



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

**AVALIAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE E DO POTENCIAL A EROSÃO LAMINAR
DA BACIA DO RIBEIRÃO SOZINHA (GO).**

Mestrando: José Carlos de Souza

Orientadora: Dra. Cláudia Valéria de Lima

Goiânia, Março de 2010.

JOSÉ CARLOS DE SOUZA

**AVALIAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE E DO POTENCIAL A EROSÃO LAMINAR
DA BACIA DO RIBEIRÃO SOZINHA (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

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

Goiânia, Março de 2010.

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

S725a Souza, José Carlos de.
Avaliação da suscetibilidade e do potencial a erosão laminar da bacia do ribeirão Sozinha (GO) [manuscrito] / José Carlos de Souza. - 2010.
xv, 100 f. : il., figs, tabs.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Cláudia Valéria de Lima;
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás,
Instituto de Estudos Socio-Ambientais, 2010.

Bibliografia.

Inclui lista de figuras e tabelas.

Apêndices.

1. Bacias hidrográficas – Avaliação potencial. 2. Sozinha, Ribeirão - Goiás (Estado) – Erosão laminar. 3. Bioma Cerrado. I. Título.

CDU556.047

BANCA EXAMINADORA:

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

Prof^º. Dr. Gustavo Macedo de Mello Baptista
IG-UnB
Membro Titular

Prof^º. Dr. Ivanilton José de Oliveira
IESA-UFG
Membro Titular

Prof^ª. Dra. Luciana Maria Lopes
IESA-UFG
Membro Suplente

Goiânia, Março de 2010.

*Este trabalho é dedicado a todas as
pessoas que contribuíram para o meu
crescimento intelectual e pessoal.*

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, quero agradecer a Deus, por ter me dado a força necessária para concluir este trabalho e por ter colocado pessoas tão generosas em meu caminho para contribuir com o êxito do meu projeto. Agradeço as oportunidades que me foram concedidas para que eu melhorasse como pessoa e como profissional.

Durante a realização deste trabalho contei com a colaboração de muitas pessoas, às quais quero aqui expressar meus sinceros agradecimentos.

A minha mãe, Dona Deja, que sempre acreditou em mim e muito me incentivou para que eu alcançasse meus objetivos, aos meus irmãos e sobrinhos pelo companheirismo e pela co-participação neste ideal.

A professora Claudia Valéria de Lima pela orientação, incentivo e por ter acreditado em minha proposta e ter contribuído para o êxito da pesquisa.

Aos professores Ivanilton José de Oliveira e Luciana Maria Lopes pelas valiosas contribuições no momento da qualificação.

Ao colega Elison por ter me ensinado muito sobre geoprocessamento, e pelos bate-papos que contribuíram para o enriquecimento da minha pesquisa.

Aos meus colegas do mestrado pelos momentos de descontração, desabafos e trocas de experiências, em especial as colegas Késia, Sandra e Lara.

Aos meus colegas de trabalho, professores da Universidade Estadual de Goiás, Unidade de Minaçu, pelo conhecimento construído através das longas e prazerosas conversas.

A todos muito Obrigado!!!

RESUMO

As bacias hidrográficas têm sido concebidas como unidades de planejamento e gestão socioambiental. São áreas facilmente delimitáveis e possuem uma característica sistêmica, onde os elementos da paisagem sejam eles naturais ou antrópicos, se inter-relacionam continuamente, deflagrando trocas de matéria e energia. Em função dessas características, as bacias se apresentam como unidades ideais para a aplicação de metodologias que visam contribuir para o planejamento de uso do e ocupação da terra. A proposta deste trabalho é apresentar os resultados da avaliação do potencial a erosão laminar na bacia do Ribeirão Sozinha, no Estado de Goiás, através da análise integrada do meio físico e da aplicação de modelo de previsão. A metodologia utilizada foi elaborada e apresentada por Salomão (1999), é uma abordagem de cunho qualitativo e visa especializar as fragilidades do solo a erosão laminar em uma bacia hidrográfica. A bacia do ribeirão Sozinha possui aproximadamente 430 km², abrangendo terras dos municípios de Leopoldo de Bulhões, Anápolis, Goianápolis, Bonfinópolis, Goiânia, Senador Canedo, Caldazinha e Bela Vista de Goiás. A geologia da bacia é composta pelos granulitos orto e paraderivados e granitóides do Complexo Granulítico Anápolis-Itaúçu e rochas metassedimentares do Grupo Araxá Sul de Goiás. A geomorfologia é caracterizada por Superfícies Regionais de Aplainamento das unidades Planalto Central Goiano e Planalto Rebaixado de Goiânia. A bacia esta inserida nos domínios do bioma Cerrado, e os remanescentes encontrados na área se enquadram nas fisionomias Mata de Galeria, Mata Ciliar, Mata Seca, Cerradão, Cerrado sentido restrito e Campo Sujo. Foram definidas para a bacia quatro classes de erodibilidade do solo, *Alta*, para os Cambissolos e Neossolos Litólicos; *Média*, para os Argissolos Vermelho, Vermelho-Amarelo e Latossolos Vermelho de textura arenosa/média; *Baixa*, para os Latossolos Vermelho de textura média e argilosa e Plintossolos Pétricos; e *Nula*, para os Gleissolos. A bacia foi espacializada em seis classes de declividades (0% – 3%), (3,1% – 8%), (8,1% – 12%), (12,1% – 20%), (20,1% – 45) e (> 45%). Com o cruzamento das classes de erodibilidade com as de declividades, obteve-se cinco classes de suscetibilidade a erosão, que ficaram apresentadas na bacia nas seguintes porcentagens: Classe I – Extremamente suscetível (12,87%); Classe II – Muito suscetível (35,32%); Classe III – Moderadamente suscetível (27,63%); Classe IV – Pouco suscetível (23,92%) e Classe V – Pouco a não suscetível (0,26%). As classes de suscetibilidade a erosão foram cruzadas às classes de uso da terra (Agricultura, Pastagem, Vegetação e Área Urbana) e obteve-se três classes de potencial atual a erosão laminar na bacia do Ribeirão Sozinha, a saber: *alto potencial*, 29,84% da área da bacia, uso incompatível; *médio potencial* (55,74%), uso incompatível, com possibilidade de intervenções com práticas conservacionistas; *baixo potencial* (14,04%) com uso compatível ao recomendado. A área de estudo, compõe a parte leste da região metropolitana de Goiânia e se configura como uma área dinâmica, de múltiplos usos, e em função disso a necessidade da aplicação de instrumentos que viabilizem o planejamento de uso e ocupação da terra com vistas a se reduzir a degradação do solo por erosão laminar.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica, potencial a erosão laminar, meio físico, uso da terra.

ABSTRACT

The watershed has been designed as units of planning and environmental management. Areas are easily definable and have the systemic character, where the elements of the landscape, been natural or man-made, are interrelated continually, outbreak changes of energy and matter. In the function of this character the basins are presented as an ideal units for the application of methodologies that aim contribute to the planning of the land use. The purpose of this paper is present the results of the evaluation of potential laminar erosion in the basin of Ribeirão Sozinha, in the Estado de Goiás, through the integrated analyses of the physical means and the application of the prediction model. The methodology was elaborate by Salomão (1999), is an approach with qualitative and aims specialize the fragilities of the soil to the slat erosion in the basin. The basin of the ribeirão Sozinha, has approximately 430 km², in the lands of the municipality of Leopoldo de Bulhões, Anápolis, Goianápolis, Bonfinópolis, Goiânia, Senador Canedo, Caldazinha and Bela Vista de Goiás. The geology of the basin are composed for ortho and paraderivados granulites and the granitoids of the complex granulites Anápolis-Itauçu and metasedimentary rocks of the group Araxá Sul de Goiás. The geomorphology is characterized by regional surfaces of planning of units Goiano central plateau and plateau chastened of Goiânia. The basin is on the biome Cerrado, and the remain are found in the area there are the physiognomies of Mata Ciliar, Mata Seca, Cerradão, Cerrado sentido restrito e Campo Sujo. Were definite to the basin four class of soil erodibility, High, for the Inceptisols and Entisols; Medium for the Ultisols, Red Yellow Red and Red Oxisol with a medium texture sandy, Low, for the Oxisol of medium texture and clay Plinthosols Petric, and None, for Gelisols. The basin was spatialized in six class of the slope (0% – 3%), (3,1% – 8%), (8,1% – 12%), (12,1% – 20%), (20,1% – 45) e (> 45%). With the crossing of the class of erodibility with the slope, we found five class of susceptibility to erosion, that we present on the basin as a percent: Class I – Extremely susceptibly (12,87%); Class II – Much susceptibly (35,32%); Class III – Moderately susceptibly (27,63%); Class IV – a little susceptibly (23,92%) and Class V – a little to none susceptibly (0,26%). The class to the susceptibility to the erosion was crossing with the class of land use (Agriculture, Pasture, Vegetation and Urban Areas) was obtain three class of the potential to the slat erosion on the Ribeirão Sozinha, high potential 29,84%, of the area of basin, incompatible uses, medium potential (55,74%), incompatible uses, with the possibility of interventions with conservation practice, low potential (14,04%) with compatible use. The area of this study composed the part east of the Goiânia, and is a dynamic area, with different uses, and accordingly this, need for implementation of tools that enable use planning and land use in order to reduce the land degradation by extensive slat erosion.

Key-words: watershed, potential to the laminar erosion, physical middle, land use.

LISTA DE FIGURAS

	Pg.
Figura 1: Mapa de localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Sozinha, GO.	18
Figura 2: Precipitação e temperatura máxima média de cinco anos em Anápolis, GO.	44
Figura 3: Precipitação e temperatura máxima média de nove anos em Goiânia, GO.	44
Figura 4: Mapa Geológico da Bacia do Ribeirão Sozinha, GO.	46
Figura 5: Mapa de Geomorfologia da bacia do Ribeirão Sozinha, GO.	50
Figura 6: Mapa Hipsométrico da Bacia do Ribeirão Sozinha, GO.	51
Figura 7: Mapa de Declividades (%) da Bacia do Ribeirão Sozinha, GO.	53
Figura 8: Mapa de Solos da bacia do Ribeirão Sozinha, GO.	55
Figura 9: Perfil de Latossolo Vermelho exposto em corte de estrada.	56
Figura 10: Relevo plano e suave ondulado onde ocorrem os Latossolos Vermelhos.	56
Figura 11: Perfil de Argissolo Vermelho exposto em área de caixa de empréstimo.	57
Figura 12: Relevo ondulado onde ocorrem os Argissolos Vermelhos.	57
Figura 13: Perfil de Argissolo Vermelho-Amarelo exposto em área de caixa de empréstimo.	58
Figura 14: Relevo ondulado de topo aguçado onde ocorrem os Argissolos Vermelho-Amarelos.	58
Figura 15: Perfil de Cambissolo exposto em corte de estrada.	59
Figura 16: Relevo ondulado onde ocorrem os Cambissolos.	59
Figura 17: Perfil de Neossolo Litólico exposto em área de extração de solo abandonada.	60
Figura 18: Relevo montanhoso onde ocorrem os Neossolos Litólicos.	60
Figura 19: Planície inundável do córrego Dois Irmãos, afluente do ribeirão Sozinha onde ocorrem os Gleissolos.	61
Figura 20: Perfil de Plintossolo Pétrico exposto em area de extração de laterita.	62
Figura 21: Relevo em modelado tabular (Plano de cimeira) onde ocorrem os Plintossolos Pétricos.	62
Figura 22: Mata Ciliar acompanhando o leito do ribeirão Sozinha, município de Bonfinópolis.	63
Figura 23: Mata de galeria nas nascentes do Ribeirão Sozinha, município de Anápolis.	63
Figura 24: Vegetação de Mata Seca, município de Bonfinópolis.	64

Figura 25: Em segundo plano vegetação, característica de Cerradão, município de Leopoldo de Bulhões.	64
Figura 26: Em primeiro plano, vegetação típica de Cerrado sentido restrito, e em segundo plano plantação de laranja no município de Leopoldo de Bulhões GO.	64
Figura 27: vegetação típica de Cerrado sentido restrito, área com desmatamento parcial para introdução de pastagem (capim braquiária). Leopoldo de Bulhões (GO).	64
Figura 28: Vegetação típica de Campo Sujo com introdução de capim braquiária.	65
Figura 29: Gráfico de distribuição da área da bacia Ribeirão Sozinha por município.	66
Figura 30: Mapa de uso da terra e cobertura vegetal da bacia do ribeirão Sozinha (GO).	67
Figura 31: Gráfico da distribuição em porcentagem dos tipos de uso da terra e cobertura vegetal da bacia do Ribeirão Sozinha (GO).	69
Figura 32: Área de pastagem destinada para a criação de gado leiteiro e de corte (Capim braquiária).	69
Figura 33: Em primeiro plano, área de plantio de milho já colhido e em segundo plano, área sendo preparada para o plantio de soja. A área florestada no fundo do vale acompanha o leito do Ribeirão Sozinha.	70
Figura 34: Em primeiro e segundo planos, plantação de soja nos municípios de Anápolis e Goianápolis (GO).	70
Figura 35: Área sendo preparada para o cultivo do milho em Latossolo Vermelho, Goianápolis (GO).	70
Figura 36: Plantação de milho no município de Leopoldo de Bulhões (GO).	70
Figura 37: Plantação de arroz no município de Goianápolis (GO).	71
Figura 38: Cultivo de hortaliças (tomate) em Argissolo Vermelho. Leopoldo de Bulhões (GO).	71
Figura 39: Preparação do solo para cultivo de hortaliças (tomate) em Argissolo Vermelho-Amarelo. Goianápolis (GO).	71
Figura 40: Em primeiro plano pastagem, em segundo plantação de chuchu, e em terceiro vegetação típica de Cerradão no município de Bonfinópolis (GO).	72
Figura 41: Plantação de mandioca no município e Leopoldo de Bulhões (GO).	72
Figura 42: Plantação de laranjas no município de Bonfinópolis (GO).	73
Figura 43: Plantação de eucaliptos no município de Goianápolis (GO).	73
Figura 44: Área de extração de laterita em Plintossolo Pétrico.	74

Figura 45: Área de empréstimo abandonada em Neossolo Litólico, apresentando ocorrência de ravinamento.	74
Figura 46: Processos erosivos nas nascentes do ribeirão Sozinha na Vila São Vicente (Igrejinha), município de Anápolis.	74
Figura 47: Ravina em estrada, acesso que liga Bonfinópolis a Caldazinha.	75
Figura 48: Ravina em área de pastagem. Caldazinha (GO).	75
Figura 49: Ocorrência de solapamento das margens do ribeirão Sozinha, resultado da retirada da mata ciliar, município de Senador Canedo.	76
Figura 50: Mapa de erodibilidade da bacia do ribeirão Sozinha (GO).	78
Figura 51: Gráfico da distribuição em porcentagem das classes de erodibilidade da bacia do Ribeirão Sozinha (GO).	79
Figura 52: Gráfico da distribuição em porcentagem das classes de declividades da bacia do ribeirão Sozinha (GO).	80
Figura 53: Mapa de suscetibilidade a erosão laminar da bacia do ribeirão Sozinha (GO).	82
Figura 54: Gráfico da distribuição em porcentagem das classes de suscetibilidade a erosão laminar da bacia do Ribeirão Sozinha (GO).	83
Figura 55: Mapa de potencial atual a erosão laminar da bacia do ribeirão Sozinha (GO).	85
Figura 56: Gráfico da distribuição em porcentagem das classes de potencial atual a erosão laminar da bacia do ribeirão Sozinha (GO).	86
Figura 57: Depósitos de assoreamento em base de encosta em área de pastagem com capim braquiária.	87
Figura 58: Erosão laminar e em sulcos em Cambissolos com pastagem.	87
Figura 59: Superfície de Neossolo Litólico, com evidências de lavagem do solo (erosão laminar).	88
Figura 60: Baixa vertente onde há a deposição de sedimentos, em plantação de soja.	89
Figura 61: Área de pastagem com evidências de erosão laminar e compactação do solo.	89
Figura 62: Terreno com solo compactado em área de cultivo de soja.	89
Figura 63: Soja em área de plantio direto onde se evidencia resquícios do cultivo anterior (milho).	90
Figura 64: Terreno preparado para o plantio de direto (soja), associado a terraços em	

curva de nível.	90
Figura 65: Serrapilheira em área de vegetação densa (Cerradão).	91
Figura 66: Materiais parcialmente decompostos da serrapilheira.	91

LISTA DE QUADROS

	Pg.
Quadro 1: Classes de erodibilidade dos solos da bacia do Ribeirão Sozinha.	36
Quadro 2: Grau de fragilidade por classe de declividade.	37
Quadro 3: Classes de suscetibilidade a erosão laminar da bacia do Ribeirão Sozinha.	38
Quadro 4: Matriz de definição das classes de potencial atual à erosão laminar da bacia do Ribeirão Sozinha.	39
Quadro 5: Principais tipos de cultivo dos municípios que compõem a bacia do ribeirão Sozinha, em hectare (2008).	68

SUMÁRIO

	Pg.
INTRODUÇÃO	15
CAPÍTULO I: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
1.1 A Geografia Física e os estudos sobre erosão dos solos	19
1.2 A bacia hidrográfica enquanto categoria	25
1.3 Análise integrada do meio físico: método e conceitos	26
1.3.1 Solo e erodibilidade	28
1.3.2 Erosão	30
1.3.2.1 Erosão laminar	31
CAPÍTULO II: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	33
2.1 Clima	33
2.2 Geologia e Solos	33
2.3 Geomorfologia	34
2.4 Vegetação	34
2.5 Uso da terra	34
2.6 Aplicação do modelo de previsão a erosão laminar	35
2.7 Visitas de campo	41
CAPÍTULO III: CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E USO DA TERRA	43
3.1 Clima	43
3.2 Geologia	45
3.2.1 Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu	47
3.2.2 Grupo Araxá Sul de Goiás	47
3.2.3 Unidade Metassedimentar Mista	47
3.2.4 Coberturas Detrito-Lateríticas	48
3.3 Geomorfologia	48
3.3.1 Aspectos morfológicas	48
3.3.2 Aspectos morfométricos	49
3.4 Solos	54
3.4.1 Latossolos Vermelho	54
3.4.2 Argissolos	56
3.4.3 Cambissolos	58

3.4.4	Neossolos Litólicos	59
3.4.5	Gleissolos	60
3.4.6	Plintossolos Pétricos	61
3.5	Cobertura vegetal	62
3.6	Uso e ocupação da terra na bacia do ribeirão Sozinha	65
CAPÍTULO IV: AVALIAÇÃO DO POTENCIAL A EROSÃO LAMINAR DA BACIA DO RIBEIRÃO SOZINHA.		77
4.1	Erodibilidade dos solos	77
4.2	Declividades do relevo	79
4.3	Suscetibilidade a erosão laminar	81
4.4	Potencia atual a erosão laminar na bacia do Ribeirão Sozinha	84
CONCLUSÕES		92
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		94

INTRODUÇÃO

A degradação do solo por erosão tem se tornado pauta das discussões entre pesquisadores das áreas de geociências e de gestores públicos, em função dos inúmeros problemas ambientais e econômicos que esses impactos trazem à sociedade. A ciência geográfica, em especial, tem se apropriado dessas questões, e estudos estão sendo realizados por meio de análises integradas do meio físico e da aplicação de modelos de previsão, visando à elaboração de diagnósticos que subsidiem o planejamento da capacidade de uso das terras, para se evitar ou reduzir a perda de solo por erosão acelerada.

