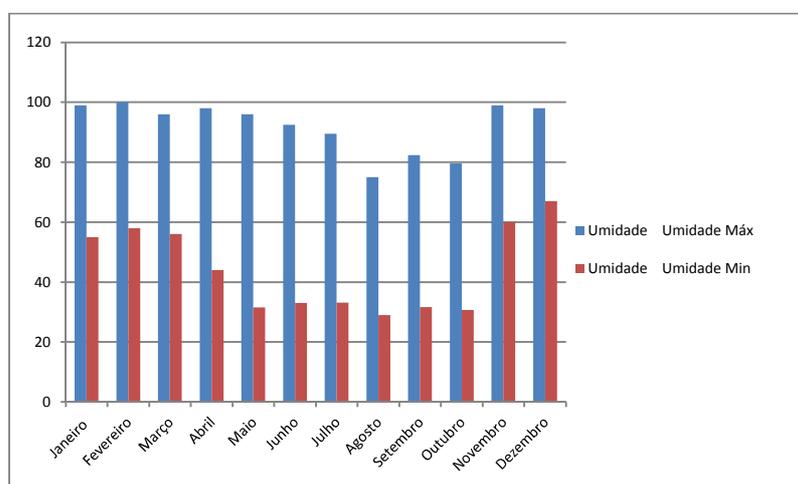


Figura 04. Umidade máxima e mínima em 2000. Fonte: SAMA Minerações Associadas.

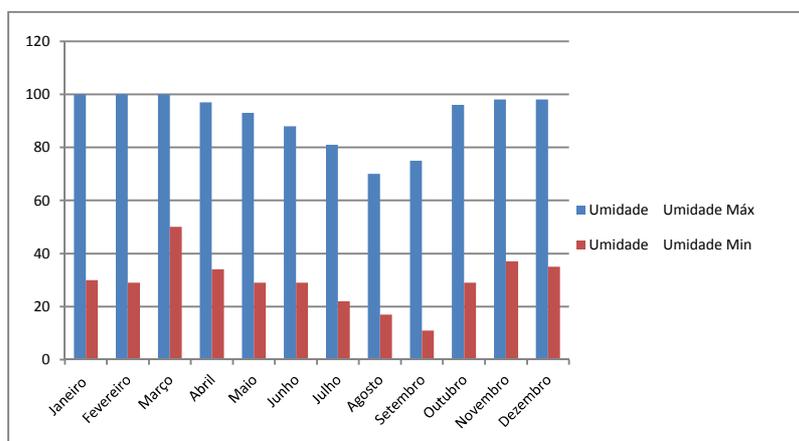


Figura 05. Umidade máxima e mínima em 2011. Fonte: SAMA Minerações Associadas.

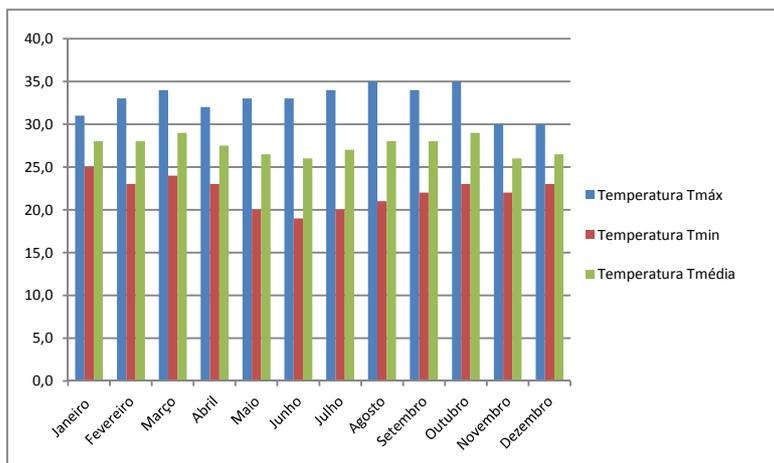


Figura 06: Temperatura máxima, mínima e média em 2000. Fonte: SAMA Minerações Associadas.

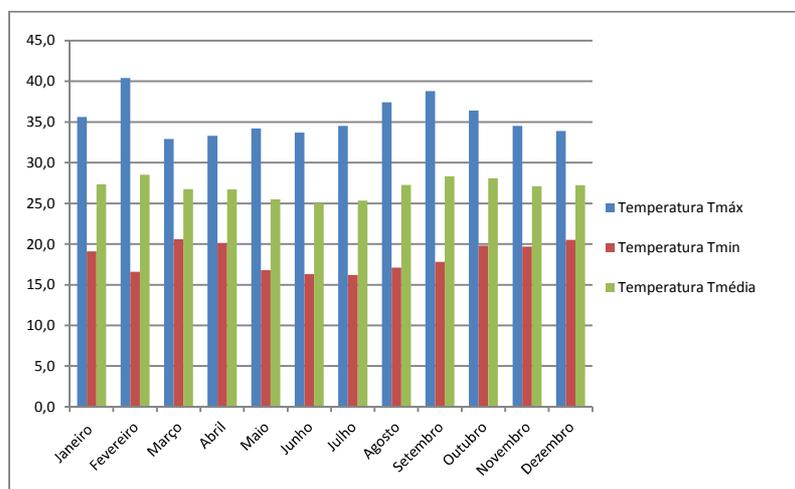


Figura 07: Temperatura máxima, mínima e média em 2011. Fonte: SAMA Minerações Associadas.

3.2 Aspectos hidrológicos

A bacia do córrego Amianto está localizada no município de Minaçu, no extremo norte de Goiás compõe o alto curso da bacia do Rio Tocantins, sendo tributária do Lago da Usina Hidroelétrica de Cana Brava. Segundo Almeida et al (2006), o compartimento representado pelo Rio Tocantins é formado pela junção dos rios Maranhão e Tocantinzinho e seus afluentes têm cursos drenando especialmente nos sentidos nordeste e noroeste. Além desses dois cursos d'água, os principais rios deste compartimento são: das Almas, dos Patos, Verde, Preto e Paranã, com foz no estado do Tocantins.

O Rio Cana Brava é o principal rio do município de Minaçu. O município ainda possui outros ribeirões e córregos pertencentes a bacia do Alto Tocantins como: Ribeirão Corrente, Ribeirão Lajeado e os Córregos: Bananal, Bateia, Bom jardim, Buriti, Carneiro, Areia, Divina, Estrada, Gim, Forquilha, Furnas, Lajes, Lambari, Limoeiro, Descoberto, Margem Grande, Palmito, Pela Ema, Pindaíba, Piratininga, Amianto e outros (BARBOSA, 2002).

A bacia onde localiza a área de estudo é formada pelo Córrego Amianto e seus tributários, Varjão, Xixá, D. Ana e Vermelho. Tanto o Córrego Amianto, quanto os seus tributários nascem na Serra de Cana Brava, dentro da área da Reserva pertencente a SAMA, sendo tributária do Lago de Cana Brava.

3.3 Aspectos Geológicos

A estrutura geológica do Córrego Amianto é constituída por quatro unidades, sendo três compostas pelo Complexo Máfico-Ultramáfico Cana Brava de idade Neoproterozóica e o Complexo Rio Maranhão de idade Paleoproterozóica (Figura 08).

O Complexo Rio Maranhão aflora na porção sudeste da bacia. De acordo com Moreira et al (2008), constitui-se por faixa de milonitos com presença locais de metadiorito, metaquartzo diorito e metagranodiorito, granulares ou porfíricos, anfíbolitos, metatonalito, talco xisto e rochas metassedimentares. Del'Rey et al (1996) apud Moreira et al (2008), denominaram o Complexo do Rio Maranhão de Zona de Empurrão do Rio Maranhão.