As bacias hidrográficas estão sendo amplamente utilizadas para a aplicação de metodologias de análise ambiental, com o objetivo de viabilizar o planejamento de uso sustentável dos recursos. O uso da bacia hidrográfica como área de estudo, aumenta a eficácia das análises, viabilizando um diagnóstico físico mais acurado e possibilitando um melhor entendimento da intervenção antrópica e suas conseqüências no meio físico.

A utilização de estudos integrados do meio físico, e da aplicação de modelos de previsão para a definição do potencial a erosão, são instrumentos que contribuem para a gestão de bacias. Dentre essas metodologias de análise ambiental, que tem caráter de medida preventiva, está a apresentada por Salomão (1999), que é uma proposta que visa identificar os graus de suscetibilidade e potencial a erosão laminar em uma bacia hidrográfica, com o objetivo de prevenir o uso inadequado da terra.

A necessidade de se identificar os graus de suscetibilidade a erosão laminar em uma bacia, se justifica pelas graves conseqüências ambientais e econômicas que esse tipo de erosão pode causar. A superfície do solo, porção superficial que comporta a matéria orgânica e os nutrientes necessários para o desenvolvimento das plantas, pode ser facilmente removida por erosão laminar, após o desmatamento ou uso inadequado de uma área suscetível, potencializando a ocorrência de processos erosivos lineares e acarretando o assoreamento dos fundos de vale e cursos de água.

A bacia hidrográfica do ribeirão Sozinha tem sofrido intensas transformações em função da expansão das atividades agrícolas, da pecuária e do crescimento das áreas urbanas. O fato de estar inserida no eixo Anápolis-Goiânia a coloca em situação privilegiada para a produção de alimentos, para atender a grande concentração populacional da região. Dos oito municípios que formam a bacia, seis fazem parte da Região Metropolitana de Goiânia e Região de Desenvolvimento Integrado de Goiânia. Essas regiões já enfrentam problemas de

escassez de água, erosão acelerada de caráter laminar e linear, assoreamento dos cursos de água e o empobrecimento do solo por perdas de nutrientes.

Estes fatores justificam a importância de se compreender a dinâmica da bacia do Ribeirão Sozinha, considerando os condicionantes ambientais, os usos predominantes da terra e que riscos ambientais esses usos podem trazer ao equilíbrio dinâmico da bacia, para que possa se fazer um planejamento do uso e ocupação, de forma a prevenir os impactos no solo e na rede de drenagem.

Neste sentido, definiram-se como questionamentos da pesquisa: Quais são as características do meio físico da bacia e qual a importância de uma análise integrada para se entender as dinâmicas desse sistema? Quais são os usos e as formas de ocupação da bacia? Quais são as áreas mais suscetíveis à erosão laminar e quais fatores determinam esta suscetibilidade? Que avaliação pode ser feita quanto às formas de uso da terra e o potencial atual a erosão laminar na bacia?

O objetivo geral da pesquisa é de avaliar a suscetibilidade a erosão laminar na bacia do Ribeirão Sozinha, através de uma análise integrada do meio físico e da aplicação de modelo de previsão. Os objetivos específicos são: realizar uma caracterização do meio físico; analisar as diversas formas de uso e ocupação da bacia; aplicar o modelo de previsão e definir as classes de potencial atual a erosão laminar e avaliar a suscetibilidade a erosão laminar e a capacidade atual de uso da terra na bacia.

A bacia hidrográfica do Ribeirão Sozinha localiza-se no Centro-Sul do estado de Goiás (Figura 1), mais especificamente entre os meridianos $48^{\circ} 56' 00''$ e $49^{\circ} 08' 00''$ W Gr. e os paralelos $16^{\circ} 24' 00''$ e $16^{\circ} 48' 30''$ S. Abrange terras dos municípios de Leopoldo de Bulhões, Anápolis, Goianápolis, Bonfinópolis, Goiânia, Senador Canedo, Caldasinha e Bela Vista de Goiás, perfazendo uma área de aproximadamente 430 km². A nascente do Ribeirão Sozinha está no Sul do município de Anápolis, Vila São Vicente, em uma altitude de 1.158m. De lá ela percorre uma extensão de 50 km até desaguar no Rio Caldas (afluente da margem esquerda do Rio Meia Ponte), no município de Bela Vista de Goiás. Nesse trajeto recebe como afluentes os córregos Pindobal, Cavalo Morto, Bela Vista, Mata da Foca, Bonfinópolis e Bonsucesso. O principal afluente do Ribeirão Sozinha é o Córrego Bonsucesso, que drena a margem direita da bacia e tem suas nascentes na região leste do município de Goiânia e sul do município de Goianápolis.

A bacia é cortada pela rodovia federal BR 060, que delinea o limite Noroeste da bacia, e por quatro rodovias estaduais: GO 415, que liga a BR 060 a GO 010, passando pela cidade de Goianápolis; GO 010, que liga Bonfinópolis a Goiânia, cortando a parte central da

bacia no sentido Leste-Oeste; GO 403, que liga a cidade de Caldazinha a Goiânia; e, no extremo Sul, próximo à foz do Ribeirão Sozinha, passa um pequeno trecho da GO 020, que liga os municípios do Sudeste Goiano a capital do estado.

Este trabalho está estruturado em quatro capítulos. O Capítulo I apresenta uma abordagem teórica acerca da geografia física e os estudos sobre erosão dos solos; a categoria e o método da pesquisa e os conceitos norteadores.

No Capítulo II são apresentados os procedimentos metodológicos, as fontes de dados, os programas e equipamentos que foram utilizados na pesquisa, e de forma pormenorizada como se deu à aplicação do modelo de previsão a erosão laminar na área de estudo.

O Capítulo III expõe a caracterização do meio físico (clima, geologia, geomorfologia, solos) e de uso e ocupação da terra da área da bacia, acompanhada dos respectivos mapas temáticos.

No Capítulo IV são apresentados os resultados da aplicação do modelo de previsão e também é feita uma avaliação da suscetibilidade e do potencial a erosão laminar na bacia do Ribeirão Sozinha.

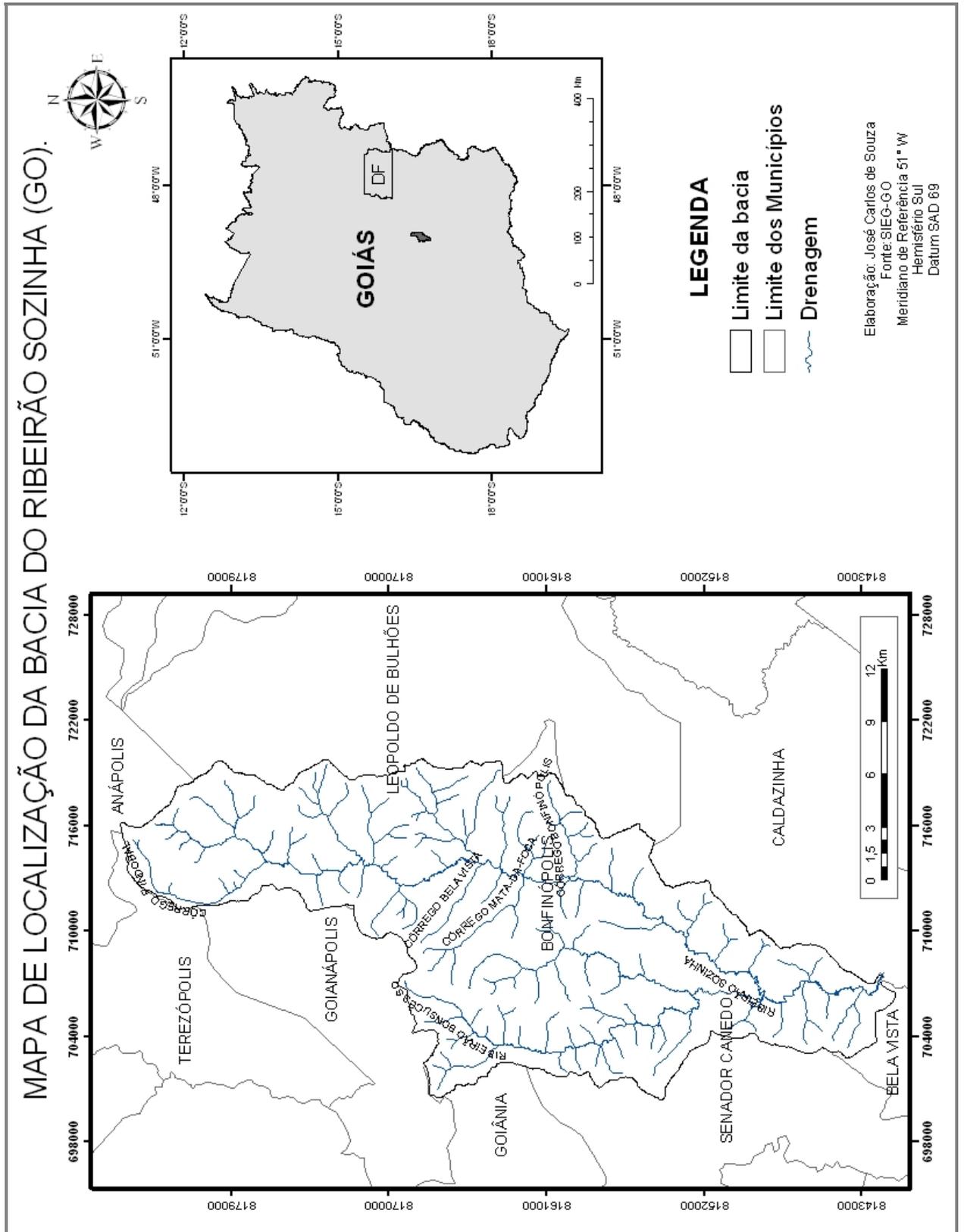


Figura 1: Mapa de localização da bacia do ribeirão Sozinha (GO).

CAPÍTULO I: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta os fundamentos teóricos da pesquisa, perpassando por uma discussão teórica acerca da temática ambiental dentro da Geografia, em especial a Geografia Física, com ênfase nos estudos sobre erosão dos solos e sua relação com as áreas da geomorfologia e pedologia. Discutem-se também, os conceitos-chave, como bacia hidrográfica enquanto categoria de análise, análise integrada enquanto método, e os conceitos norteadores como solo, erodibilidade, erosão e erosão laminar.

1.1 A Geografia Física e os estudos sobre erosão dos solos

A Geografia sempre estudou as relações homem-meio, o que hoje se denominam como estudos da natureza e da sociedade. São pressupostos da pesquisa ambiental ter como objeto de análise, as sociedades humanas, com seus modos de produção, consumo, padrões sócio-culturais e a forma como se apropriam dos recursos naturais. Estes estudos também são denominados de estudos ou análises ambientais.

Ross (2003), referindo-se a estudos de diagnóstico ambiental, relata que é necessário pensar no todo, o natural e o social, e de que modo este todo se manifesta na realidade. A geografia é a ciência das relações espaciais, constituindo como seu objeto o estudo do espaço sob a ótica antropocêntrica; por esta razão ela engloba o Social e o Natural, ocupando lugar intermediário entre as Ciências Sociais e Naturais (ORELLANA, 1985).

A Geografia, desde sua origem, tem trabalhado com a temática ambiental. Com o desenvolvimento das técnicas de intervenção na natureza e com o agravamento dos problemas ambientais, a Geografia tem assumido essas questões como uma de suas principais preocupações. “Os princípios básicos e os objetivos principais, assim como o objeto de estudo da geografia, desde sua origem como ciência, são de caráter eminentemente ambientalista.” (MENDONÇA, 2004, p. 23).

Mendonça (2004), fazendo uma reflexão acerca da influência do ambientalismo na Geografia, se remete a primeira metade do século XIX, período em que o meio ambiente era entendido como a descrição do quadro natural do planeta, compreendido pelo relevo, clima, vegetação, hidrografia, fauna e flora. Elementos estes que estariam completamente dissociados do homem, uma concepção positivista da realidade, concepção esta que também influenciava as outras áreas do conhecimento.

Os estudos do quadro físico do planeta, natural ou alterado pela ação humana e dos impactos ambientais decorrentes de seu uso, tem sido abordadas em uma área da Geografia conhecida como Geografia Física ou Geografia da Natureza, apesar das inúmeras críticas à fragmentação da Geografia em duas áreas, a física e a humana.

A dicotomia Geografia Física-Geografia Humana tem sua gênese 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 (CHRISTOFOLETTI, 1982).

Ainda segundo Christofolletti (1982), essa ciência experimentou em sua evolução uma outra dicotomia, que enfatizou ainda mais os estudos ambientais: a fragmentação Geografia Geral-Geografia Regional. Da Geografia Geral surgiram as especialidades voltadas para os estudos do meio físico, como geomorfologia, hidrologia, climatologia e biogeografia, aglutinadas no campo da chamada Geografia Física.

Segundo Mendonça (1989), a Geografia Física surge na França do século XIX, sob a influência da Geografia Regional estabelecida por Vidal de La Blache, o criador da escola possibilista. Essa escola promoveu a ruptura entre os dois ramos da geografia. Nesse contexto, a Geografia Física passou a ser considerada de pouca relevância para os estudos da ciência, pois os aspectos físicos eram tratados sem muita importância. Com o desenvolvimento dos ramos específicos proposto por De Martonne, esta área do conhecimento geográfico toma um novo fôlego.

Emmanuel De Martonne foi um dos primeiros geógrafos a aprofundar seus estudos no âmbito da Geografia Física, e a conceituou como sendo a parte da geografia que se ocupa do tratamento dos aspectos naturais/físicos das paisagens. Mesmo com estas contribuições, não se concebia um estudo que considerasse a inter-relação entre os condicionantes ambientais, influencia do método positivista predominante neste período (MENDONÇA, 2004).

Na segunda metade do século XX com o surgimento da “nova geografia” e com a influência dos pressupostos do neopositivismo, surge uma geografia física fortemente influenciada pela teoria geral dos sistemas, dando sustentação ao surgimento de uma nova proposta metodológica denominada geossistema, elaborada por Sotchava, geógrafo soviético (CHRISTOFOLETTI, 1982).

A teoria geossistêmica teve nos russos seus principais divulgadores, porém são os franceses que vão assumir os mais importantes trabalhos voltados para os estudos ambientais sob o ponto de vista geográfico. Dentre eles estão, Bertrand, com a inserção da ação antrópica

como elemento da dinâmica das paisagens e do geossistema, e Tricart, com a ecogeografia e a ecodinâmica, em que apresenta uma proposta metodológica de análise integrada do meio físico (CHRISTOFOLETTI, 1982; MENDONÇA, 1989; 2004; ROSS, 2006).

O conceito de Geografia Física, apresentado por Christofolletti (1981), traz em sua essência uma forte influência da teoria de sistemas aplicada à geografia, já amplamente difundida na França e Leste Europeu por Tricart, Bertrand e Sotchava. Para Christofolletti (1981), a Geografia Física é entendida como o estudo da organização espacial dos sistemas do meio ambiente físico ou da organização espacial dos geossistemas. Nessa definição, deve-se entender que a organização espacial se expressa pela estrutura, que é a distribuição e arranjo espacial dos componentes do sistema, e se apresenta como resultado da dinâmica dos processos atuantes e das relações existentes entre os elementos.

Segundo Sotchava (1978 citado por ROSS, 2006), a Geografia Física deve estudar a dinâmica, estrutura funcional e conexões entre os componentes da natureza. Sotchava enfatiza a importância da utilização do método sistêmico para tais procedimentos e relata que a Geografia Física pode ocupar posições firmes na moderna Geografia aplicada, atuando principalmente no contexto do planejamento socioeconômico.

A geografia física ou geografia da natureza tem por objetivo investigar os fenômenos naturais, sempre inter-relacionados, que se caracterizam por processos dinâmicos de fluxos de energia e matéria entre partes de um todo indissociável (ROSS, 2006), e caracteriza-se como uma ciência de integração e síntese, pois inclui o ser humano e suas atividades nas análises dos aspectos físicos da natureza (JARDI, 1990, apud GUERRA e MARÇAL, 2006).

Segundo Ross (2006), Sotchava e os geógrafos soviéticos propunham uma Geografia Física voltada para a aplicação, contribuindo desta forma para a solução dos problemas de ordem socioambiental.

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).

Dentre as áreas do saber ligadas a Geografia Física e também voltadas para os estudos ambientais, está a geomorfologia. A geomorfologia é uma ciência que está na interface entre a geologia e a geografia. Segundo Christofolletti (2001), ela tem como

finalidade analisar as formas de relevo focalizando suas características morfológicas, materiais componentes, processos atuantes e fatores controlantes, bem como sua dinâmica evolutiva.

Ross (2001), discutindo a importância dos diagnósticos ambientais para se prevenir os impactos, declara que a Geografia, como um todo, e a Geomorfologia, especificamente, são imprescindíveis no trabalho de inventariar e analisar o quadro ambiental, que é antes de mais nada um espaço, humanizado ou não, eminentemente geográfico.

Segundo Guerra e Marçal (2006), a geomorfologia vem sendo utilizada cada vez mais para o planejamento, na medida em que procura contribuir para o entendimento das transformações do meio físico causadas pela ocupação humana. Estes autores são uns dos divulgadores de uma das especialidades da geomorfologia, a “geomorfologia ambiental”. A geomorfologia ambiental tem como objetivo fazer uma análise ambiental que leve em consideração à exploração dos recursos naturais, com vistas a identificar as mudanças físicas nos ecossistemas terrestres e aquáticos, a partir da intervenção humana, ou seja, diagnosticar e prognosticar a degradação ambiental causada pelo homem.

A pedologia, ciência que estuda a origem e o desenvolvimento dos solos possui uma estreita relação com a geomorfologia, e é um ramo da ciência que tem crescido de forma considerável dentro dos estudos geográficos, principalmente nos temas relacionados à perda de solos por erosão acelerada.

A Geografia tem se apropriado destes conhecimentos para facilitar o entendimento dos impactos no solo causados pela ocupação humana. Ciência que tem como objeto de estudo os aspectos humanos e físicos do espaço e sua inter-relação, a Geografia tem se mostrado como uma área do conhecimento adequada para os estudos de degradação dos solos, pois os mesmos são resultados desta relação homem-meio físico. E a Geomorfologia tem sido uma das especialidades da Geografia que tem apresentado os mais adequados métodos e procedimentos metodológicos para tal estudo.

Segundo Vidal-Torrado, Lepsch e Castro (2005), a partir da década de 1970 houve uma intensificação dos estudos sobre a relação pedologia-geomorfologia. A partir daquele momento começaram a surgir trabalhos baseados em ações de erosão e deposição, com variações no tempo e no espaço.

Desde sua origem, a superfície da Terra está em constante alteração, principalmente em sua camada conhecida como manto de intemperismo. Os rios, os ventos, as geleiras e o escoamento superficial, transportam continuamente sedimentos das partes mais elevadas dos terrenos para as partes mais baixas, em um processo de remoção e transporte

considerado natural. Este tipo de erosão é a que se desenvolve em condição de equilíbrio com a formação do solo e é denominada de erosão geológica ou natural (INFANTI JR e FORNASARI FILHO, 1998).

Com o processo de expansão das atividades humanas sobre o solo, como a agricultura, pecuária, construção de cidades entre outros tipos de usos, os processos erosivos tem se acelerado causando a degradação deste recurso natural, estes processos tem sido denominados de erosão acelerada. A erosão acelerada é o processo de remoção e transporte de sedimentos de forma tão intensa que supera o tempo de formação do solo, não permitindo sua recuperação natural (INFANTI JR e FORNASARI FILHO, 1998).

A degradação do solo significa a perda de qualidade do mesmo, seja ela de ordem química, que é a perda da capacidade do solo em suprir nutrientes; física, que compreende a perda da qualidade estrutural ou do espaço poroso do solo e biológica, que é a redução da atividade e diversidade dos organismos. A erosão e a compactação se apresentam como os principais impactos nos solos e as atividades que mais causam impactos no solo são a agricultura, pecuária, desmatamento, urbanização, construção de estradas e mineração (FAVARETTO, COGO e BERTOL, 2006).

Erosão é a remoção e transporte das partículas do solo. No caso da erosão hídrica, este processo ocorre pela ação das águas da chuva, que ao atingir o solo remove suas partículas e a transporta através do escoamento superficial. Após o transporte dos sedimentos há a deposição do mesmo nas baixas vertentes, acarretando o assoreamento das calhas dos rios e de suas margens. O assoreamento é a contrapartida do processo da erosão, quando ocorre a deposição dos sedimentos na calha de rios, lagos ou represas.

Segundo Favaretto, Cogo e Bertol (2006) a erosão pode ser definida como o desgaste superficial do solo pela ação dos agentes erosivos, principalmente a água e o vento, é o processo físico de desagregação, transporte e deposição das partículas de solo pela ação dos agentes erosivos. A desagregação é a primeira e a mais importante fase do processo erosivo, pois é o momento em que a água em contato com solo, o desagrega, deixando-o preparado para o transporte.

A erosão dos solos é um processo que ocorre em duas fases: uma que constitui a remoção de partículas, e outra que é o transporte desse material, efetuado pelos agentes erosivos. Quando não há energia suficiente para continuar ocorrendo o transporte, uma terceira fase acontece, que é a deposição desse material transportado (GUERRA, 2001, p. 165).

Conforme Infante Jr. e Fornasari Filho (1998), o processo erosivo do solo ocorre inicialmente pelo impacto das gotas da chuva, provocando a desagregação das partículas.

Depois de desagregadas são removidas pelo escoamento superficial e depositadas, formando depósitos de assoreamento.

A chuva é o principal agente erosivo e a erosão causada pela chuva se classifica como erosão hídrica. As chuvas provocam erosão em quase toda a superfície terrestre, em especial nas áreas de clima tropical onde as taxas de precipitação são maiores. Em muitas dessas áreas as chuvas se concentram em determinado período, agravando a situação (GUERRA, 1999).

As gotas da chuva atingem a superfície com uma velocidade entre 5 a 15 km/hora, após atingirem o solo e formar o escoamento superficial, sua velocidade geralmente não ultrapassa 1 km/hora (LEPSCH, 2002). Segundo Mafra (1999, p. 301), “a erosão hídrica consiste basicamente numa série de transferências de energia e matéria geradas por um desequilíbrio do sistema água/solo/cobertura vegetal, as quais resultam numa perda progressiva de solo”.

Guerra (2001) aponta como fatores controladores dos processos erosivos a **erosividade da chuva**, entendida como o potencial que a chuva tem em causar a erosão; **as propriedades do solo**, que podem determinar maior ou menor suscetibilidade do solo a ser erodido, que pode ser traduzido como erodibilidade; **a cobertura vegetal**, que reduz os efeitos diretos das gotas de chuva, e os efeitos da energia cinética produzida através do escoamento superficial, e sua contribuição na formação de húmus dando mais estabilidade aos agregados; e por último **as características das encostas**, que estão relacionadas ao grau de declividade e ao comprimento da encosta, que influencia diretamente na velocidade do escoamento superficial e na abrangência de atuação deste agente erosivo (grifo meu).

Infanti Jr. e Fornasari Filho (1998) também definem como fator controlador da erosão, além dos apresentados por Guerra (2001), o substrato rochoso. Para eles as características litológicas associadas ao imtemperismo e a natureza da alteração e o grau de fraturamento, condicionam a suscetibilidade do material à erosão.

Lepsch (2002) aponta como conseqüências notáveis da perda de solos por erosão além do processo de voçorocamento, pomares com árvores raquíticas e raízes expostas, barreiras caídas em estradas, caminhos profundos nas pastagens, entulhamento de reservatório de água, águas turvas ou barrentas nos rios e inundações em campos e cidades ribeirinhas. O mesmo autor enfatiza que, junto com os solos também são arrastados adubo e agrotóxicos para os rios e reservatórios, prejudicando a fauna e flora aquática, agravando a situação destes cursos que já estão sobrecarregados com os esgotos domésticos e industriais.

1.2 A bacia hidrográfica enquanto categoria

Segundo Botelho (1999, p. 269), “entende-se como bacia hidrográfica ou bacia de drenagem a área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários, sendo limitados pelos divisores de água”. Ainda segundo a autora é importante considerar nos estudos de bacias hidrográficas todos os fatores do meio físico, a saber: características do relevo, clima, solo, a rede de drenagem, a cobertura vegetal e os aspectos geológicos para se identificar as áreas mais suscetíveis a impactos e entender a dinâmica dos mesmos.

Para Jorge e Uehara (1998) e Coelho Netto (2001), uma bacia de drenagem é uma área da superfície terrestre que contém o conjunto de cursos d’água que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial. É limitada a superfície a montante, pelos divisores de água, que correspondem aos pontos mais elevados do terreno e que separam bacias adjacentes.

Uma bacia hidrográfica é constituída por uma rede de drenagem fluvial que segundo Cunha (2001) é definida da seguinte forma:

A drenagem fluvial é constituída por um conjunto de canais de escoamento interligados. A área drenada por este sistema é definida como bacia de drenagem e essa rede de drenagem depende não só do total e do regime das precipitações, como também das perdas por evapotranspiração e infiltração. Têm papel importante no escoamento canalizado a topografia, a cobertura vegetal, o tipo de solo, a litologia e a estrutura das rochas da bacia hidrográfica. (CUNHA, 2001, p. 223).

Uma bacia hidrográfica é uma importante unidade de estudos geográficos, em função da possibilidade de se fazer uma inter-relação entre os elementos da paisagem e os processos que atuam em sua esculturação, apresentando-se como uma unidade ideal para planejamento de uso da terra (BOTELHO, 1999). Essa categoria enquanto objeto de estudos geográficos é um arranjo composto por elementos naturais e socioeconômicos em interação permanente, apresentando estrutura, funcionalidade e dinâmica decorrente das trocas realizadas entre seus elementos.

Vários autores enfatizam a bacia hidrográfica enquanto unidade natural básica de planejamento, onde a ação integradora das diferentes formas de uso e manejo devem ser vistas sob a ótica sistêmica, na qual cada componente pode influenciar ou ser influenciado pelos demais (GUERRA e BOTELHO, 2003).

Experiências práticas têm demonstrado que os programas de conservação dos recursos solo e água são grandemente facilitados quando se toma como unidade de trabalho a

bacia hidrográfica. Tais experiências evidenciaram alguns benefícios em conservação do solo e da água, os quais podem ser assim enunciados: Proporciona melhoria na qualidade das ações pois há a possibilidade da unidade geográfica ser observada como um todo; Permite o melhor entendimento, tanto do posicionamento geográfico dos fatores desencadeadores de degradação ambiental, quanto ao efeito acumulado da ação de diferentes fatores; Facilita a integração da equipe técnica envolvida no planejamento e na execução do projeto de recuperação e conservação ambiental; Amplia a eficácia de redução de processos erosivos com práticas conservacionistas; Proporciona melhor qualidade de vida dos produtores rurais em função da preservação dos recursos naturais da bacia, implantação de infraestrutura de forma planejada, participação coletiva no planejamento e execução das ações concernentes as atividades econômicas que se desenvolvem na bacia, participação coletiva também na recuperação de áreas degradadas (FAVARETTO, COGO e BERTOL: 2006).

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, possibilitando a mitigação dos impactos. A bacia hidrográfica como integradora dos setores ambientais e sociais, deve ser gerida com esta função, afim de que os impactos ambientais sejam minimizados (GUERRA E CUNHA, 2000).

1.3 Análise integrada do meio físico: método e conceitos.

A análise integrada do meio físico, enquanto método de pesquisa 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 aplicação desse método, pode-se fazer uma avaliação integrada das características regionais através de um levantamento dos aspectos do meio natural que se condicionam mutuamente, com vistas a realização de um diagnóstico. Para isso, seguem-se as etapas sugeridas por Tricart (1977). Definição do quadro regional, onde se definem as características climáticas e o quadro morfoestrutural; análise morfodinâmica, na qual se faz um estudo do sistema morfogenético, dos processos atuais (a natureza, distribuição e intensidade), influência antrópica e o grau de estabilidade morfodinâmica (susceptibilidade); e por fim os recursos ecológicos e os problemas da gestão do território, onde se enfatizam as formas de uso e ocupação, as formas adequadas e inadequadas de manejo e a potencialização da ocorrência de impactos.

Dentro dessa proposta, a bacia hidrográfica é entendida como um sistema, onde ocorrem trocas de matéria e energia entre os elementos que a compõem. Um sistema é um conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxo de matéria e energia. 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.

Segundo Haigh (1985) apud Christofolletti (1999, p. 05),

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 quando desagregadas.

Para Christofolletti (1980), em um estudo de composição dos sistemas, vários aspectos importantes devem ser abordados, tais como a matéria, a energia e a estrutura. Em uma bacia hidrográfica a matéria é representada pela água e sedimentos; a energia seria a gravidade e força cinética que desencadeiam a movimentação do material; a estrutura do sistema é constituída pelos elementos e suas relações, expressando-se através do arranjo de seus componentes. No que se refere há uma bacia hidrográfica, a estrutura é composta pela geologia, relevo, solos, vegetação e drenagem.

Uma bacia hidrográfica é considerada dentro dos pressupostos da abordagem sistêmica como um sistema não-isolado aberto, pelo fato de ocorrerem constantes trocas de energia e matéria, tanto recebendo como perdendo (CHRISTOFOLLETTI, 1999). Para Chorley (1962) apud Coelho Netto (2001), uma bacia de drenagem constitui um exemplo típico de sistema aberto na medida em que recebe impulsos energéticos das forças climáticas atuantes sobre sua área e das forças tectônicas subjacentes, e perde energia por meio da água, dos sedimentos e dos solúveis exportados pela bacia no seu ponto de saída.

Segundo Gregory (1992), os sistemas abertos são definidos como os que precisam de um suprimento de energia para sua manutenção e preservação, e são mantidos em condições de equilíbrio pelo constante suprimento e remoção de matéria e energia.

Ross (2006) enfatiza 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.

Para um estudo de análise integrada do meio físico, com vistas a se avaliar a suscetibilidade e o potencial a erosão laminar, em uma bacia hidrográfica, considera-se pertinente trabalhar com os conceitos de solo, erodibilidade, erosão e erosão laminar, como eixos norteadores da pesquisa.

1.3.1 Solo e erodibilidade

O solo é o resultado do processo de desagregação das rochas e constitui o manto de intemperismo da superfície terrestre. É um corpo natural de constituintes minerais e orgânicos, diferenciados em horizontes, de profundidade variável, que difere da estrutura rochosa em forma e características físicas, biológicas e químicas (FONSECA, 1999).

Para Bigarella, Becker e Passos (2007) o solo é a parte do manto de intemperismo que sofreu decomposição e modificação intensas, tornando-o capaz de comportar o desenvolvimento de vegetais superiores, e é constituído direta ou indiretamente de produtos de intemperização das rochas.

É um material mineral e/ou orgânico inconsolidado, poroso, finamente granuloso, com natureza e propriedades particulares, herdados da interação de processos pedogenéticos com fatores ambientais envolvendo as variáveis: material de origem, clima, organismos vivos, relevo e tempo. Desse modo, os solos são capazes de dar sustento a vida de vegetais terrestres superiores (BIGARELLA, BECKER e PASSOS, 2007, p. 455).

De acordo com Vidal-Torrado, Lepsch e Castro (2005), o solo é entendido como a delgada camada mais superficial da litosfera que é responsável pela maior parte das formas de vida de nosso planeta, constituindo ainda, matéria-prima para produção de muitos bens e suporte às construções e dejetos urbanos.

Fatores como material de origem, clima, organismos vivos, relevo e tempo, determinam a formação e as características do solo, e todo este processo demanda muito tempo. “Estudos recentes indicam que, em solos não cultivados (virgens), necessita-se de 300 a 1000 anos para a formação de 2,5 centímetros de solo superficial” (FAVARETTO, COGO E BERTOL, 2006, p. 277).

O relevo desempenha um papel importante na formação dos solos, pois suas formas podem influenciar diretamente nos totais de água que escoam superficialmente, ou que percolam internamente no solo, provocando assim a evolução do solo *in situ*, ou transportando-o para se desenvolver em outro local.

O papel do relevo na formação dos solos refere-se, principalmente, ao comportamento da água das chuvas que em parte se infiltra, em parte esco superficialmente. Nas vertentes muito íngremes a erosão superficial pode carrear o material intemperizado tão logo este seja formado. Nelas a drenagem é rápida e os solos apresentam-se mais secos do que aqueles das regiões mais planas. O material carreado das vertentes íngremes são transportados para as regiões mais planas a jusante, onde se acumulam juntamente com a matéria orgânica (BIGARELLA; BECKER & PASSOS, 2006, p. 464).

As características físicas, químicas e biológicas do solo é que vão determinar o seu grau de 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.

Guerra e Guerra (2001, p. 229) definem a erodibilidade como sendo “...a suscetibilidade que os solos têm de ser erodidos.” Ainda segundo estes autores 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 fatores que também determinam o grau de erodibilidade dos solos.