O Complexo Máfico Ultramáfico de Cana Brava é considerado um corpo estratiforme cristalizado há 2,0 Ga e possui aproximadamente, 40 km de comprimento por 14 de largura (Correia et al (1997).

Segundo Lima (1997), o Complexo Máfico-Ultramáfico de Cana Brava constitui uma intrusão acamadada granulitizada que possui três unidades geológicas: a) Zona Máfica Inferior (ZMI); b) Zona Ultramáfica (ZU) e c) Zona Máfica Superior (ZMS), formando a Série de Cana Brava, com 10.000 metros de espessura em sua porção sul.

Zona Máfica Inferior (ZMI) inicia-se por olivina-melagabronorito, superposto por metagabronorito e localizadas intercalações de metapiroxenitos, constituindo-se em um grupo de borda. Para Lima (1997), a ZMI representa a unidade do complexo, com aproximadamente 3000 metros de espessura, ocorrendo na camada inferior, a parte de olivina-melagabronorito coronítico sobreposta por uma contínua sequência de

metagabronorito, com intercalações de poucos níveis de metapiroxenito. Ainda de acordo com o autor, na ZMI existem as feições de uma intensa deformação dúctil, que expande em direção ao sopé do complexo, originando uma variação de milonitos a ultramilonitos de granulitos, desaparecendo com grande parte das texturas e associações minerais primárias.

Na Zona Ultramáfica (ZU), predominam sequências de metaperidotitopiroxenito. Segundo Moreira et al (2008), situa-se na base da serra do complexo, sendo coberta por solo ou blocos advindos da desagregação de rochas máficas. Apresentando espessura entre 200m e 1.500m, aflorando na parte sul do complexo, onde se localiza a maior mina de amianto crisotila da América do Sul. Para Lima (1997), a sequência de metaperidotitas são predominantemente serpentinizadas e alteradas, sendo constituídas por cúmulos de olivina \pm Cr-espinélio. Já as sequências piroxeníticas são caracterizadas pela existência de websterito, podendo ser feldspático ou pegmatóide, com textura adcumulática.

Segundo Moreira et al (2008), a Zona Máfica Superior (ZMS), possui aproximadamente 7.000m de espessura, apresentando camadas de metagabro-noritos, metanoritos e olivina metagabro-noritos melanocráticos permeadas de piroxenito e intrusões de norito e quartzonorito. Para Lima (1997), a ZMS é formada por sete subzonas, com um membro piroxenítico na base e um membro metagabronorítico (metanorítico) no topo.

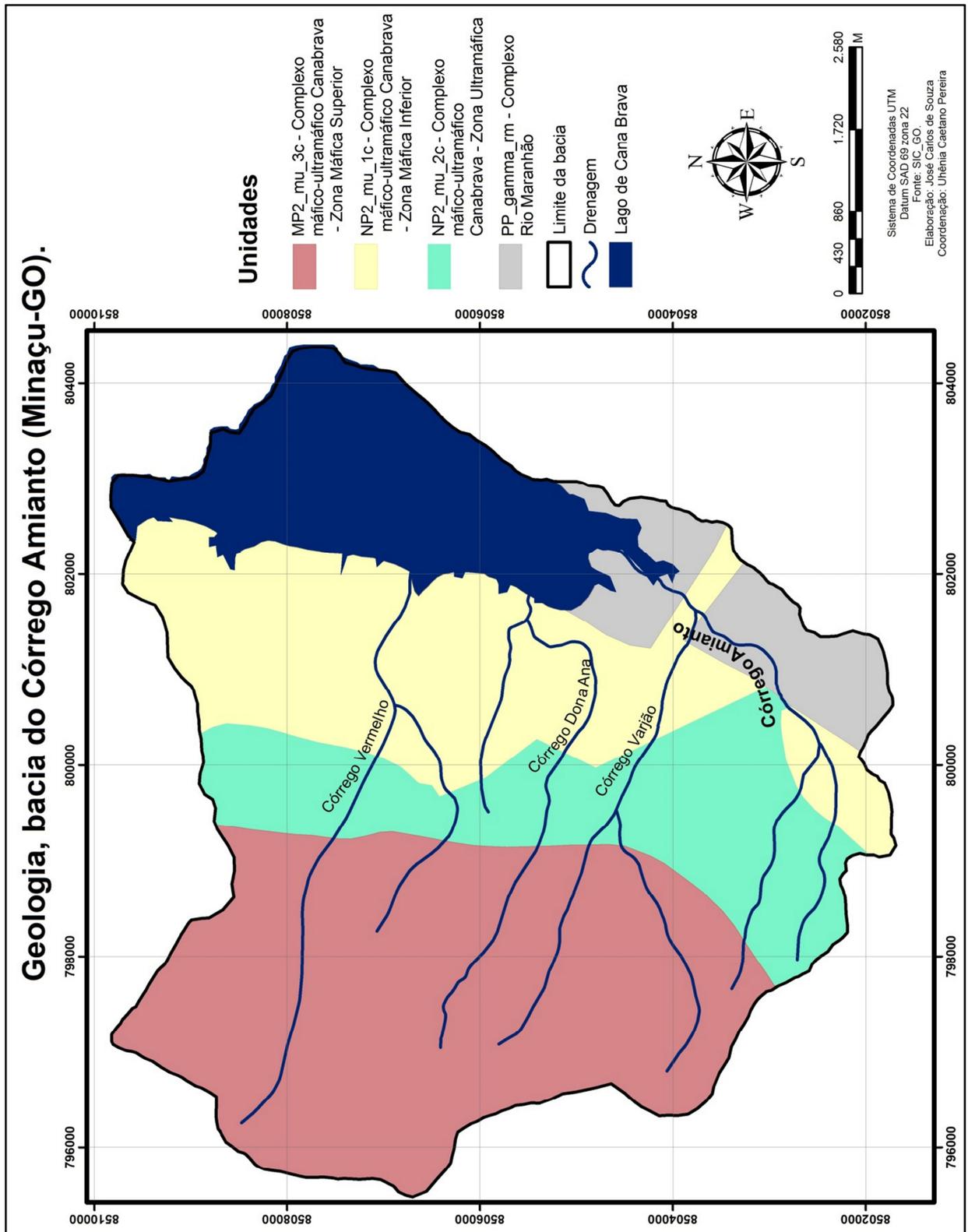


Figura 08: Mapa de geologia da bacia do córrego Amianto, Minaçu (GO).

3.4 Aspectos geomorfológicos

Foram identificados na bacia do Córrego Amianto os relevos de Morros e Colinas e Morros e Colinas com Forte Controle Estrutural (MC e MC-FCE) e Superfície Regional de Aplainamento (SRAIVA). Os relevos de morros e colinas possuem forte dissecação e forte controle estrutural. Esses relevos são remanescentes de litologias mais resistentes à erosão, constituindo paisagens dobradas em rochas metamórficas com estruturas bem marcadas. As Superfícies Regionais de Aplainamento (SRAIVA) localizam-se em cotas baixas onde as condições de recarga são desfavoráveis, em função do predomínio de solos rasos e à restrita condutividade hidráulica das coberturas existentes, além disso, há um substrato pouco fraturado. A SRAIVA associa-se a morros e colinas com hogbacks. Entre estes compartimentos ocorrem Morros e Colinas com Braquianticlinais com forte controle estrutural (LATRUBESSE, 2006).

Pela análise da figura 09, Percebe-se que, as nascentes do córrego Amianto estão inseridas na unidade Morros e Colinas com dissecação forte e apresenta forte controle estrutural. Os Morros e Colinas ocorrem em uma pequena área na porção centro-sul da bacia. A Superfície Regional de Aplainamento com dissecação pouca intensa, ocorre na maior parte da bacia.

Observando o mapa hipsométrico, percebe-se uma variação de cotas de altitudes que vai de 297m a 829m (Figura 10), com uma amplitude de 532m. As nascentes localizam-se em cotas acima de 420m e no restante do curso do córrego Amianto e tributários predominam cotas entre 340m a 420m. As menores elevações compreendem áreas próximas ao reservatório de Cana Brava e as maiores, o topo do Complexo Máfico-Ultramáfico Cana Brava.

Analisando o mapa de declividade da bacia, é possível identificar que os valores variam de 0% a > 45% (Figura 11). Dessa maneira, verifica-se o predomínio de declividades que oscilam de 0% a 12% e uma porção menor, mas significativa, de vertentes que variam de 21,1% a > 45%. Os tons mais avermelhados, a oeste da bacia representam as vertentes íngremes da Serra de Cana Brava e as cavas e bancas de rejeitos da mineradora SAMA.

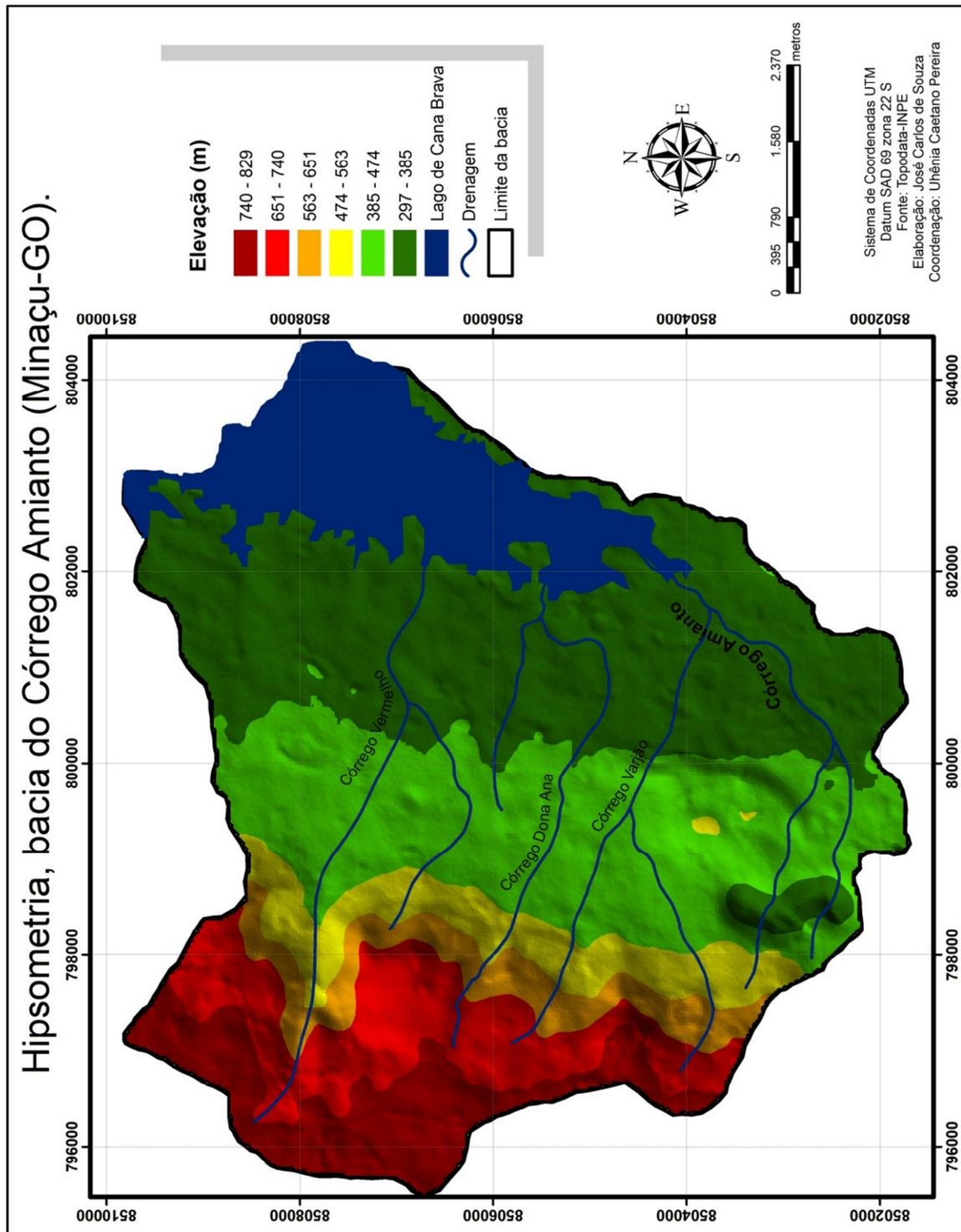


Figura 09: Mapa de Hipsométrico da bacia do córrego Amianto, Minaçu (GO).