O domínio das frações areia fina e silte favorece uma maior erodibilidade, enquanto elevados percentuais de areia grossa permitem uma maior permeabilidade e, portanto menor erodibilidade. De um modo geral, os solos que apresentam percentuais elevados de argila possuem uma boa coesão e uma apreciável estabilidade estrutural (MAFRA, 1999, p. 302).

A textura e o teor de matéria orgânica são características que atuam na estabilização dos agregados, aumentando a resistência aos processos erosivos. Os solos argilosos são mais difíceis de serem desagregados, mas depois de desagregados são mais fáceis de serem transportados. Já os solos arenosos são mais fáceis de serem desagregados. Os solos com teor de matéria orgânica elevados também são mais resistentes à erosão (FAVARETTO, COGO e BERTOL, 2006). A matéria orgânica influi na estruturação do solo, proporcionando-lhe boa aeração, facilitando as operações de preparo do solo, controlando as perdas por erosão (BIGARELLA, BECKER e PASSOS, 2007).

Segundo Guerra (2001, p. 188):

A erosão do topo do solo (topsoil) significa a perda do horizonte A, que contem a maior parte dos nutrientes utilizados pelas plantas, a maioria da matéria orgânica existente nos solos e, além disso, a melhor estrutura para o desenvolvimento das raízes.

Com a eliminação da cobertura vegetal tem-se uma menor proteção do solo e um menor aporte da matéria orgânica, que dá estabilidade aos agregados. Com o uso intensivo como o superpastoreio, por exemplo, há uma mineralização da matéria orgânica e a compactação do solo por pisoteio dos animais. Tudo isso vai causar uma degradação da estrutura do solo, implicando em menor infiltração e maior escoamento acarretando a ocorrência de erosões. Com isso há uma diminuição da biomassa e a necessidade de se corrigir o solo com implementos agrícolas (MAFRA, 1999).

A vegetação representa um fator importante de proteção do solo, porque reduz os efeitos das gotas da chuva e do escoamento superficial, permitindo assim uma melhor estruturação do solo para a manutenção da matéria orgânica, aumentando assim a resistência do solo à erosão. A vegetação ainda permite uma infiltração maior, reduzindo o escoamento superficial e o conseqüente transporte de sedimentos.

1.3.2 Erosão

O termo erosão originou-se da expressão latina *erodere*, que significa escavar. Amplamente utilizado nos estudos de geografia, geologia, agronomia, geomorfologia e pedologia o termo erosão é conceituado como sendo a remoção de partículas do solo por ação de agentes como vento, gelo e água, e pode ocorrer de forma natural ou acelerada. O processo de erosão acelerada ocorre em função do uso e manejo inadequado das terras (SALOMÃO, 1999).

Em países com regime de chuvas tropicais como o Brasil, a precipitação é o principal fator indutor de processos erosivos. As gotas da chuva ao atingirem o solo descoberto, desencadeiam o início do processo de erosão que neste estágio é denominado de *Splash erosion*, ou erosão por salpicamento. Neste estágio as gotas da chuva rompem os agregados, reduzindo-os em partículas menores, tornando-os facilmente transportáveis pelo escoamento superficial. Fatores como o teor de matéria orgânica, textura, densidade aparente, porosidade e estrutura do solo, bem como a forma das encostas, cobertura vegetal, erosividade da chuva e uso e manejo da terra influenciarão também na ruptura dos agregados (GUERRA, 1999 e 2001).

Dependendo da forma como ocorre o escoamento superficial em um vertente, e a conseqüente remoção e transporte de partículas do solo, podem-se deflagrar dois tipos de erosão: a linear e a laminar. A erosão linear é resultado da concentração do escoamento superficial, formando linhas de fluxo, induzindo a formação de sulcos no solo. Dependendo da largura e profundidade destas perfurações, a erosão linear pode ser classificada em sulcos,

ravinas ou voçorocas (SALOMÃO, 1999). Por ser objeto de estudo desta pesquisa, a erosão laminar será discutida de forma mais aprofundada no tópico seguinte.

1.3.2.1 Erosão laminar

A erosão laminar é um tipo de erosão acelerada que ocorre em menor ou maior intensidade no solo dependendo de fatores como erosividade, erodibilidade, cobertura vegetal ou tipo de uso da terra e características das encostas. Este tipo de degradação no solo comumente é deflagrado em extensas áreas rurais onde a vegetação é substituída por agricultura e/ou pastagem, ou em solos que são regularmente revolvidos para o plantio. Estes solos expostos à precipitação são removidos por salpicamento pelas gotas da chuva, *splash erosion*, e o transporte dos sedimentos é feito de forma completa ou parcialmente homogênea por um escoamento superficial em formato de lamina sobre o solo.

Para DAEE (1989), apud Almeida Filho (2004), a erosão laminar é causada pelo escoamento em lençol superficial difuso, que retira a camada superficial do solo de maneira quase homogênea, lateralmente ou em pequenos filetes. E, segundo Infanti Jr. e Fornasari Filho (1998) e Salomão (1999), a erosão laminar é resultado do escoamento difuso das águas das chuvas que promove a remoção progressiva e relativamente uniforme dos horizontes superficiais do solo.

Este tipo de erosão é difícil de ser percebida por não formar sulcos e/ou perfurações no solo, porém é evidenciada por tonalidades mais claras do solo em função da retirada superficial que é mais escura pela presença de matéria orgânica, observa-se também o abaixamento da cota do terreno com a exposição de raízes e queda da produtividade agrícola. Para Lepsch (1977) apud Mafra (1999), a natureza lenta e insidiosa da erosão laminar faz com que o desgaste seja praticamente imperceptível e, por essa razão, pouco considerado pelos usuários da terra.

A erosão laminar também é conhecida como erosão em lençol e erosão entre sulcos, sendo que a última denominação é mais utilizada entre os agrônomos. Segundo Guerra (2001), o termo erosão em lençol se dá pelo fato do escoamento superficial que dá origem a esse tipo de erosão se distribuir pela encosta de forma dispersa, não se concentrando em canais.

O termo erosão entre sulcos é proposto por Favaretto, Cogo e Bertol (2006), engenheiros agrônomos que consideram o termo erosão entre sulcos, mais apropriado para o que comumente se chama como erosão laminar. Segundo estes autores o impacto das gotas de

chuva é que é o agente erosivo e não o escoamento em lençol que terá a tarefa de transportar os sedimentos já removidos.

Lepsch (2002) define erosão laminar como uma uniforme remoção de uma delgada camada superior de todo o terreno, o autor também utiliza a expressão “lavagem superficial” para denominar o processo.

CAPÍTULO II: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Como etapa inicial da pesquisa, e também concomitante às outras etapas, foi realizada uma revisão bibliográfica para o levantamento teórico sobre bacia hidrográfica, análise integrada e os conceitos anteriormente discutidos que foram utilizados como embasamento teórico da pesquisa. Procedeu-se também uma caracterização do meio físico considerando os aspectos: clima, geologia, geomorfologia, vegetação e solos e um levantamento dos usos que se desenvolvem na bacia como os principais tipos de cultivo, práticas agrícolas e ocupação urbana. A seguir são apresentados os procedimentos para obtenção dos dados, elaboração dos mapas temáticos e aplicação do modelo de previsão.

2.1 Clima

Os dados climáticos foram obtidos no sítio do Sistema de Meteorologia e Hidrologia do Estado de Goiás, vinculado à Secretaria de Ciências e Tecnologia. No sítio estão disponíveis informações dos municípios de Goiânia e Anápolis, não contendo informações dos demais municípios que compõem a bacia. Foram levantados os índices pluviométricos e médias de temperatura do período de 1977 a 2001. Para a fundamentação teórica baseou-se em Campos et al. (2002), Nascimento (2002) e Assad, Assad e Evangelista (1994).

2.2 Geologia e Solos

O mapa geológico foi compilado a partir das cartas geológicas de Goiânia, Nerópolis, Leopoldo de Bulhões e Anápolis da Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM, 1993 e 1994), em escala 1/100.000. As cartas foram georreferenciadas e digitalizadas.

Para a elaboração do mapa de solos, utilizou-se a base de solos de Goiânia e Entorno em escala de 1:150.000 elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1994), disponibilizada no sítio do SIEG (Sistema de Informações Estatísticas e Geográficas do Estado de Goiás). Essas informações foram complementadas pelos dados de declividade e trabalhos de campo.

2.3 Geomorfologia

Para a caracterização dos aspectos morfológicos da bacia, basearam-se nos trabalhos de Goiás (2006) e Nascimento (1992, 2002).

Os aspectos morfométricos da área de estudo como a hipsometria e declividades, foram definidos a partir do modelo digital do terreno do SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission), com resolução de 30 metros, desenvolvido pela NASA (National Aeronautics and Space Administration). 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

A caracterização das fisionomias do bioma Cerrado encontradas na área de estudo foi feita com base nos levantamentos feitos pelo IBGE (1994) disponíveis no sítio do SIEG-GO. Foram identificadas na área as formações florestais (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão) e formações savânicas (Cerrado sentido restrito e Campo Sujo). A descrição teórica dessas fisionomias foi feita com base em Ribeiro e Walter (1998).

2.5 Uso da terra

Foram levantados no sítio da Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação – SEPIN, da Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento do Estado de Goiás – SEPLAN os principais tipos de cultivos que são desenvolvidos nos municípios que formam a bacia, essas informações estão disponibilizadas em hectare plantado e datam de 2008.

O mapa de uso da terra foi elaborado a partir das imagens do satélite CBERS HRC 2B, de maio de 2009. Estas imagens estão disponíveis no sítio do INPE (Instituto de Nacional de Pesquisas Espaciais). No *software* ENVI 4.3 procedeu-se o georreferenciamento e o mosaico das imagens. Em seguida, importou-se a imagem para o *software* ArcGis 9.2, onde foi realizada a vetorização e a classificação supervisionada da imagem. Foram definidas 4 classes: agricultura, pastagem, vegetação e área urbana.

A seguir, uma descrição do que foi considerado como cobertura e uso para cada uma das classes.

Agricultura: cobertura vegetal de baixo e médio porte, com intensa atividade antrópica, onde se englobam as culturas anuais, ou seja, de ciclo curto;

Pastagem: cobertura vegetal de baixo e médio porte, com intensa atividade antrópica, engloba as áreas onde só ocorre capim braquiária e áreas onde são mescladas pastagens e resquícios de vegetação remanescentes de Cerrado;

Vegetação: cobertura vegetal de porte alto e médio, onde se inserem áreas de Cerrado preservadas, como Mata Seca, Mata de Galeria, Mata Ciliar, Cerrado sentido restrito e Cerradão e áreas de agricultura perene e silvicultura, como Plantação de eucalipto, laranja, banana, manga e outros, coberturas não distinguíveis e por isso foram inseridas em vegetação.

Área urbana: nesta classe foram inseridas todas as áreas com indícios de infraestrutura urbana, incluindo áreas com estrutura urbana consolidada e não consolidada.

2.6 Aplicação do modelo de previsão a erosão laminar

Essa abordagem é de cunho qualitativo e visa espacializar as fragilidades do solo a erosão laminar em uma bacia hidrográfica. A metodologia utilizada tem caráter de medida preventiva, com o objetivo de prevenir o uso inadequado do solo e o desencadeamento de processos erosivos acelerados. Esta proposta foi elaborada por Salomão (1992) e adotada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (1992), sendo que os procedimentos adotados nesta pesquisa foram os rerepresentados por Salomão em 1999. Na aplicação da proposta baseou-se também no trabalho de Macedo, Souza e Campagnoli (2006), que aplicaram a mesma metodologia na bacia hidrográfica do Rio Indaiá, no interior do estado de Minas Gerais.

1ª ETAPA: definição das classes de erodibilidade.

As classes de erodibilidade foram definidas a partir do tipo e textura dos solos que foram identificados na bacia. Basearam-se também nas classificações feitas por Salomão (1999) e Macedo, Souza e Compagnoli (2006). Foram definidas quatro classes de erodibilidade: Alta, Média, Baixa e Nula, como pode ser observado no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1: Classes de erodibilidade dos solos da bacia do Ribeirão Sozinha

Classes de erodibilidade	Classes de Solos
1. Alta	Cambissolos e Neossolos Litólicos
2. Média	Argissolos Vermelho e Vermelho-Amarelo e Latossolos Vermelho de textura arenosa/média
3. Baixa	Latossolos Vermelho de textura média e argilosa e Plintossolos Pétricos
4. Nula	Gleissolos

Após a definição das classes foi elaborado um mapa de erodibilidade em escala de 1/100.000.

2ª ETAPA: definição das classes de suscetibilidade a erosão.

Foram utilizadas as classes de suscetibilidade à erosão laminar propostas por Salomão (1999), que foram compatibilizadas com as classes de capacidade de uso propostas por Lepsch (2002).

Classes de suscetibilidade a erosão laminar (SALOMÃO, 1999):

- CLASSE I: EXTREMAMENTE SUSCETÍVEL;
- CLASSE II: MUITO SUSCETÍVEL;
- CLASSE III: MODERADAMENTE SUSCETÍVEL;
- CLASSE IV: POUCO SUSCETÍVEL;
- CLASSE V: POUCO A NÃO SUSCETÍVEL.

O quadro de suscetibilidade a erosão laminar da bacia do Ribeirão Sozinha, foi definido a partir do cruzamento matricial, relacionando as quatro classes de erodibilidade (Quadro 1) com as seis classes de declividade. Para facilitar a definição das classes de suscetibilidade, foram associadas às classes de declividade, graus de fragilidade (Quadro 2). Os graus de fragilidade variam de *Muito Baixo ou Nulo* a *Muito Alto*, e são baseados somente nos parâmetros de declividade.

Quadro 2: Grau de fragilidade por classe de declividade

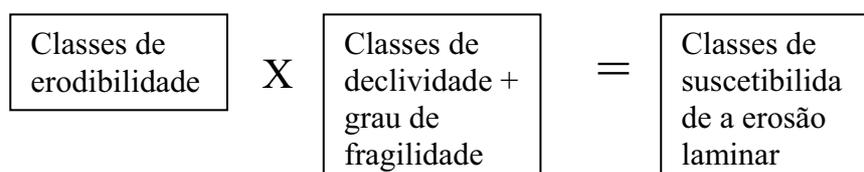
Classes de declividade	Graus de fragilidade
0% a 3 %	Muito Baixo ou Nulo
3,1% a 8 %	Muito Baixo
8,1% a 12 %	Baixo
12,1% a 20 %	Médio
20,1% a 45 %	Alto
> 45 %	Muito alto

As classes de suscetibilidade a erosão laminar propostas por Salomão (1999), e citadas anteriormente, varia de *extremamente suscetível* a *pouco a não suscetível*. Para a avaliação da área de estudo, utilizou essas mesmas classes, e procedeu-se da seguinte forma:

Exemplo:

- Os Cambissolos e Neossolos Litólicos considerados com erodibilidade *1. Alta* (Quadro 1), em declividades maior que 45%, que representa um grau de fragilidade *Alto* (Quadro 2) se enquadrou na classe de suscetibilidade a erosão (I), que é *EXTREMAMENTE SUSCETÍVEL* a erosão laminar.

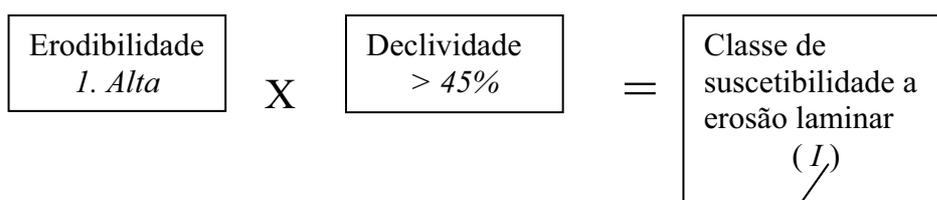
A seguir, esquema exemplificando o procedimento para obtenção das classes de suscetibilidade a erosão e o Quadro 3 que apresenta o resultado de todos os cruzamentos realizados:



Quadro 3: classes de suscetibilidade a erosão laminar da bacia do Ribeirão Sozinha por meio da relação erodibilidade \times declividade.

Erodibilidade	Declividade (%)					
	> 45	20, 1 a 45	12,1 a 20	8,1 a 12	3,1 a 8	0 a 3
1. Alta	I	I	I	II	II	III
2. Média	I	II	II	II	III	III
3. Baixa	II	III	III	III	IV	IV
4. Nula	Não ocorre	III	IV	IV	V	V

A seguir, o cruzamento realizado para obtenção do primeiro resultado do quadro, e a forma como se procedeu para obter os demais resultados:



Erodibilidade	Declividade (%)					
	> 45	20, 1 a 45	12,1 a 20	8,1 a 12	3,1 a 8	0 a 3
1. Alta	I	I	I	II	II	III
2. Média	I	II	II	II	III	III
3. Baixa	II	III	III	III	IV	IV
4. Nula	Não ocorre	III	IV	IV	V	V

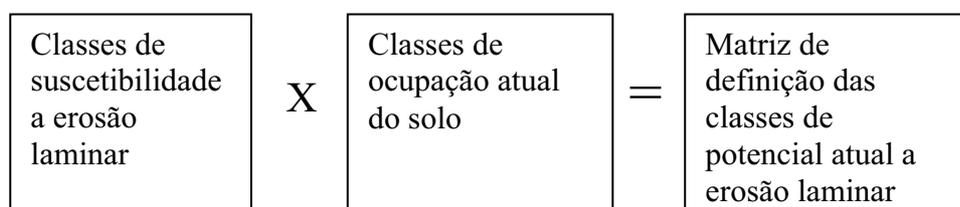
Após a definição das classes de suscetibilidade a erosão laminar, foi elaborado um mapa de espacialização das classes, através do cruzamento do mapa de declividades com o mapa de erodibilidade do solo, em escala de 1/100.000.