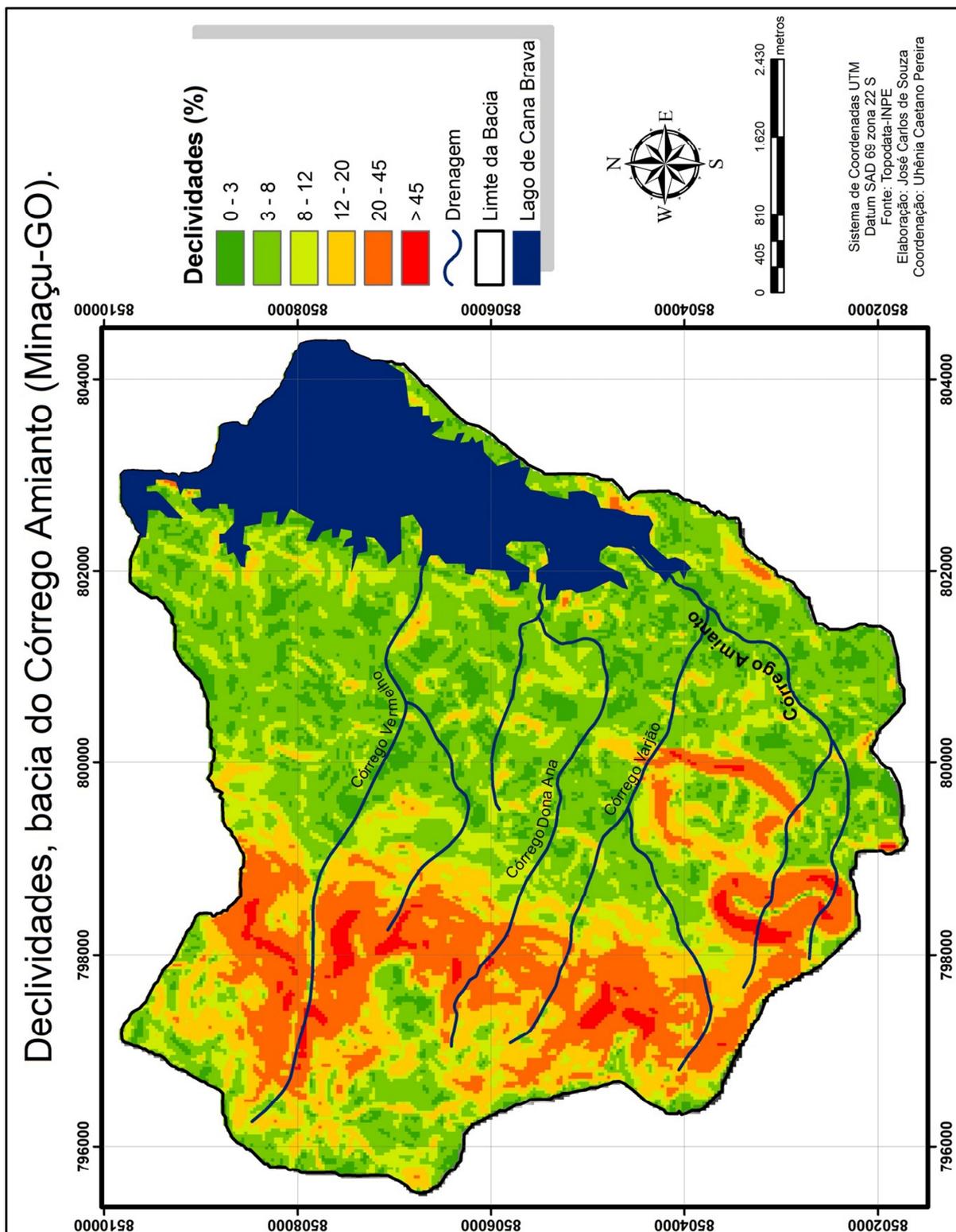


Figura 10: Mapa de Declividade (%) da Bacia do Córrego Amianto, Minaçu GO.

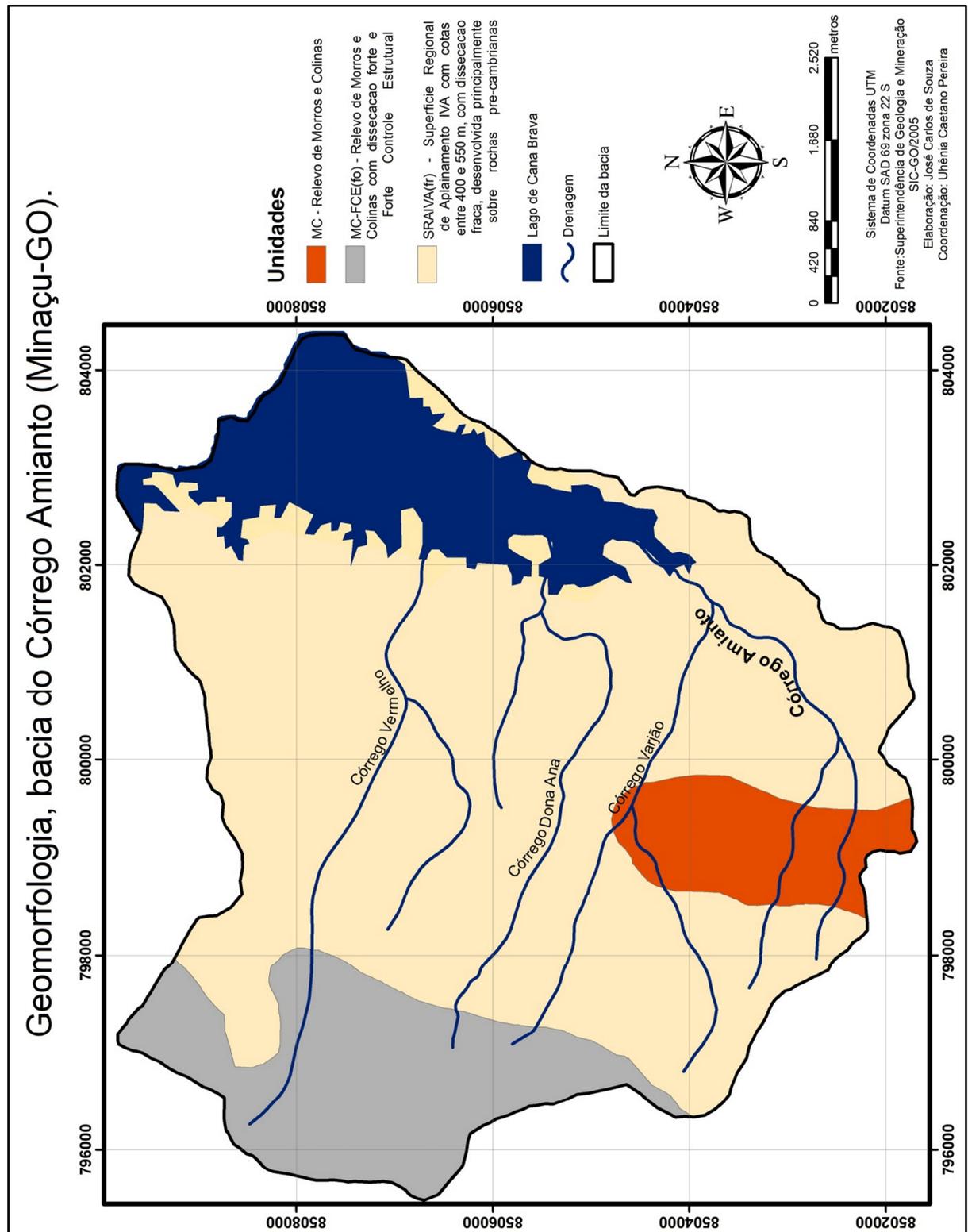


Figura 11: Mapa de Geomorfologia da Bacia do Córrego Amianto, Minaçu GO.

3.5 Aspectos pedológicos

Dentre os tipos de solos que ocorrem na bacia do Córrego Amianto, foram identificados os seguintes: Argissolos Vermelhos, Cambissolos, Chernossolos e Gleissolos (Figura 12).

3.5.1 Argissolos Vermelhos

Os Argissolos Vermelhos (Figuras 13,14 e 15) são distróficos típicos e ocorrem em relevos suaves, ondulados e fortes ondulados. A textura é média de caráter cascalhento e argiloso. Morfologicamente, apresenta horizonte B mais argiloso e estruturado do que o horizonte A (REATTO et al., 2008). Os Argissolos representam aproximadamente 53,40% do total da bacia e são encontrados na região central e de norte a sul e na porção leste. As declividades variam de 0% a 12% e as altitudes de 297m a 515m. As análises realizadas pelo Lasf mostraram que este solo possui 35,0% de argila, 18,0 de silte e 47,0% de areia.

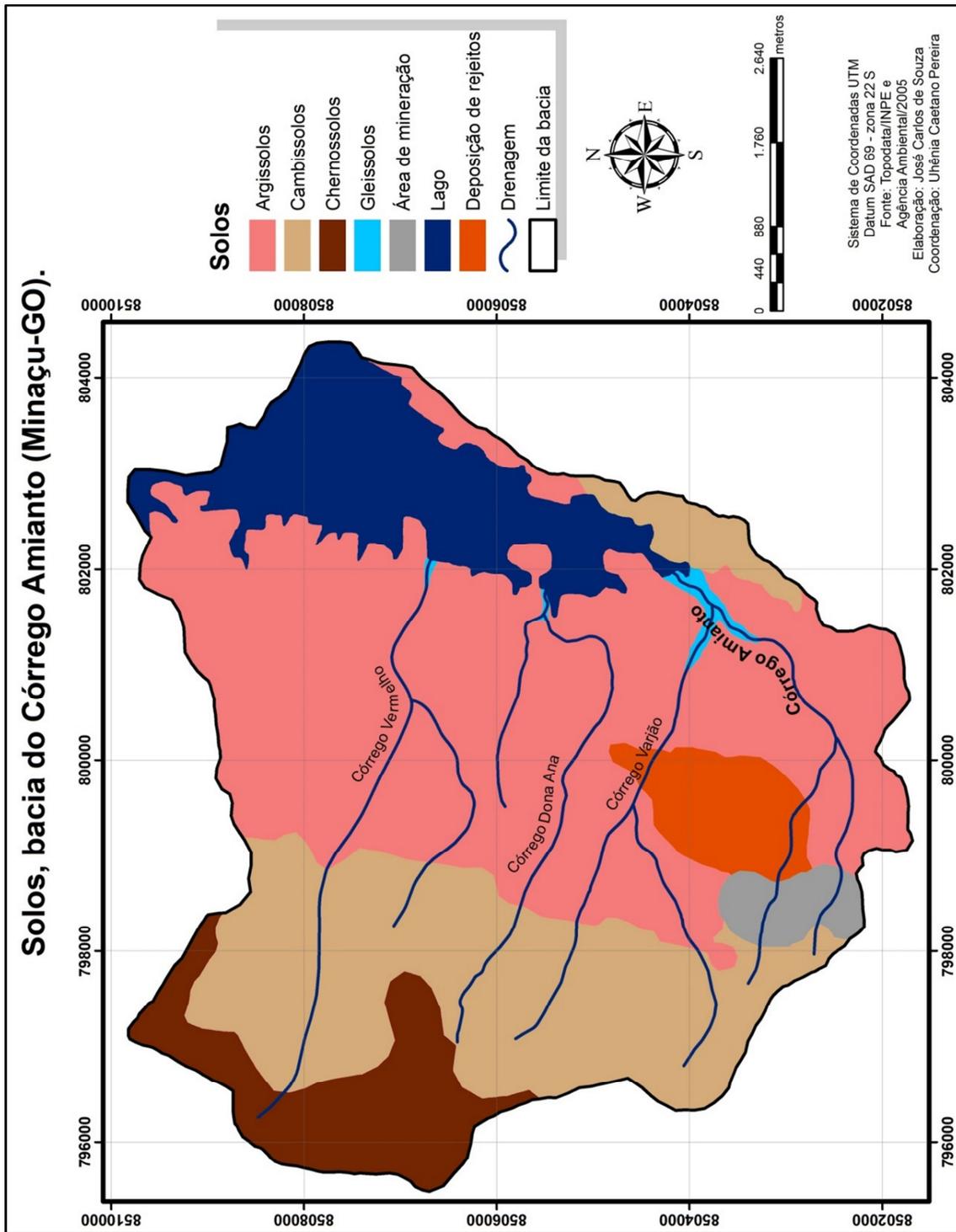


Figura 12: Mapa de Solos da Bacia do Córrego Amianto, Minaçu GO.



Figura 13: Argissolo exposto em área de empréstimo. Fonte: PEREIRA, 2011.



Figura 14: Perfil representativo de solos Argissolos Vermelhos. Fonte: PEREIRA, 2011.



Figura 15: Área de ocorrência de solos Argissolos. Fonte: PEREIRA, 2011.

3.5.2 Cambissolos

Os Cambissolos da área de estudo possuem textura média e quase sempre estão associados a relevos mais movimentados. Segundo Reatto et al (2008), são solos que apresentam horizonte subsuperficial submetido a poucas alterações físicas e químicas,

porém, suficientes para o desenvolvimento de cor e de estrutura. De forma geral, apresentam minerais primários facilmente intemperizáveis e teores mais elevados de silte, indicando baixo grau de intemperização. Estruturalmente, são muito variáveis, predominando blocos subangulares. Através dos perfis pode-se perceber a presença de cascalho e materiais concrecionários. Segundo dados da PROGEM CONSULTORIA (1995), esses solos estão associados às porções mais movimentadas do relevo.

De acordo com o Programa de Gerenciamento Socioambiental de Minaçu da Usina Hidrelétrica de Cana Brava, os Cambissolos:

Caracterizam-se principalmente por apresentarem um horizonte A frequentemente do tipo moderado, sobrejacente a um horizonte B incipiente. Este horizonte por sua vez é caracterizado por ter sofrido alterações em pequeno grau, apresentando, porém desenvolvimento de cor ou estrutura, e mais da metade de seu volume não é constituído de estrutura da rocha que lhe deu origem. Apresenta teor de argila mais elevado ou cromas mais fortes e matiz mais vermelho que o horizonte superficial, porém as acumulações de argila, óxidos ou materiais corantes são insuficientes para a caracterização de outros horizontes diagnósticos, como o B textural, B latossólico etc., (pág. 7).

Além dessas características, possuem sequência de horizontes A, (B) e C, são bem a moderadamente drenados, com textura média e argilosa. Ocorrem como concrecionários e não concrecionários, pedregosos e não pedregosos, cascalhentos e não cascalhentos.

Os Cambissolos representam 22,10% da bacia. Ocorrem nas nascentes a Oeste e a Leste da bacia do córrego Amianto, nas altitudes mais elevadas que variam de 515m a 737m aproximadamente e em declividades oscilando de 20% a 45% e superior a 45%. As análises realizadas pelo Lasf mostraram que a sua composição é formada por 60% de areia, 23,0% de argila e 17,0% de silte. Ocorrem em relevos fortemente ondulado e em vertentes mais íngremes (Figuras 19 e 20).



Figura 16: Vertente de ocorrência solos Cambissolos. Fonte: PEREIRA, 2011.



Figura 17: Solos Cambissolos expostos em área de ocorrência de movimento de massa. Fonte: PEREIRA, 2011.



Figura 18: Perfil representativo solo Cambissolo. Fonte: PEREIRA, 2011.

3.5.3 Chernossolos

Os Chernossolos são eutróficos e argilúvicos, apresentam textura argilosa. Variam de rasos a pouco profundos, caracteriza-se ainda por apresentar argila de atividade alta, elevada saturação por base e horizonte A chernozênico assentado sobre um horizonte B textural ou C carbonático, ou diretamente sobre a rocha dura ou parcialmente consolidada (EMBRAPA, 2002).

Os Chernossolos representam 7,4% de toda a área da bacia (figura 19). Esta classe de solo ocupa porções de relevo forte ondulado e vertentes mais íngremes, predominando sobre a Superfície Regional de Aplainamento e relevos de morro e colinas. A ocorrência é totalmente a Oeste da bacia, nas altitudes mais elevadas de 670m a 829m, as declividades ocorrem em sua maioria de 0% a 12%, e em alguns pontos 45%.

Com base no Programa de Gerenciamento Socioambiental de Minaçu da Usina Hidrelétrica de Cana Brava, a ocorrência do Chernossolo (Brunizem Avermelhado), é:

Restrita ao maciço Máfico-Ultramáfico de Cana Brava, ocorrendo portanto junto à margem esquerda do reservatório, entre a usina e Minaçu. Esta classe compreende solos cuja principal característica é a presença de um horizonte A do tipo chernozêmico sobrejacente a um horizonte B com texturas de argila em alta atividade. São solos pouco profundos a profundos, bem drenados, com sequência de horizontes A, Bt e C, sendo bem nítida a diferenciação entre os mesmos. O horizonte A geralmente tem textura mais leve que o horizonte Bt, que é argiloso na maior parte (Pág. 7 e 8).

Além disso, representam uma das classes mais favoráveis à agricultura, excetuando os casos em que ocorrem em relevo muito declivoso, onde este fator é impeditivo ao uso de máquinas.



Figura 19: Perfil representativo de Chernossolo exposto em corte de estrada. Fonte: PEREIRA, 2011.