3ª ETAPA: elaboração da matriz de definição das classes de potencial atual a erosão laminar.

Para a elaboração da matriz de definição das classes de potencial atual à erosão laminar (Quadro 4), cruzaram-se as classes de suscetibilidade a erosão laminar com as classes

de uso e ocupação atual da Bacia do Ribeirão Sozinha. Nesta etapa considera-se a influência da ação antrópica para se definir o potencial.

A seguir, esquema exemplificando o procedimento realizado para obtenção da matriz de definição das classes de potencial atual a erosão laminar:



Classes de potencial atual a erosão laminar da bacia do Ribeirão Sozinha e compatibilidade de uso:

Classe I: alto potencial – uso atual da terra incompatível com a susceptibilidade à erosão laminar:

Classe II: médio potencial – uso atual da terra incompatível com a susceptibilidade à erosão laminar, possível de ser controlada com práticas conservacionistas adequadas;

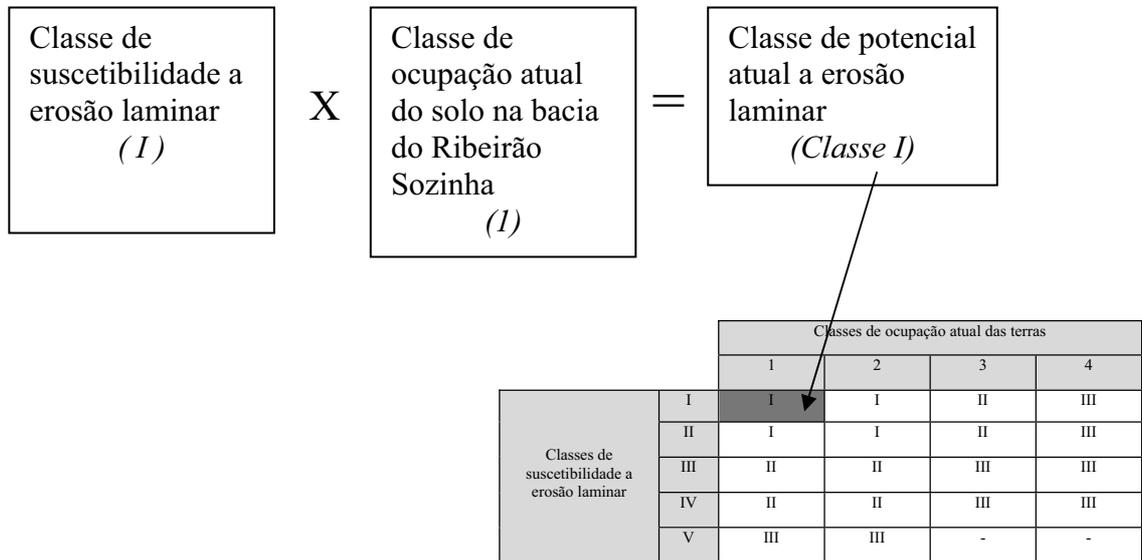
Classe III: baixo potencial – uso atual da terra compatível com a susceptibilidade à erosão lamina.

Quadro 4: Matriz de definição das classes de potencial atual à erosão laminar da bacia do Ribeirão Sozinha.

		Classes de ocupação atual das terras			
		1	2	3	4
Classes de susceptibilidade a erosão laminar	I	I	I	II	III
	II	I	I	II	III
	III	II	II	III	III
	IV	II	II	III	III
	V	III	III	-	-

Para se chegar à matriz de definição das classes de potencial atual a erosão laminar, procedeu-se da seguinte forma: uma área considerada *EXTREMAMENTE SUSCETÍVEL* (classe – I de susceptibilidade a erosão laminar), como por exemplo, os Cambissolos e os Neossolos Litólicos com declividades entre 20,1% a 45%, em uma classe de uso como agricultura (1), se configuraria como uma classe de ocupação atual com *ALTO POTENCIAL* a erosão laminar (classe – I, Quadro 4), onde o uso atual do solo é incompatível com a fragilidade que o mesmo representa a este tipo de erosão.

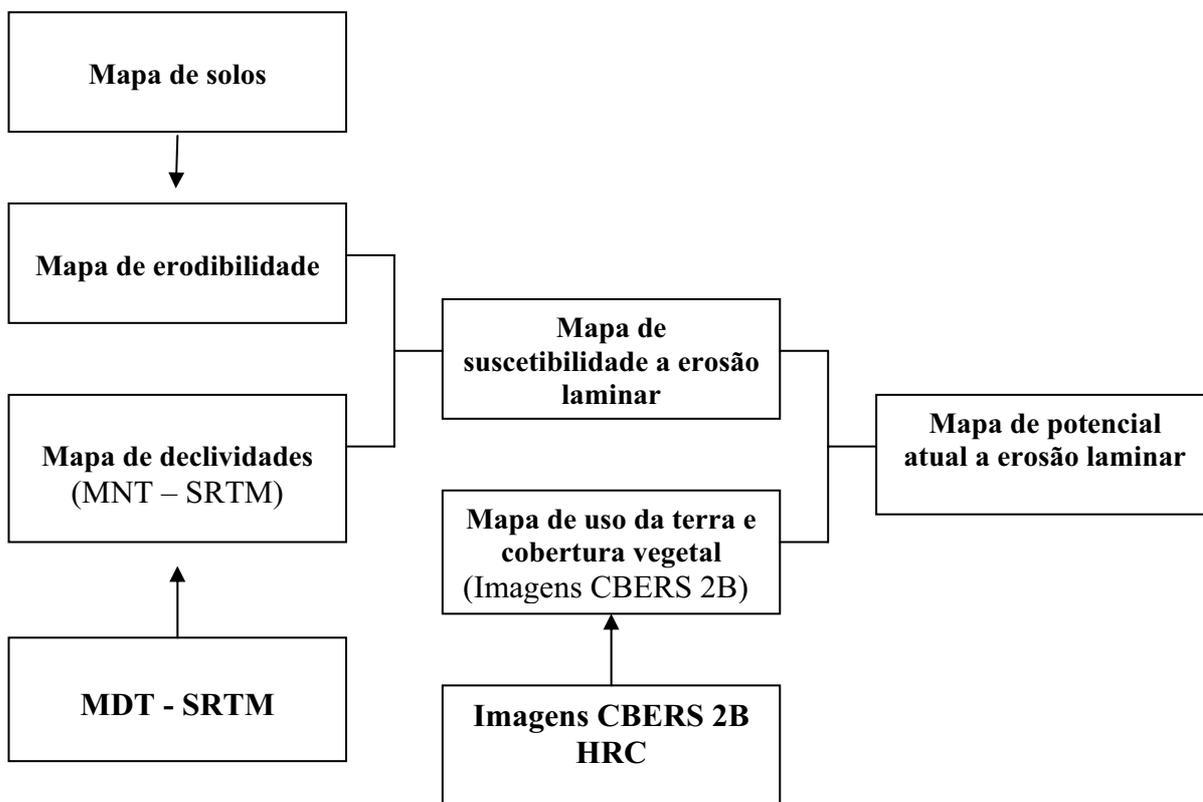
A seguir, o cruzamento realizado para obtenção do primeiro resultado da quadro, e a forma como se procedeu para obter os demais resultados:



Após a elaboração da matriz de definição das classes de potencial atual a erosão laminar, foi elaborado um mapa de espacialização das classes, em escala 1/100.000. Este mapa foi elaborado a partir do cruzamento do mapa de suscetibilidade a erosão laminar com o mapa de uso da terra.

Todos os mapas foram elaborados em ambiente *ArcGis* 9.2, numa escala de 1:100.000 e a drenagem utilizada foi digitalizada sobre Imagem CBERS 2B HRC. A seguir, fluxograma exemplificando como se procederam os cruzamentos de dados, para obtenção dos mapas finais de suscetibilidade e de potencial atual a erosão laminar.

FLUXOGRAMA DE GERAÇÃO DOS MAPAS



2.7 Visitas de campo

Nos trabalhos de campo foram percorridas as principais rodovias e estradas vicinais que cortam a área da bacia. A BR 060, que liga Anápolis a Goiânia, no trecho que está no município de Goianápolis e que compreende o limite noroeste da bacia; a GO 415, que liga a BR 060 a GO 010 passando pelos municípios de Goianápolis e Senador Canedo; a GO 010, que corta a bacia no sentido Leste-Oeste, ligando a cidade Bonfinópolis à Goiânia. GO 537 e GO 403, nos municípios de Senador Canedo e Caldazinha. Foram percorridas também estradas vicinais nos trechos que ligam Goianápolis à Vila São Vicente (Anápolis); Goianápolis a Bonfinópolis e Bonfinópolis a Caldazinha e outros trechos onde foi possível o acesso de veículo.

Durante as visitas de campo foram observados os diversos tipos e uso da bacia, vegetação remanescente de Cerrado, perfis de solo expostos em barrancos de estradas e em áreas de empréstimo e áreas de afloramentos de rochas. Essas observações de campo serviram para convalidar as informações de geologia, solos, vegetação, tipos de uso da terra, as

ocorrências de erosão laminar e outros tipos de impactos no solo. Os trabalhos foram realizados nos meses de agosto e dezembro de 2008; março, agosto e dezembro de 2009 e janeiro de 2010.

CAPÍTULO III: CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E USO DA TERRA

Caracterizar o meio físico é descrever as características físicas e bióticas de um determinado ambiente. Como esta proposta de trabalho está embasada nos pressupostos de uma análise integrada, é de fundamental importância proceder a uma caracterização de cada componente que compõe o sistema, para que se possa entender a sua dinâmica. Outro fator importante é compreender como se dá a atuação antrópica sobre esses elementos do sistema. Para isso, torna-se necessário, fazer uma descrição de como se dá a apropriação dos recursos da natureza pelo homem, em um determinado espaço. Os termos mais utilizados para denominar este processo são “uso e ocupação do solo” ou “uso e ocupação da terra”. Neste trabalho convencionou-se utilizar uso e ocupação da terra, ou simplesmente “uso da terra”.

Este capítulo se destina a apresentar as características do meio físico da bacia do Ribeirão Sozinha, como o clima, a geologia, a geomorfologia, a cobertura vegetal e os tipos de solo, e onde também é feito uma descrição dos usos da terra e a identificação e análise de alguns pontos de degradação do solo na área de estudo.

3.1 Clima

A bacia hidrográfica do Ribeirão Sozinha está inserida no domínio morfoclimático dos Cerrados que, segundo Ab'Saber (1977) apud Nascimento (2002), situa-se nos planaltos centrais do Brasil onde imperam os climas tropicais subúmidos, com duas estações, uma seca outra chuvosa. Alho e Martins (1995) apud Nascimento (2002) caracterizam o clima dos cerrados como tropical estacional, com precipitação média anual de 1.500 mm de chuva e mais de 90% dessa precipitação ocorre nos meses de outubro a março, enfatizando uma característica do clima dessa região que é a existência de uma estação seca e outra chuvosa.

As características climáticas da região dos cerrados são influenciadas no verão pela massa de ar equatorial continental que é quente e úmida, provocando altos índices de precipitação. No inverno atuam as massas tropical atlântica e polar atlântica, que provocam queda na temperatura e a instalação do período seco (NIMER, 1988 apud NASCIMENTO, 2002).

De acordo com dados levantados junto ao Sistema de Meteorologia e Hidrologia da Secretaria de Ciências e Tecnologia do Estado de Goiás, com estação meteorológica sediada na cidade de Goiânia, um dos municípios que compõe a bacia, a média de precipitações no período de 1977 a 2001 na região ultrapassou 1500 milímetros, sendo que os meses que

apresentaram os maiores índices foram Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro e Março. A média da temperatura nesse mesmo período variou de 29°C a 33°C, para as máximas, e 14°C a 20°, para as mínimas.

O Sistema de Meteorologia e Hidrologia também fez um levantamento dos índices de precipitação e temperatura máxima média do município de Goiânia em nove anos, 2000 a 2008, e de Anápolis em cinco anos, 2004 a 2008 (Figuras 2 e 3), nos quais se pode observar uma característica que é própria de clima tropical subúmido: concentração dos mais altos índices de precipitação de novembro a março, superando os 200mm de chuva para cada mês, e as médias máximas de temperatura tendo suas maiores altas em setembro, com médias que ultrapassam os 31°C, e as mais baixas no mês de junho, com médias máximas em torno de 28°C.

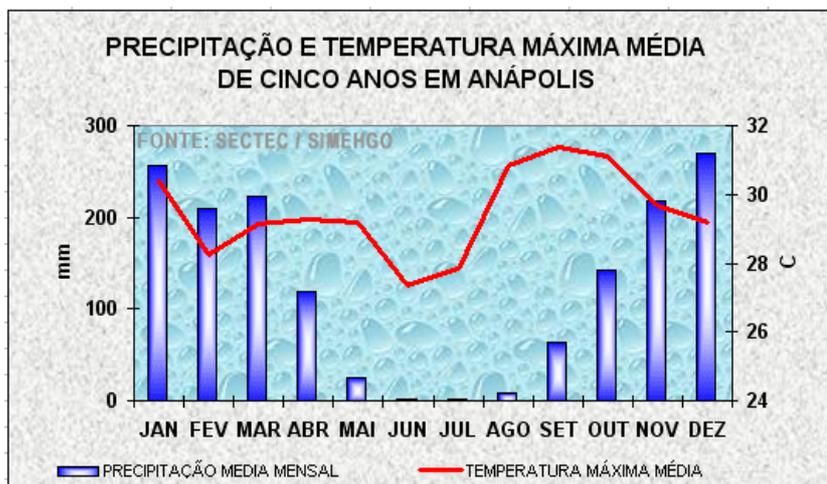


Figura 2: Precipitação e temperatura máxima média de cinco anos em Anápolis –GO.
Fonte: <http://www.simego.sectec.go.gov.br/clima/index.php>

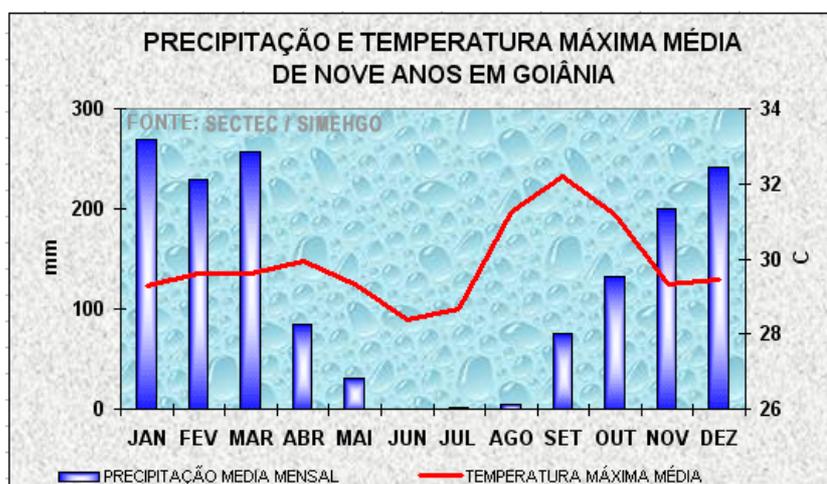


Figura 3: Precipitação e temperatura máxima média de nove anos em Goiânia –GO.
Fonte: <http://www.simego.sectec.go.gov.br/clima/index.php>

Além da concentração das chuvas em determinado período do ano, na região dos Cerrados também ocorrem as chamadas chuvas extremas, que podem atingir 30mm por hora. Essas chuvas são consideradas de alta intensidade e são potencializadoras de processos erosivos (ASSAD, ASSAD e EVANGELISTA, 1994).

Campos et. al. (2002) regionalizam o estado de Goiás em cinco compartimentos térmicos e a bacia do Ribeirão Sozinha está inserida no Compartimento Térmico Centro-Leste, que apresenta temperaturas médias mensais entre 20°C e 24°C, sendo essas variações relacionadas à topografia (média de 900 m) e a atuação das frentes frias.

3.2 Geologia

As principais unidades estratigráficas identificadas na área de estudo são o Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu e o Grupo Araxá Sul de Goiás. O complexo Granulítico Anápolis-Itauçu está em contato tectônico, marcado por extensas zonas de cisalhamento transcorrentes contracionais, com o grupo Araxá Sul de Goiás. Em menores proporções, também foram identificadas Coberturas Detrito-Lateríticas e a Unidade Metassedimentar mista da Sequência Metavulcanosedimentar de Silvânia. Essas unidades podem ser visualizadas na Figura 4. A seguir, tem-se uma descrição baseada nas cartas geológicas da CPRM (1992, 1993) e nos estudos de Moraes (2004) e Moreira et al. (2004).