3.5.4 Gleissolos

De acordo com Reatto et al., (2008), os Gleissolos são distróficos com textura argilosa, ocorrem em relevo plano e suave ondulado em modelado de planície fluvial. São solos hidromórficos que ocupam geralmente as depressões da paisagem sujeitas a inundações.

São solos mal drenados, ocorrendo com frequência espessa camada escura de matéria orgânica mal decomposta sobre uma camada acinzentada (gleizada), resultante de ambiente de oxirredução e morfologicamente são solos poucos desenvolvidos (REATTO et. al., 2008).

Os Gleissolos representam 0,44% da área de estudo e ocorrem em três pontos da bacia, acompanhando o leito das drenagens, nas baixas altitudes 297m a 397m, em declividades oscilando de 0% a 8% e segundo as análises do Lasf apresentam 20,0% de argila, 34,0% de silte e 46,0% de areia (Figuras 20 e 21).



Figura 20: Ocorrência de solos Gleissolos em fundo de vale. Fonte: PEREIRA, 2011.



Figura 21: Camada superficial de Gleissolos. Fonte: PEREIRA, 2011.

CAPÍTULO IV: USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA DO CÓRREGO AMIANTO

Uso do solo, uso da terra ou uso e ocupação do solo são as expressões mais empregadas para denominar as formas de apropriação antrópica na camada superficial da terra. De acordo com Carlos (2001), o homem para prover suas necessidades existenciais faz apropriações e usos do solo produzindo, consumindo, habitando etc.

Através da apropriação que o homem faz da natureza, de modo a permitir o desenvolvimento da sociedade, a qual se organiza de maneiras diferentes em distintos contextos históricos, realiza-se a produção do espaço geográfico (JESUS, 2007 p. 69).

Segundo Souza (2010a), o uso e ocupação do solo podem ser compreendidos como a forma pela qual as sociedades humanas ocupam o espaço. O levantamento dos tipos de uso do solo consiste em mapear e avaliar qualitativamente e quantitativamente tudo o que existe sobre o solo. Através deste tipo de levantamento associados à caracterização do meio físico, pode-se compreender as causas e consequências do mau uso do solo.

As diversas maneiras de uso do solo alteram de forma significativa o ambiente, causando vários tipos de impactos. Segundo Jesus (2007), do ponto de vista dos impactos ambientais, o uso do solo para a implantação de qualquer atividade pode ser planejado, mal planejado ou não planejado.

Através da urbanização o homem modifica o meio físico, pois remove a cobertura vegetal, realiza cortes e aterros, impermeabiliza o solo em função da pavimentação e edificações tendo como consequência a alteração da morfologia do relevo e do ciclo hidrológico, dentre outros (JESUS, 2007).

4.1 Histórico do processo de ocupação do município de Minaçu (GO)

A ocupação do solo no município de Minaçu ocorreu principalmente com a descoberta do amianto e com a implantação da mina de Cana Brava.

O município de Minaçu, hoje se constitui numa área de povoamento antigo, haja vista que antes da colonização portuguesa no século XVIII, a mesma já estava habitada por grupos indígenas. Cabe ressaltar que essa área foi percorrida pelos bandeirantes

paulistas à procura de metais preciosos na época da corrida do ouro em Goiás no começo do século XVIII (BARBOSA, 2002).

Segundo Barbosa (2002), a região de Minaçu permaneceu esparsamente povoada e isolada até a descoberta da jazida de amianto, em função da inexistência de estradas e meios de transporte. O isolamento perdurou até 1963, quando a CELG (Centrais Elétricas de Goiás), adentrou a região e abriu as primeiras estradas rústicas, no momento da realização de estudos para a construção de Usinas Hidrelétricas no rio São Félix. O acesso só era possível utilizando caminhão ou jipe. No entanto, o tempo gasto para o trajeto de 120 km poderia durar até uma semana em épocas de chuva devido a precariedade desses novos caminhos.

O início da exploração da jazida de amianto a partir de 1965, pela SAMA (S.A, Mineração de Amianto), atraiu um contingente de diferentes regiões e do próprio Estado, o que impulsionou o surgimento, em pouco tempo, de um povoado junto a mineradora, a qual construiu uma vila residencial para atender os funcionários. Em 1969, a SAMA em parceria com o Estado de Goiás, através do Departamento de Estradas e Rodagem, construiu 120 km de rodovia ligando Formoso a Minaçu.

Assim, a GO-241, favoreceu toda a região e contribuiu para a sua ocupação. Associa-se a esse fato as vagas de emprego oferecidas pela SAMA, cerca de 1.800 funcionários à época. Considerando os familiares, aproximadamente 9.000 pessoas estavam diretamente ligadas as atividades locais da empresa (BARBOSA, 2002).

Dessa maneira, essa ocupação impeliu a constituição de um aglomerado urbano voltado a priori, para o comércio e prestação de serviços proporcionando o desenvolvimento incipiente de uma dinâmica e auspiciosa cidade que rapidamente conquistou sua emancipação político-administrativa e a SAMA que através da exploração do amianto crisotila é uma das principais bases econômicas do município (PAMPLONA, 2003).

Ao longo desse período, Minaçu consolidou-se como um próspero município no interior de Goiás e na década de 80 surge uma nova oportunidade, uma nova função, agora voltada para a produção de energia através do aproveitamento das águas do rio Tocantins, despontando novos panoramas econômicos como o turismo e o ecoturismo.

A construção das usinas hidrelétricas de Cana Brava e Serra da Mesa no município efetiva a sua ocupação delineando sua inserção na economia regional e nacional e um novo arranjo sócio espacial.

4.2 Uso do solo na bacia do córrego Amianto

Através do mapa de uso e pesquisas a campo, foram identificadas inúmeras atividades desenvolvidas na bacia como uma área rural com agricultura e pastagem, área urbana, área de mineração, uma área de deposição de rejeitos, uma área de reserva ecológica particular e uma área de espelho d'água (Figura 22). Os principais impactos que foram observados estão na área urbana em virtude da ocupação desordenada de bases íngremes de encostas colocando em riscos a vida dos moradores.

4.2.1 Área rural: agricultura e pastagem

A agricultura desenvolvida na área de estudo é considerada extensiva, pois é desenvolvida em pequenas áreas, mais precisamente em fundo de quintal ou em lotes baldios. Os principais tipos de cultura encontrados foram plantação de mandioca, milho, banana, cana de açúcar e até uma plantação de hortaliças. Essas culturas são concentradas em terrenos planos da bacia, onde ocorrem os solos Argissolos Vermelhos.

As áreas de pastagem (figura 23) também se desenvolvem nos Argissolos Vermelhos e ocorrem tanto em relevo plano quanto em relevo ondulado ou suave ondulado, onde há criação de gado leiteiro e de corte. Percebe-se que é caracterizada como extensiva, pois a criação é pequena e atende a população urbana do município. A vegetação original foi substituída pela pastagem, principalmente pelo capim braquiária, para a criação de gado.

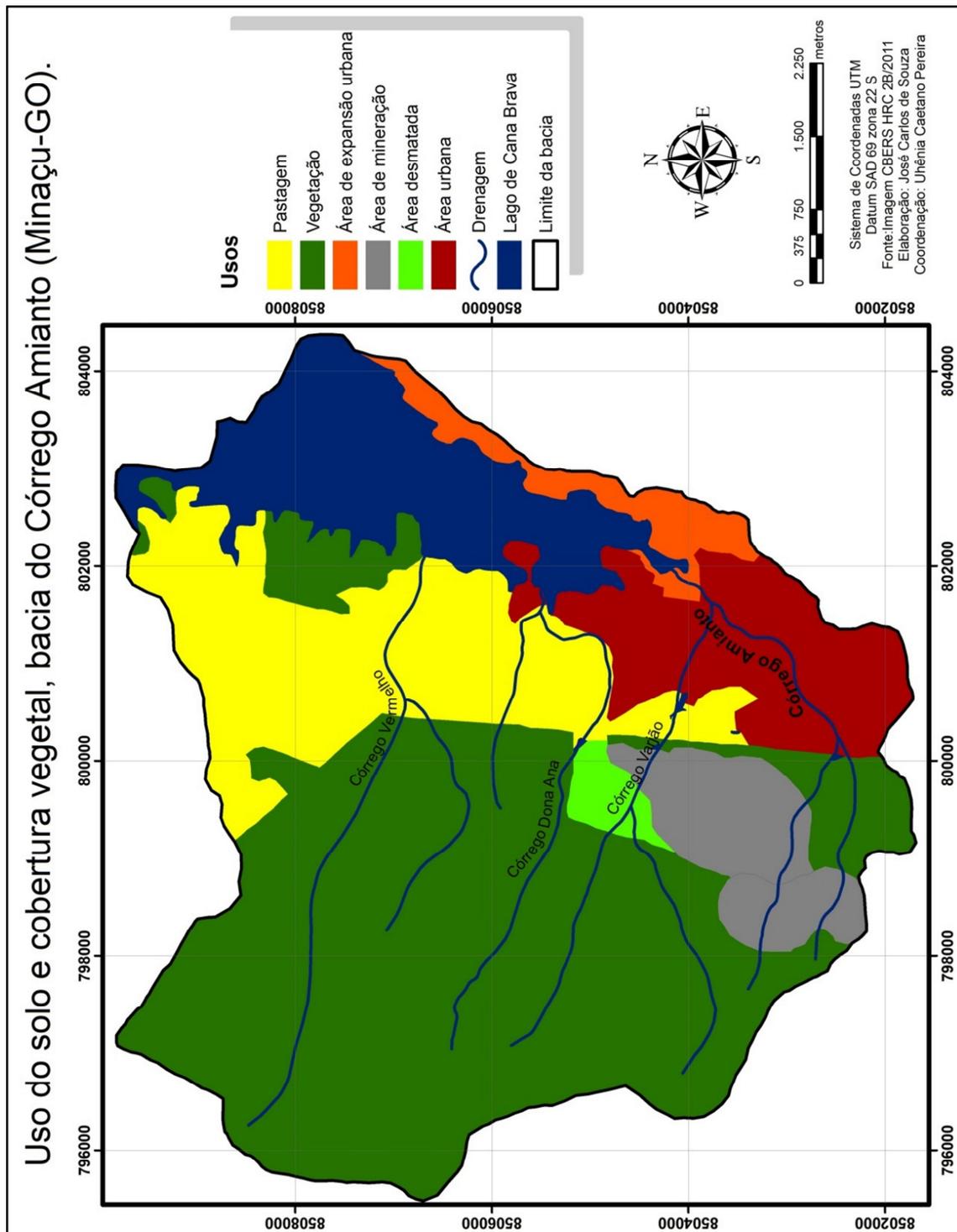


Figura 22: Mapa de Usos e Cobertura Vegetal da Bacia do Córrego Amianto, Minaçu GO.



Figura 23: Área de Pastagem na Bacia do Córrego Amianto. Fonte: PEREIRA, 2011.

4.2.2 Área urbana

Na bacia do Córrego Amianto, a mineração foi o maior atrativo para provocar a ocupação e estimular um crescimento urbano em pouco tempo. Assim, um número cada vez maior de migrantes de outras regiões era atraído pela possibilidade de conseguir emprego e por melhores condições de vida.

A bacia do Córrego Amianto vem sofrendo transformações intensas de uso, associada ao modo econômico, com a ocupação rápida do bioma para produção mineral, agricultura e pecuária. Essa intensificação originou em áreas da bacia um espaço urbano consolidado e outro inconsolidado (Figura 24). A área urbana consolidada corresponde à áreas densamente ocupadas, contempla infraestrutura, é beneficiária de alguns investimentos públicos, tais como rede elétrica, pavimentação etc., que são essenciais para a qualidade de vida dos moradores. A área urbana inconsolidada corresponde a ocupação urbana entre média e alta, apresentando alguns vazios urbanos com deficiência em equipamentos e infraestrutura, pois inicia um processo de ocupação, ou seja, há uma transição do rural para o urbano.



Figura 24: Área Urbana Inconsolidada. Fonte: PEREIRA, 2011.

4.2.3 Área da mineração

O amianto é conhecido pela humanidade há mais de três mil anos, porém, a expansão do seu uso na indústria deu-se no século XX. As primeiras referências sobre estas fibras minerais datam das civilizações gregas e egípcias e mesmo dos antigos chineses que a utilizavam na forma de tapetes e tecidos (GIRODO e PAIXÃO, 1973). O amianto ou asbesto é uma fibra mineral sedosa extraído principalmente de rochas metamórficas. Sua variedade fibrosa o classifica em dois grupos principais: os anfíbolios (amosita, crocidolita, antofilita, actinolita e tremolita) e as serpentinas (crisotila), este último, é o mais importante comercialmente, respondendo por mais de 90% da produção mundial atual (ABRA-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO AMIANTO, 1996).

Em 1962 foi descoberta a ocorrência de amianto no município de Minaçu-GO. A mina de Cana Brava, hoje a única do país e a maior da América Latina, explorada pela SAMA/Eternit/Brasilit, as duas principais fabricantes no Brasil de fibrocimento – uma mistura de 10% de amianto e 90% de cimento amplamente utilizado como matéria-prima para caixas-d'água e telhas (PAIXÃO, 2009). A lavra a céu aberto iniciou-se em 1967. Atualmente, a mina de cana brava é a única mina de amianto crisotila que se encontra em atividade no nosso país, além de fazer parte do grupo que mais produz no planeta, produzindo 240 mil toneladas por ano.

A mina de Cana Brava, localizada na porção sudoeste da bacia do córrego Amianto possui duas cavas, local onde é realizada a exploração do amianto (figura 25). Segundo as pesquisas feitas na área em 2002, foram identificados quatro corpos de

serpentinitos mineralizados, dispostos e adaptados com a estrutura regional do Complexo de rochas básicas e Ultramáficas de Cana Brava.



Figura 25: Área de Mineração, Solo Exposto. Fonte: SAMA, 2009.

É realizado pela equipe de mineração um trabalho para amenizar e recuperar áreas degradadas. A empresa realiza a recuperação dos taludes das pilhas (bancas) de estéril e rejeitos, com o recobrimento do solo e plantação de capim nativo. Em áreas degradadas são reflorestadas com espécies nativas (árvores e arbustos)(figura 26). É um trabalho contínuo, haja vista que o programa de revegetação das bancas conseguiu recuperar cerca de 85% ha, o que corresponde a 100% das áreas que estão disponíveis para revegetação com taludes em situação final para os próximos 60 anos.



Figura 26: Paisagem Antrópica, Área de Reflorestamento do Córrego Amianto. Fonte: SAMA, 2009.

4.2.4 Cobertura vegetal

Na bacia do Córrego Amianto observa-se que ainda há uma quantidade relevante de remanescentes, são áreas que permanecem parcialmente ou plenamente preservadas e que são encontradas em relevos que possuem declividades superiores a 20%. Por outro lado, com a expansão urbana, há um aceleração do desmatamento. Em áreas mais planas, percebe-se que a vegetação natural foi substituída por pastagem.