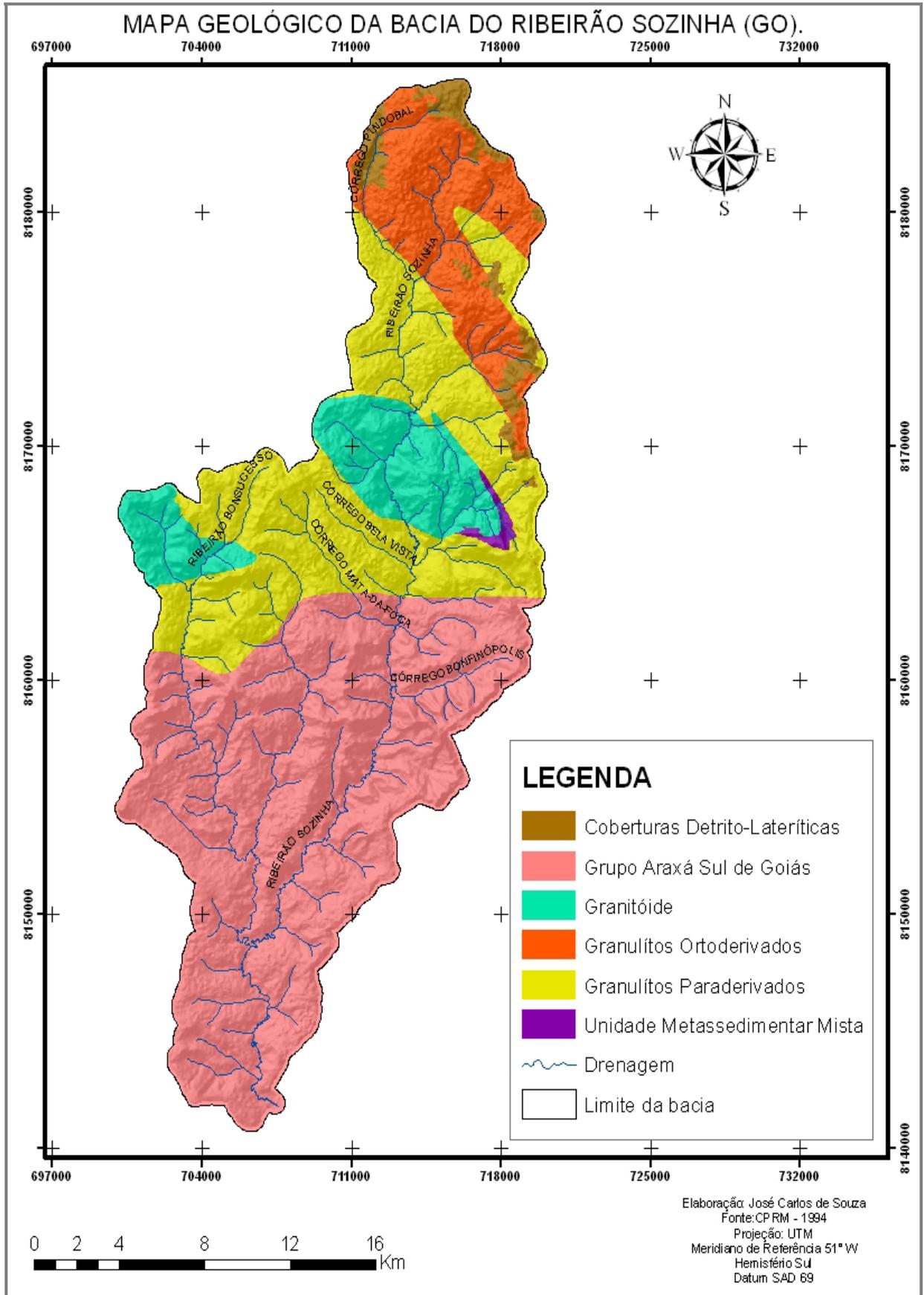


Figura 4: Mapa Geológico da Bacia do Ribeirão Sozinha, GO.

3.2.1 Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu

O Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu é uma unidade litoestratigráfica composta por rochas granulíticas datadas do Arqueano e Proterozóico. Compõe a parte centro-norte da bacia, e é formado por um conjunto de rochas metamórficas e vulcânicas subdivididas em dois grupos, os granulitos ortoderivados e os granulitos paraderivados.

Os granulitos ortoderivados são rochas de origem vulcânica, predominantemente máficas como os charnockitos, enderbitos e charnoenderbitos e rochas básicas e ultrabásicas como os metagabros, metanoritos, metaperidotitos, metapiroxenitos e outras. Os granulitos paraderivados são representados por rochas félsicas numa Associação de Supracrustais Granulitizadas, como os gnaisses sílico-aluminosos e quartzo-feldspáticos, granada-gnaisses e granada quartzitos. Nesta unidade também ocorrem os granitóides.

3.2.2 Grupo Araxá Sul de Goiás

Na parte Sul da bacia estão as formações do Grupo Araxá Sul de Goiás, Unidade B, datadas do Proterozóico Médio. Essa unidade estratigráfica é formada por rochas metassedimentares, compostas principalmente por quartzitos, xistos, filitos, anfíbolitos, gnaisses, granadas, ortognaisses, migmatitos, metacalcário e outras.

Nesta unidade também ocorrem sedimentos tipo turbiditos e rochas vulcânicas, os quais foram submetidos a metamorfismos em condições que variam da fácies xisto verde a anfíbolito, e que foram intrudidos por grande quantidade de granitos.

3.2.3 Unidade Metassedimentar Mista

A Sequência Metavulcanossedimentar de Silvânia ocorre em estreita faixa descontínua e alongada do nordeste de Anápolis até próximo de Orizona, suas exposições são raras devido ao intemperismo. Na bacia do Ribeirão Sozinha ela ocorre em uma estreita faixa no centro-leste da bacia, bordejando uma estrutura oval de granitóide. Constitui uma unidade metassedimentar mista datada do Proterozóico Inferior, onde são encontradas rochas metavulcânicas (granada anfíbolito, epidoto anfíbolito, metabasaltos, metandesitos, quartzo andesitos e outros) e metassedimentares (granada xistos, quartzitos granadíferos, filito carbonoso, muscovita e outros).

3.2.4 Coberturas Detrito-Lateríticas

As Coberturas Detrito-Lateríticas são formações que se desenvolveram em zonas de interflúvios, capeando as superfícies de aplainamento. Compreendem sedimentos aluviais ou coluviais que formam uma carapaça ferruginosa. Essas formações datam do período Terciário-Quaternário e constituem coberturas detrito-arenosas com formação de Latossolos, com ou sem desenvolvimento de crostas lateríticas. Na bacia do Ribeirão Sozinha, essas crostas lateríticas se desenvolveram nos interflúvios planos encontrados no Norte e Nordeste da bacia, onde predominam altitudes superiores a 900m.

3.3 Geomorfologia

Para Casseti (2001) a geomorfologia é a ciência que tem como objetivo analisar as formas do relevo, buscando compreender as relações processuais pretéritas e atuais. Esta análise deve partir do princípio de que tanto os fatores endógenos como os exógenos são forças “vivas”, cujas evidências demonstram grandes transformações ao longo do tempo geológico. Este autor ainda evidencia que é necessário o entendimento de que o relevo terrestre não foi sempre o mesmo e que continuará evoluindo.

Entender a geomorfologia de uma área é uma premissa para se analisar as fragilidades do meio físico. Para este estudo, procedeu-se uma caracterização dos aspectos morfológicos e morfométricos da bacia. Nos aspectos morfológicos foi feita uma descrição das formas de relevo da bacia com base nos estudos feitos por Goiás (2006) e Nascimento (1992, 2002). Nos aspectos morfométricos foi feito um levantamento das cotas de altitude, através da hipsometria, e das classes de declividade do relevo, tendo como fonte o SRTM-2009.

3.3.1 Aspectos morfológicos

Em uma classificação genética, todo o relevo da bacia se insere nas Superfícies Regionais de Aplainamento (IIA e IIIA) associadas a um sistema denudacional (GOIÁS, 2006). No que se refere às altitudes, a bacia pode ser compartimentada em duas áreas distintas: o alto e médio cursos são formados pela Superfície Regional de Aplainamento (IIA), com cotas entre 900m a 1158m e desenvolvem-se sobre as formações Proterozóicas, formadas

pelas rochas do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu. Há a ocorrência de morros e colinas com forte controle estrutural e dissecação muito forte.

No baixo curso ocorre a Superfície Regional de Aplainamento (IIIA), com cotas entre 600 e 800 metros. Com padrão de dissecação médio, desenvolve-se sobre o Grupo Araxá Sul de Goiás, onde ocorrem crostas lateríticas, colúvios nas vertentes dos vales e áreas de sedimentação restrita onde se acumulam sedimentos aluviais.

Em outra metodologia de definição das características morfológicas do estado de Goiás, elaborada por Nascimento (1992), baseada na semelhança das formas de relevo, na altimetria relativa e nas características genéticas, a bacia do Ribeirão Sozinha está localizada na grande unidade geomorfológica do Planalto Central Goiano, dividida em duas subunidades, o Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba e o Planalto Rebaixado de Goiânia (Figura 5).

Estes planaltos foram elaborados em sucessivas fases erosivas durante o Período Cenozóico, surgindo assim extensas áreas originadas por processo de pediplanação que exibem formas de relevo conservadas ou dissecadas (BRASIL e ALVARENGA, 1988 apud NASCIMENTO, 2002).

O Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba compõe a parte centro-norte da bacia, é formado por relevos elevados com cotas que variam de 1000m a 1200m, com topos truncados e superfícies elevadas onde se localizam os municípios de Anápolis e Leopoldo de Bulhões. Essas áreas foram niveladas por ação de processos erosivos mecânicos em condições climáticas muito severas que condicionaram o processo de pediplanação datado do Terciário Médio (NASCIMENTO, 1992).

O Planalto Rebaixado de Goiânia, que compõe a parte sul da bacia, possui cotas que variam de 650m a 850m e constitui-se como um planalto rebaixado e dissecado esculpido em litologias pré-cambrianas, como os micaxistos e quartzitos do grupo Araxá, apresentando relevos predominantemente tabulares. O processo de pediplanação dessas áreas data do Neopleistoceno (NASCIMENTO, 1992).

3.3.2 Aspectos morfométricos

O mapa hipsométrico da bacia apresenta uma variação de cotas de altitude que vai de 659m a 1147m (Figura 6), com uma amplitude de 488m. O mapa foi elaborado em seis classes de fatiamento do relevo. As cabeceiras de drenagem estão predominantemente nas cotas acima de 900m, e no médio e baixo cursos da bacia dominam cotas entre 740m e 980m.

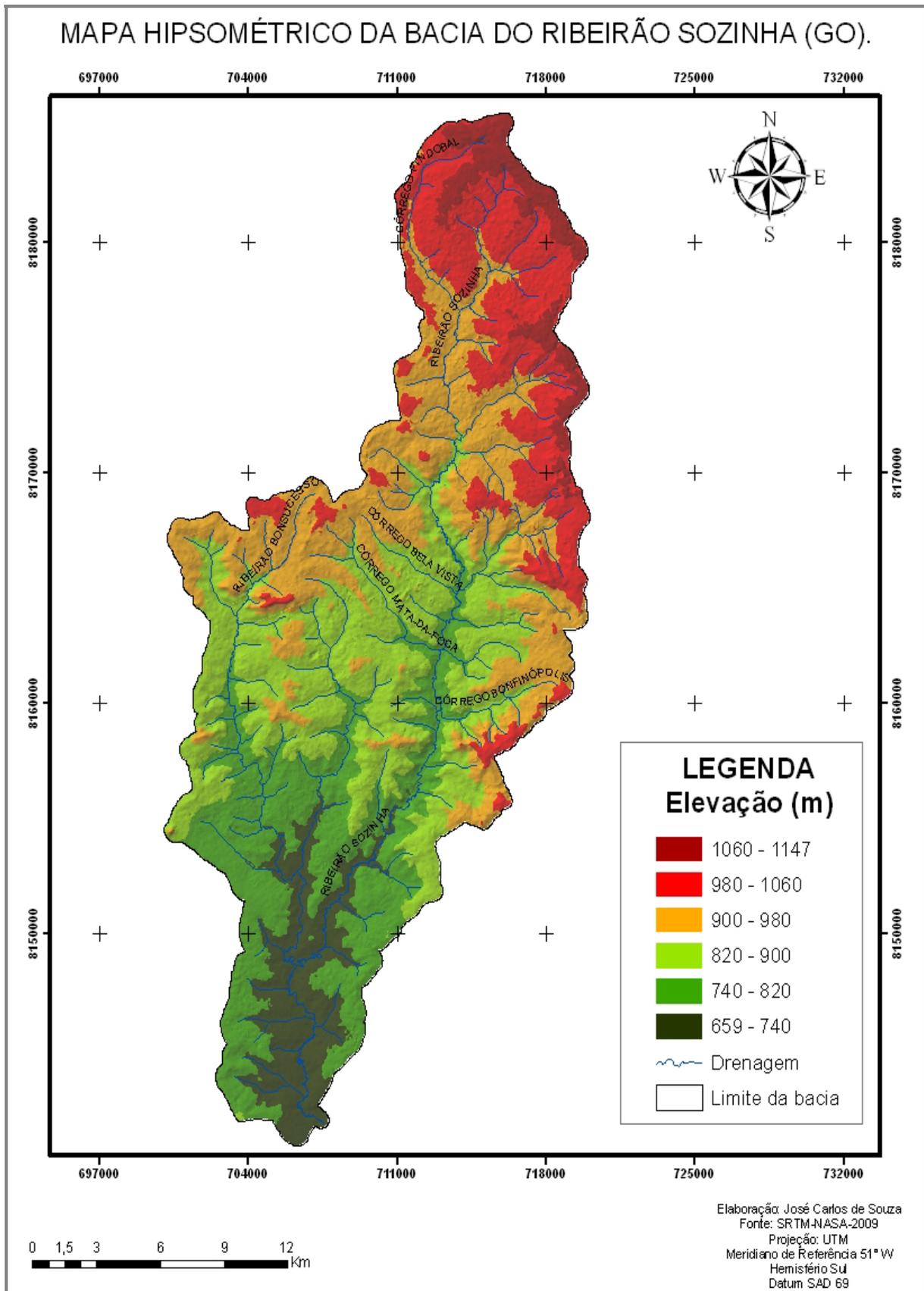


Figura 6: Mapa Hipsométrico da Bacia do Ribeirão Sozinha, GO.

O relevo de uma bacia hidrográfica e o grau de declividade das encostas exercem grande influência sobre a velocidade do escoamento superficial. O conhecimento da declividade dos terrenos é fator importante para se compreender a suscetibilidade a erosão e o zoneamento quanto ao uso e ocupação da terra (JORGE e UEHARA, 1998).

O mapa de declividades possibilita evidenciar a configuração espacial das inclinações do relevo em uma superfície e o estudo das inclinações de uma vertente é importante para se compreender a dinâmica morfogênese/pedogênese, ou seja, o desenvolvimento das formas de relevo e sua relação com a formação do solo, bem como sua fragilidade a erosão.

Através do mapa de declividades da bacia do Ribeirão Sozinha (Figura 7) pode-se fazer uma análise da espacialização das declividades. Os valores oscilaram de 0% a > 45%, apresentadas em seis classes de declividades. Observa-se que há um predomínio de relevos que variam de 3,1% a 12% de declividade. Para a representação das classes utilizaram-se as cores semafóricas, que variam de vermelho para os relevos mais íngremes, aos verdes para os mais planos.

As áreas onde se concentram as mais altas declividades e as maiores extensões de terrenos declivosos são onde ocorrem os granitóides em solos como os Argissolos e Neossolos Litólicos e nos Cambissolos sobre rochas do Grupo Araxá Sul de Goiás na margem esquerda do Córrego Bonfinópolis. Nos Argissolos e Neossolos Litólicos encontram-se declividades superiores a 45% (Serra da Canastra) e nos Cambissolos é onde se concentram as maiores áreas com declividades superiores a 20%.

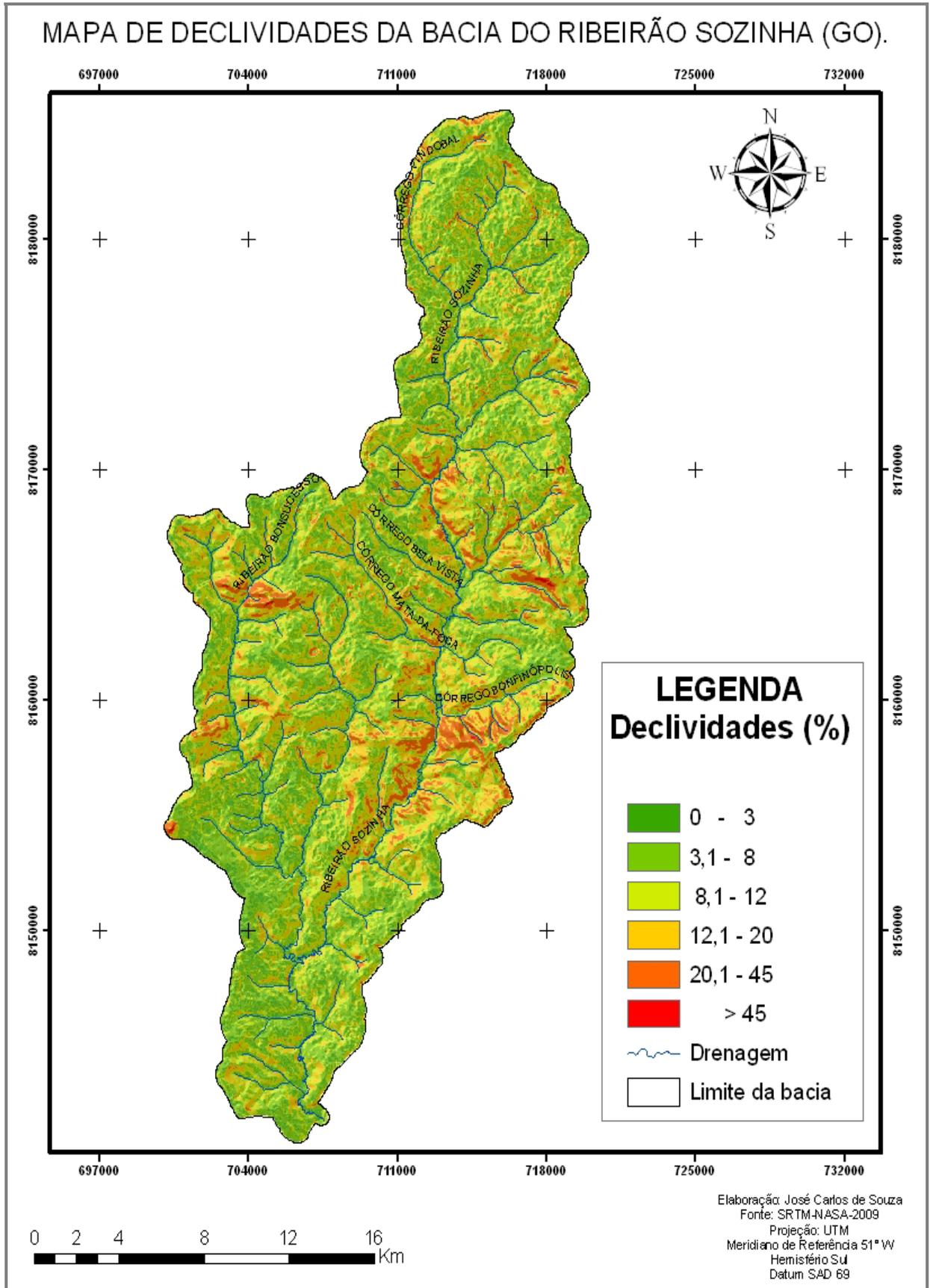


Figura 7: Mapa de Declividades (%) da Bacia do Ribeirão Sozinha, GO.