A Serra de Cana Brava, inserida na bacia é declarada Reserva Ecológica da Serra de Cana Brava, tendo em mente preservar o ambiente natural sem a alteração antrópica. Neste sentido, várias medidas foram tomadas para conservar os remanescentes do bioma cerrado na área.

A Reserva Florestal da SAMA, ocupa grande parte da bacia do córrego Amianto (figura 27). É uma reserva legal que ocupa 2.500 ha e caracteriza-se por apresentar uma paisagem natural, fauna, flora e recursos hídricos preservados.

Segundo estudo realizado pelo PROGEM CONSULTORIA Mineração e Meio Ambiente (1995), a vegetação que ocorre na região da Serra de Cana Brava: é composta principalmente por cerrado arborizado nas encostas e matas de galeria próxima às drenagens, com encaves de cerradão (savana florestada) e muitas áreas com regeneração natural e floresta estacional decidual. Ainda de acordo com esse estudo, a vegetação situada nas áreas de relevo plano ou interflúvio suavemente ondulado, apresenta fisionomia mais fechada, com maior densidade de árvores e arbustos, com algumas chegando a medir 10 m de altura.



Figura 27. Vista geral da reserva da SAMA. Fonte: PEREIRA, 2011.

4.2.5 Espelho D'água

A massa d'água observada no mapa de uso e cobertura vegetal, é proveniente da implantação da Usina Hidrelétrica de Cana Brava, que deu origem a formação do lago artificial, que hoje representa um dos pontos turísticos mais atrativos da região.

Destaca-se, ainda, a Praia do Sol que é uma ilha no lago de Cana Brava, situada na área urbana da cidade de Minaçu. Possui uma área com mais ou menos 700 metros de comprimento, duas quadras de tênis de saibro profissional, duas quadras de futsal, um campo de areia e um de futebol de campo, mirante, quiosques, sanitários, área para show e estacionamento.

A Praia do Sol constitui-se num verdadeiro cartão postal da cidade de Minaçu. Na ilha são promovidos os maiores eventos do norte de Goiás, como: carnaval, réveillon, pré-carnaval, shows automotivos, Rally dos Sertões, torneio de pesca e encontros de motoqueiros.

CAPÍTULO V: IMPACTOS AMBIENTAIS NA BACIA DO CÓRREGO AMIANTO

Nesse capítulo será dado ênfase aos impactos ambientais relacionados à área urbana, áreas de pastagem e no lago de Cana Brava. Os impactos relacionados à mineração e produção de energia serão tratados no capítulo VI, notadamente, no que se refere às mudanças na paisagem.

Os impactos urbanos na área de estudo estão relacionados principalmente com a forma de ocupação que não levou em consideração as características físicas (relevo, solo, etc.), além do acelerado crescimento urbano sem planejamento. Dentre os principais impactos urbanos podemos citar processos erosivos (ravinas e sulcos), assoreamento e poluição dos cursos d'água, movimento de massa, compactação dos solos, desmatamentos etc., (figura 28). A seguir são apresentadas as análises desses principais impactos tanto em áreas urbanas, quanto em áreas urbanas em expansão.

5.1 Processos erosivos urbanos

Os processos erosivos lineares identificados na bacia estão associados às áreas de empréstimo, ocupação em terrenos íngremes e corte de talude para construção de residências, adequação do terreno para construção de casa de veraneio (área de aterro), e abertura de estradas. Existem vários processos de ravinamentos localizados em área urbana ou área de expansão urbana, assentados sobre Argissolos Vermelhos em relevos de Superfície Regional de Aplainamento, em unidades geológicas do Complexo Rio Maranhão e Complexo Máfico-Ultramáfico. Os processos de ravinamentos ocorrem predominantemente em declividades de 0% a 12%, e altitudes que variam de 297m a 415m.

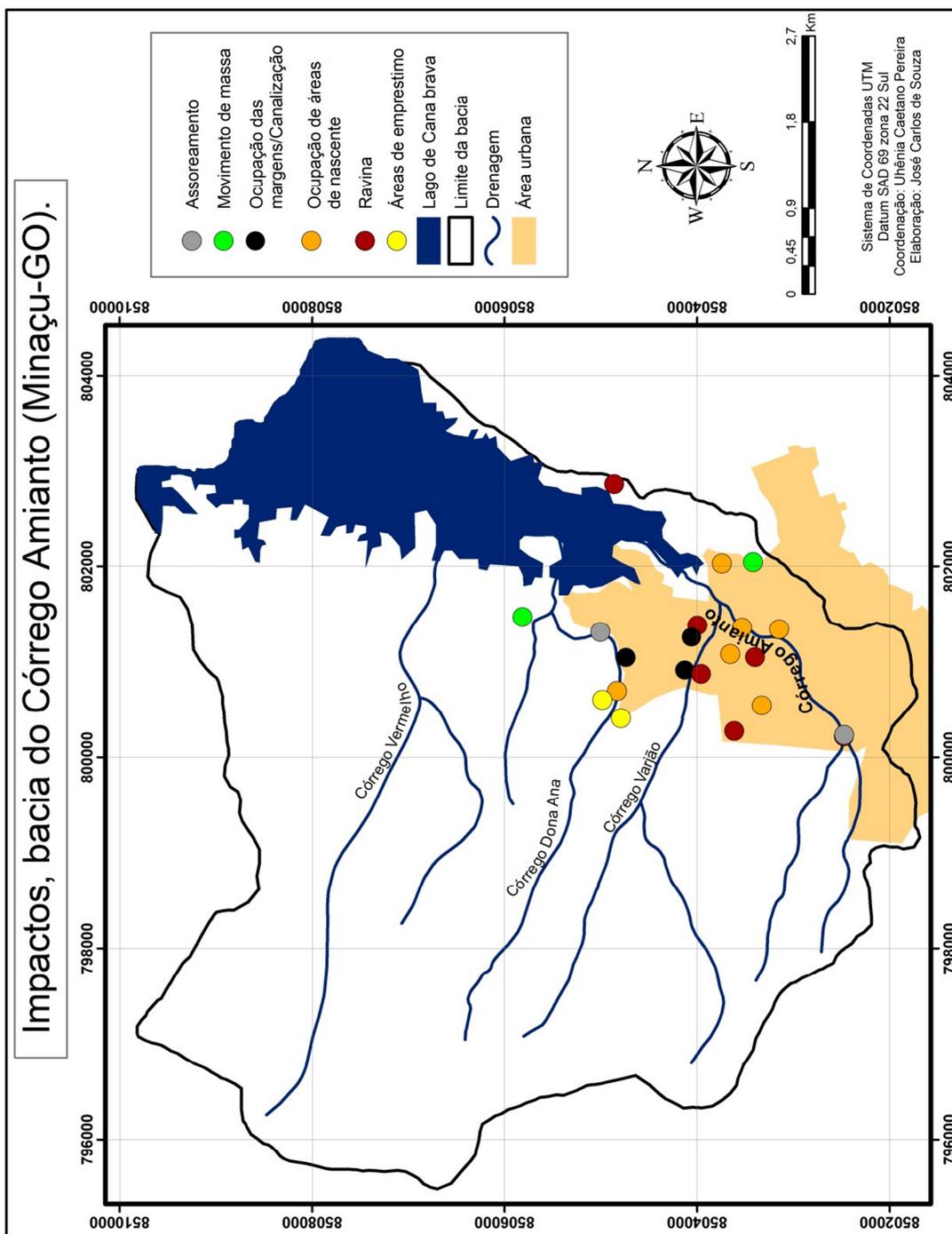


Figura 28: Mapa dos Impactos Ambientais.