3.4 Solos

Segundo classificação de solos realizada pelo IBGE (1994), de Goiânia e entorno, disponibilizada pelo Sistema de Informação Geográfica do Estado de Goiás – SIEG, foram identificados na bacia do Ribeirão Sozinha os Latossolos Vermelho, Argissolos Vermelho e Vermelho-Amarelo, Cambissolos, Plintossolos Pétricos, Gleissolos e Neossolos Litólicos. Essa diversidade de solos ocorre em função da variedade de rochas e formas de relevos que são encontrados na bacia. A Figura 8 apresenta as classes de solos da bacia e segue-se uma descrição dos mesmos.

3.4.1 Latossolos Vermelho

Os Latossolos Vermelhos são encontrados em toda a extensão da bacia e representam 40,97% da sua área total. São solos distróficos e de textura média e argilosa em sua maioria (Figura 9), sendo que há uma pequena ocorrência no município de Senador Canedo, mais precisamente onde se encontra a sede do município, em que a textura do Latossolo é média e arenosa. Esta classe de solos está em planaltos e chapadas de relevos plano e suave ondulado em modelados que variam de tabular a plano/rampeado (Figura 10), as declividades variam, em sua maioria, de 0% a 8%. No que se refere à geologia, estes solos estão estruturados predominantemente sobre os granulitos básicos, charnoquitos, granadas gnaisse, anfibolitos e quartzitos do Complexo Granulítico Anápolis-Itaçu e calcixistos, metacalcários e quartzitos do Grupo Araxá Sul de Goiás.

Os Latossolos são solos minerais não hidromórficos, de baixa a média capacidade de troca catiônica (CTC), altamente intemperizados, que apresentam horizonte B latossólico (B_w) muito espesso, maior que 50 cm. São solos profundos, normalmente superiores a 2 metros, sua estrutura é comumente granular, de cores vivas e de boa agregação. Os teores de silte, considerados baixos, variam entre 10% e 20%, e os de argila variam de 15% a 80%. São solos que de um modo geral, possuem reduzida suscetibilidade a erosão (GUERRA e BOTELHO, 2003; REATTO et al 2008).

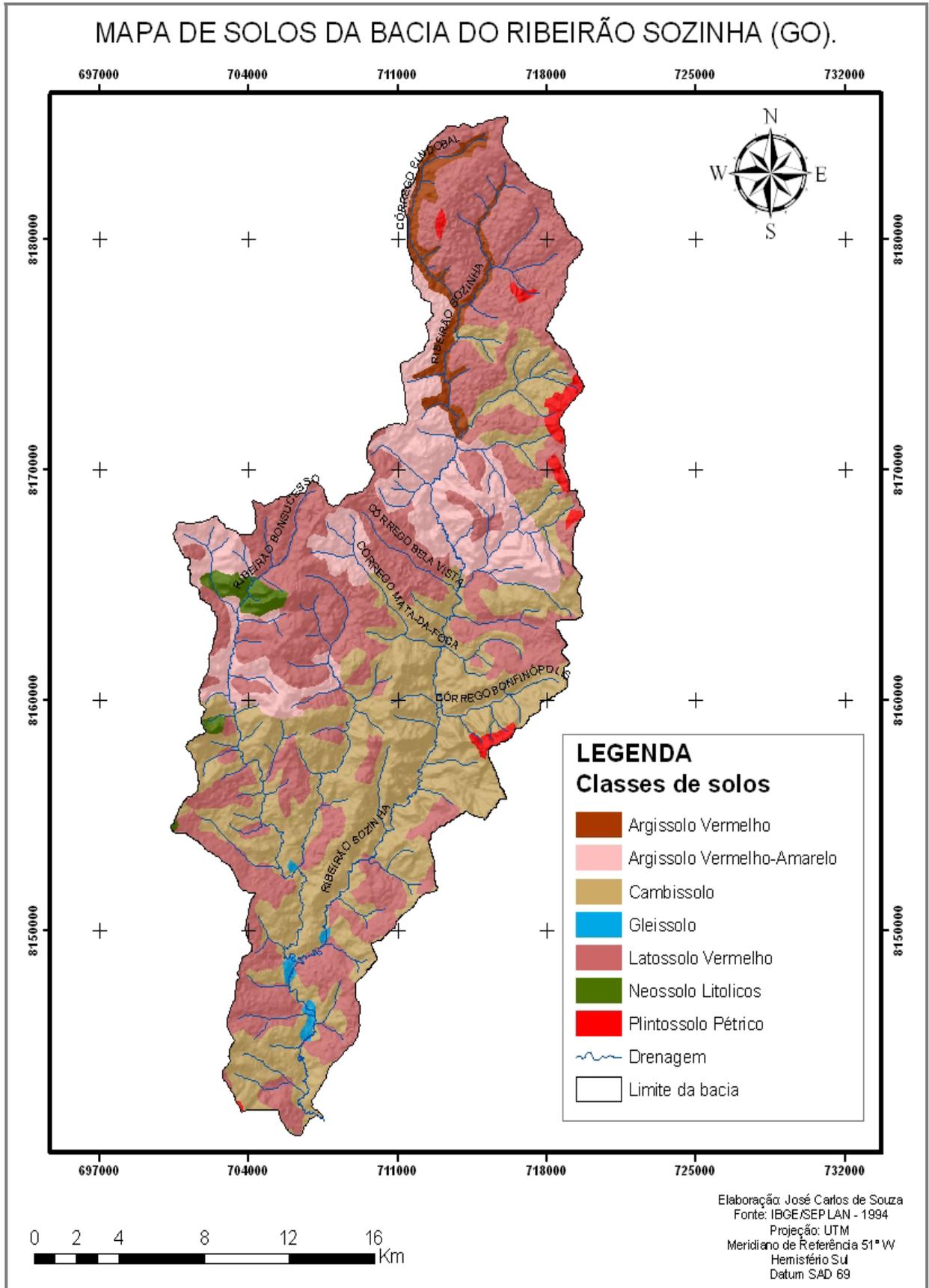


Figura 8: Mapa de Solos da bacia do Ribeirão Sozinha, GO.



Figura 9: Perfil de Latossolo Vermelho exposto em corte de estrada.



Figura 10: Relevo plano a suave ondulado onde ocorrem os Latossolos Vermelhos.

3.4.2 Argissolos

Os Argissolos Vermelho (3,40%) são encontrados no alto curso da bacia, acompanhando os leitos do Ribeirão Pindobal e o alto curso do Ribeirão Sozinha. São solos eutróficos de textura média e argilosa (Figura 11) e estão em relevos ondulado e forte ondulado do Planalto Central Goiano (Figura 12), e se desenvolveram sobre rochas granulíticas ortoderivadas e paraderivadas do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu. As declividades variam de 8% a 12% e as altitudes de 875m a 1038m.



Figura 11: Perfil de Argissolo Vermelho exposto em área de caixa de empréstimo.



Figura 12: Relevo ondulado onde ocorrem os Argissolos Vermelhos.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos (14,76%) são encontrados em quatro porções nos alto e médio cursos da bacia, são solos eutróficos, de textura média e argilosa (Figura 13) em relevos ondulado e forte ondulado em modelados de topo convexo e topo aguçado (Figura 14). Desenvolvem-se sobre rochas granulíticas paraderivadas do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu e de Associação Ortognaissica Migmatítica dos Complexos Indiferenciados (Granitóides). Estes solos estão nas Unidades do Planalto de Nerópolis-Terezópolis de Goiás, Complexo de Chapadas Goianópolis-Goiavista e Morrarias Goiânia-Anápolis do Planalto Central Goiano. As declividades variam de 3% a 45%, e as altitudes de 821m a 1092m.

Os Argissolos são solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural (Bt) de cores avermelhadas. É caracterizado por acumulação de argila, e em função disso, possui baixa permeabilidade, sua estrutura é em blocos angulares e subangulares. Ocupam na paisagem a porção inferior das encostas e possuem média suscetibilidade a erosão (GUERRA e BOTELHO, 2003; REATTO et al 2008).



Figura 13: Perfil de Argissolo Vermelho-Amarelo exposto em área de caixa de empréstimo.



Figura 14: Relevo onde ocorrem os Argissolos Vermelho-Amarelos.

3.4.3 Cambissolos

Os Cambissolos representam 37,96% de toda a área da bacia, são solos de ocorrência eutrófica e distrófica em texturas média e argilosa (Figura 15). Esta classe de solo ocorre em relevos, ondulado, forte ondulado e montanhoso em modelados de topo convexo, topo aguçado e encostas/fundos de vale (Figura 16). As maiores ocorrências estão na parte centro-sul da bacia, na região do Planalto Rebaixado de Goiânia, onde predominam rochas das Sequências Metassedimentares do Grupo Araxá. As menores ocorrências estão na parte nordeste da bacia, no Complexo de Chapadas Goianópolis-Goiavista e Planalto de Bonfinópolis-Caldazinha, onde ocorrem os granulitos orto e paraderivados do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu. As declividades ocorrem em sua maioria de 8% a 20%, e as altitudes de 659m a 1092m.

Os Cambissolos possuem horizonte B incipiente (Bi) caracterizados pela presença de minerais primários de fácil intemperização, sua espessura varia de 0,2m a 1m e estão associados a relevos mais movimentados. O teor de silte geralmente é elevado e a estrutura comumente em blocos. Apresenta, em sua maioria, teor de argila relativamente uniforme em profundidade, possuindo um gradiente textural baixo. O grau de suscetibilidade a erosão é

variável, sendo que os mais rasos tendem a ser mais suscetíveis (GUERRA e BOTELHO, 2003; REATTO et al., 2008).



Figura 15: Perfil de Cambissolo exposto em corte de estrada.



Figura 16: Relevo ondulado onde ocorrem os Cambissolos.

3.4.4 Neossolos Litólicos

Os Neossolos Litólicos constituem pequenas ocorrências na parte centro-oeste da bacia (1,17%). São solos distróficos, de textura média a argilosa (Figura 17), que predominam em relevos forte ondulado e montanhoso (Figura 18). Estão nas morrarias Anápolis-Goiânia e Planalto Rebaixado de Goiânia, em formações geológicas das Sequências Metassedimentares do Grupo Araxá e Associação Ortognaíssica Migmatítica e Granitóides do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu. Os relevos de ocorrência possuem declividades que variam de 12,1% a maior que 45% e altitudes entre 875 e 1038 metros.

São solos rasos, pouco evoluídos e associados a afloramentos de rochas. Apresentam horizonte A assentado diretamente sobre a rocha ou sobre o horizonte C pouco espesso. Sua espessura é menor que 50 cm e ocorrem em áreas bastante acidentadas, de relevo ondulado até montanhoso (REATTO et al., 2008).



Figura 17: Perfil de Neossolo Litólico exposto em área de extração de solo abandonada.



Figura 18: Relevo forte ondulado onde ocorrem os Neossolos Litólicos.

3.4.5 Gleissolos

Os Gleissolos ocorrem em quatro pontos na região Sul da bacia (0,40%) acompanhando o leito das drenagens, nas mais baixas altitudes 658m a 769m, em declividades que variam de 0% a 5% (Figura 19). São solos distróficos e álico distróficos com textura argilosa e muito argilosa, em relevo plano e suave ondulado em modelado de planície fluvial. Desenvolvem-se sobre rochas do Grupo Araxá no Planalto Rebaixado de Goiânia.

Os Gleissolos são solos hidromórficos, mal drenados e pouco profundos. Ocupam geralmente as depressões da paisagem sujeitas a inundações. Podem ser distróficos ou eutróficos dependendo do material de origem. Na área de estudo em questão se apresentam como distróficos, e neste caso são fortemente ácidos. A textura é geralmente argilosa, podendo ser de siltosa a média. No que se refere à suscetibilidade a erosão, esses solos por situarem-se em áreas planas, que não favorecem o escoamento, não apresentam limitações relevantes (GUERRA e BOTELHO, 2003; REATTO et al 2008).



Figura 19: Planície inundável do córrego Dois Irmãos, afluente do Ribeirão Sozinha onde ocorrem os Gleissolos.

3.4.6 Plintossolos Pétricos

Os Plintossolos Pétricos (1,34%) ocorrem nos interflúvios, nas mais altas cotas da bacia, acima de 980 m, em declividades que variam de 0% a 5%. São distróficos e de textura argilosa em sua maioria (Figura 20), e se encontram em relevo plano a suave ondulado, nos modelados tabular e plano de cimeira (Figura 21). Desenvolvem-se sobre o Planalto Central Goiano nas Coberturas Detrito-Lateríticas (Cobertura Terciária/Quaternária) e Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu e Planalto Rebaixado de Goiânia do Grupo Araxá.

Os Plintossolos Pétricos são encontrados em ambientes específicos, onde há encharcamento periódico ou condições de escoamento lento, que é a causa das ocorrências na área de estudo. Este tipo de solo distingue-se por possuir horizonte plíntico com teor de plintita não inferior a 15%, são pobres em matéria orgânica e possui consistência extremamente dura, são argilosos estruturados em blocos subangulares bem desenvolvidos. Em geral são distróficos, ácidos e com baixa capacidade de troca catiônica (CTC), (GUERRA e BOTELHO, 2003). As ocorrências na área de estudo, apresentam nódulos e concreções lateríticas endurecidas (petroplintitas), formando uma camada coesa e contínua, que atribui baixa suscetibilidade a erosão.



Figura 20: Perfil de Plintossolo Pétrico exposto em área de extração de cascalho (laterita).



Figura 21: Relevo em modelado tabular (Plano de cimeira) onde ocorrem os Plintossolos Pétricos.

3.5 Cobertura vegetal

O uso da terra na bacia do Ribeirão Sozinha é predominantemente agrícola, especialmente destinada ao cultivo de grãos como soja, milho e arroz, atividades que se utilizam de extensas áreas de terras planas e suavemente onduladas. Em consequência disso, pode-se entender o porquê das áreas onde ocorre vegetação natural, ou seja, remanescentes do bioma Cerrado, estar em áreas com declividades acima de 20%. Essas declividades impediram de alguma forma a ocupação da terra e o possível desmatamento dessas áreas.

A vegetação do bioma Cerrado apresenta fisionomias que englobam formações florestais, savânicas e campestres, Ribeiro e Walter (1998). Na área da bacia foram identificadas, com base nos levantamentos realizados pelo IBGE (1994), as formações florestais e as formações savânicas. Segundo Ribeiro e Walter (1998), as formações florestais são áreas com predominância de espécies arbóreas, onde há formação de dossel, contínuo ou descontínuo, e as formações savânicas refere-se a áreas com árvores e arbustos espalhados sobre um extrato gramíneo, sem a formação de dossel contínuo.

- **Formações florestais**

As Matas Ciliares e Matas de Galeria são formações florestais que possuem forte ligação com os cursos de água, encontrando-se nas áreas bem drenadas dos fundos de vale acompanhado as linhas de drenagem. Para Ribeiro e Walter (1998), o que diferencia essas duas formações é a característica perenifolia da Mata de Galeria, e as copas das árvores se encontram sobre o leito do rio, formando corredores fechados, em formato de galeria (Figuras 22 e 23). Este tipo de vegetação é de suma importância para o equilíbrio dos sistemas de drenagem, pois dentre suas inúmeras funções, estão a de contribuir para abastecimento do lençol freático e a de proteger as áreas drenadas de processos erosivos e de deposição de sedimentos diretamente na calha dos rios.



Figura 22: Mata Ciliar acompanhando o leito do Ribeirão Sozinha, município de Bonfinópolis.



Figura 23: Mata de galeria nas nascentes do Ribeirão Sozinha, município de Anápolis.

A Mata Seca se caracteriza por uma vegetação caducifolia durante a estação seca, e não possui associação com os cursos de água. Ocorre nos interflúvios em solos geralmente mais ricos em nutrientes (Figura 24). A altura média do estrato arbóreo varia de 15 a 20 metros e a grande maioria das árvores são eretas. O Cerradão é uma formação florestal com aspectos xeromórficos e se caracteriza pela presença de espécies que ocorrem no Cerrado sentido restrito e também por espécies de mata (Figura 25). Apresenta dossel predominantemente contínuo e a cobertura média do estrato arbóreo, varia de 8 a 15 metros (RIBEIRO e WALTER, 1998).



Figura 24: Vegetação de Mata Seca, município de Bonfinópolis.



Figura 25: Em segundo plano, vegetação característica de Cerradão, município de Leopoldo de Bulhões.

- **Formações savânicas**

As formações savânicas identificadas na área de estudo são o Cerrado sentido restrito e o Campo Sujo. O Cerrado sentido restrito caracteriza-se pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares de retorcidas. Os arbustos encontram-se espalhados, possuem cascas grossas e folhas duras (Figuras 26 e 27). O Campo Sujo (Figura 28) é caracterizado por possuir vegetação herbáceo-arbustiva esparsa e pouco desenvolvida (RIBEIRO e WALTER, 1998).



Figura 26: Em primeiro plano, vegetação típica de Cerrado sentido restrito e, em segundo plano, plantação de laranja no município de Leopoldo de Bulhões GO.



Figura 27: vegetação típica de Cerrado sentido restrito em área com desmatamento parcial para introdução de pastagem (capim braquiária). Leopoldo de Bulhões (GO).



Figura 28: Vegetação típica de Campo Sujo com introdução de capim braquiária. Leopoldo de Bulhões (GO).

3.6 Uso e ocupação da terra na bacia do Ribeirão Sozinha

O uso e ocupação da terra podem ser compreendidos como a forma pela qual as sociedades humanas ocupam o espaço. O levantamento dos tipos de uso da terra 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 conseqüências do mau uso da terra.

A ocupação da terra na bacia Ribeirão Sozinha se deu sob influência de vários fatores, dentre eles podemos destacar a construção da Estrada de Ferro Goyaz em 1935, que impulsionou o crescimento da cidade Anápolis e a migração populacional para áreas que hoje compreendem o alto curso da bacia. A estrada de ferro também influenciou o surgimento de núcleos populacionais como os de Bonfinópolis, Leopoldo de Bulhões e Senador Canedo e o conseqüente povoamento do médio curso da bacia. Cidades como Bela Vista de Goiás, Goianópolis e Caldazinha têm suas origens vinculadas às atividades agropastoris e datam do início do século XX. Outro fator que influenciou de forma considerável a ocupação da bacia foi a construção de Goiânia, que teve seu início em 1933 (POLONIAL, 1995).

Passados mais de sete décadas após a chegada dos trilhos e a construção de Goiânia, os usos e ocupação da terra na região se tornaram muito mais dinâmicos, intensos e diversificados. Anápolis, que possui parte de sua área urbana e município no alto curso da bacia, é uma das mais importantes cidades do estado, com uma população estimada para 2006 em 318.000 habitantes (JESUS, 2007). Nos médio e baixo cursos da bacia, temos a área que compõe a Região Metropolitana de Goiânia e a Região de Desenvolvimento Integrado de

Goiânia, criadas pela Lei complementar n°. 27 de 30 de dezembro de 1999 (ARRAIS, 2004). Nestas regiões estão inseridos cinco dos oito municípios que tem parte de seus territórios na bacia, sendo eles, Goiânia, Goianápolis, Senador Canedo, Bela Vista de Goiás e Bonfinópolis.

Como já foi dito na introdução deste trabalho, a área da bacia compreende 430 km e abrange terras de oito municípios. A Figura 29 apresenta a participação em área de cada município, para composição do território da bacia. Observa-se que mais de 50% de toda a área está inserida nos municípios de Bonfinópolis e Senador Canedo, e o município de Bela Vista é o que possui menor área inserida na bacia (1,94%), e se localiza bem próximo à foz, onde o Ribeirão Sozinha deságua no Rio Caldas.

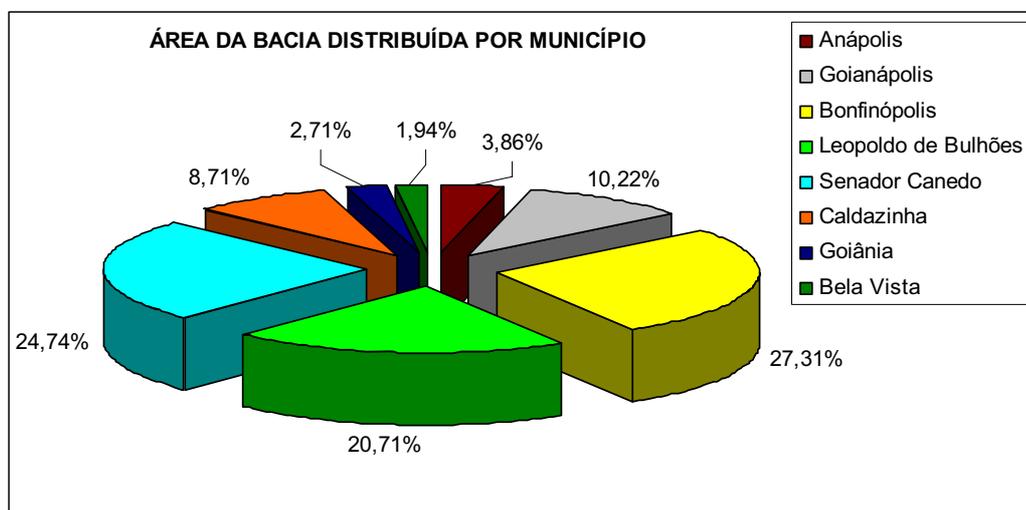


Figura 29: Gráfico de distribuição da área da bacia Ribeirão Sozinha por município.

A bacia do Ribeirão Sozinha representa um eixo de desenvolvimento agrícola para a região. Tanto suas terras quanto sua rede de drenagem são amplamente utilizadas para o cultivo de produtos agrícolas e criação de gado, com vistas a atender mercados como a cidade de Anápolis e a Região Metropolitana de Goiânia, que possuem juntas uma população superior a dois milhões de pessoas.

Através da interpretação de imagens de satélite, levantamentos feitos junto ao sítio da Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento do Estado de Goiás e de convalidações de campo, puderam ser identificadas as inúmeras atividades que se desenvolvem na bacia, dentre as quais estão a agricultura, a pecuária e o uso urbano. Mas também ocorrem atividades como turismo rural, agroindústrias, extração de laterita, piscicultura, entre outras. O mapa de uso da terra apresenta as quatro principais classes de uso: agricultura, pecuária, área urbana e vegetação (Figura 30).

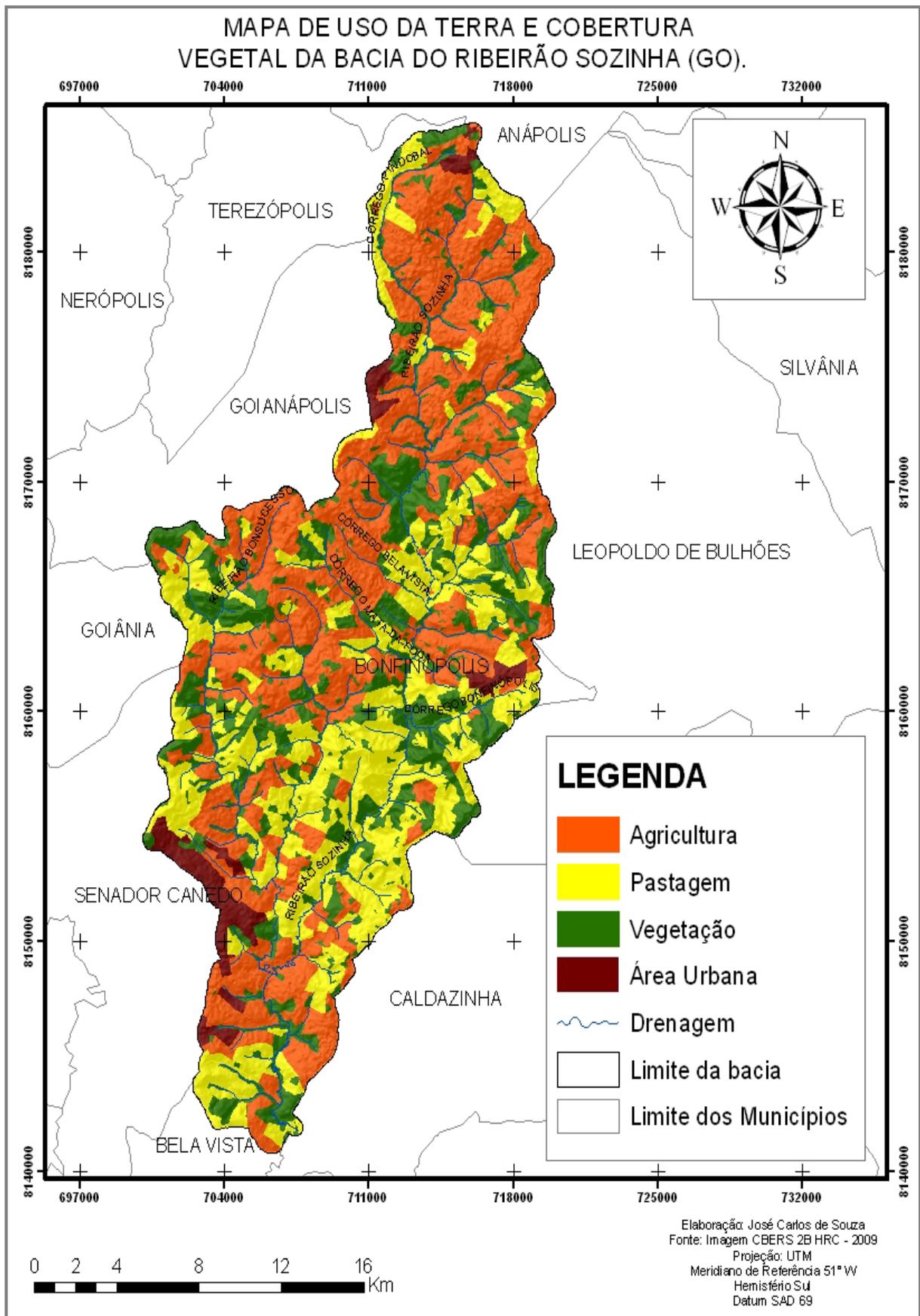


Figura 30: Mapa de uso da terra e cobertura vegetal da bacia do ribeirão Sozinha (GO) - 2009.

O Quadro 5 apresenta os principais tipos de cultivo dos oito municípios que formam a bacia do Ribeirão Sozinha. Cabe aqui ressaltar que como a área da bacia é formada por parte destes municípios, os totais apresentados não estão todos inseridos na área de estudo, pois os limites dos municípios não se confundem com os limites da bacia. Em vista disso, os dados apresentados servem somente para fazermos uma correlação dos tipos de produtos identificados na bacia e sua área de abrangência em hectares na área total de cada município.

Quadro 5: Principais tipos de cultivo dos municípios que compõem a bacia do Ribeirão Sozinha em hectare (2008).

Município	Tipo de cultivo						
	Soja	Milho	Arroz	Mandioca	Banana	Laranja	Tomate
Anápolis	1.700	1.900	80	310	600	130	50
Bonfinópolis	-	250	35	25	25	180	200
Bela Vista	1.800	2.200	1.260	750	-	-	-
Caldazinha	-	-	60	30	10	180	-
Goiânia	242	-	-	40	-	10	-
Goianápolis	1.050	400	40	35	80	80	90
Leopoldo de Bulhões	4.200	700	80	90	30	90	260
Senador Canedo	150	660	110	40	5	20	-
TOTAL	9.142	6.110	1.665	1.320	750	690	600

Fonte: SEPIN/SEPLAN-2008

A agricultura e a pastagem são os usos mais representativos da bacia, ocupando respectivamente 40,33% e 33,76% de toda a área (Figura 31), sendo que na agricultura predominam as lavouras de soja e milho, ocupando 9.142 e 6.110 hectares, respectivamente, nas áreas dos municípios, como pode ser observado no Quadro 5. Essas culturas são encontradas nos relevos mais planos, onde ocorrem os Latossolos e Argissolos. As áreas de pastagem são predominantes nos Cambissolos e Argissolos onde há a criação de gado leiteiro e de corte e o capim mais encontrado é o braquiária (Figura 32).

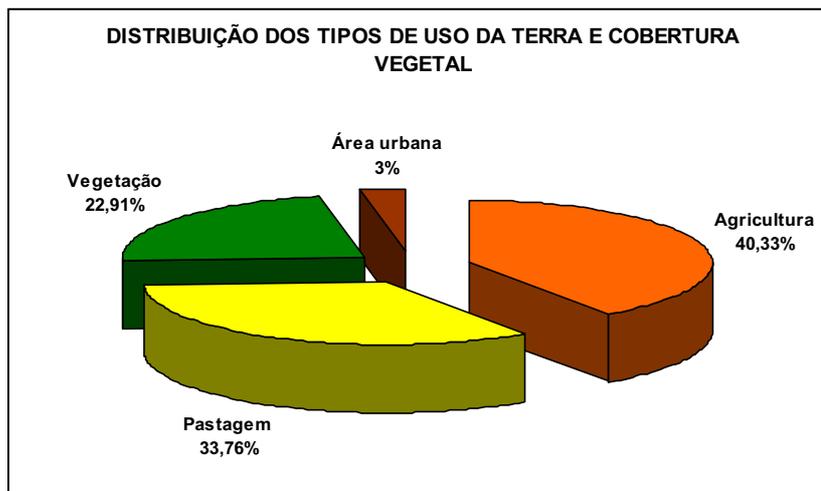


Figura 31: Gráfico da distribuição em porcentagem dos tipos de uso da terra e cobertura vegetal da bacia do Ribeirão Sozinha (GO) - 2009.



Figura 32: Área de pastagem destinada para a criação de gado leiteiro e de corte (Capim braquiária). Bonfinópolis (GO).

No mês de outubro, quando as chuvas começam a se tornar mais frequentes, iniciam-se os plantios intensivos de soja e milho na região. Na Figura 33 pode ser observada uma área no município de Goianápolis, onde ocorreu o plantio de soja, na modalidade plantio direto, em um local onde anteriormente foi cultivado milho. O registro foi feito em novembro de 2009.

Pode-se observar, a partir do uso do plantio direto, uma preocupação com a conservação do solo, haja vista que este tipo de manejo reduz a exposição do solo à erosão. A Figura 34 compreende a mesma área da Figura 33, mas com registro feito em dezembro de 2009, onde já se percebe o crescimento da soja e o recobrimento parcial da terra pela folhagem. Na Figura 35 pode ser observada uma área sendo preparada para o cultivo de

milho, registro feito em novembro de 2009 e na Figura 36 temos uma plantação de milho que está prestes a ser colhido. Registro feito em dezembro do mesmo ano.



Figura 33: Em primeiro plano, área de plantio de milho já colhido e em segundo plano, área onde houve o plantio de soja. A área florestada ao fundo do vale acompanha o leito do Ribeirão Sozinha. Goianápolis (GO).



Figura 34: Em primeiro e segundo planos, plantação de soja nos municípios de Goianápolis e Anápolis (GO), respectivamente.



Figura 35: Área sendo preparada para o cultivo do milho em Latossolo Vermelho, Goianápolis (GO).



Figura 36: Plantação de milho no município de Leopoldo de Bulhões (GO).

Assim como o plantio de soja e milho, o arroz também é plantado em grande escala no mês de novembro, mês em que as chuvas se tornam mais frequentes. Nas observações de campo pôde-se delectar que as maiores plantações estão nos municípios de Senador Canedo e Leopoldo de Bulhões (Figura 37), municípios que no ano de 2008 apresentaram as maiores áreas plantadas, juntamente com Bela Vista e Anápolis (Quadro 5).



Figura 37: Plantação de arroz no município de Leopoldo de Bulhões (GO).

Na bacia também ocorre uma produção significativa de hortaliças. Dentre as espécies mais cultivadas estão o tomate (Figuras 38 e 39), o pepino, o pimentão, o repolho, e a berinjela (dados levantados em campo). A produção de tomate se destaca, como pode ser observado no Quadro 5. Dentre os oito municípios que tem parte de seus territórios na bacia, quatro cultivam essa hortaliça, ocupando com esta atividade 600 hectares no ano de 2008.

O cultivo de hortaliças é predominante nos Argissolos, em áreas próximas às drenagens. Como o cultivo é realizado também nos períodos de estiagem, necessita assim, de água para a irrigação. Neste tipo de atividade o solo é revolvido (arado) no mínimo duas vezes ao ano, e há a necessidade de uma intensa utilização de fertilizantes para recompor os nutrientes do solo, ocorrendo também um intensivo uso de fungicidas e pesticidas para controle de doenças e pragas.



Figura 38: Cultivo de hortaliças (tomate) em Argissolo Vermelho. Leopoldo de Bulhões (GO).



Figura 39: Preparação do solo para cultivo de hortaliças (tomate) em Argissolo Vermelho-Amarelo. Goianópolis (GO).

O cultivo de mandioca e chuchu também é desenvolvido na área da bacia, e a mandioca está entre os principais tipos de cultivo da região, com 1.320 hectares (Quadro 5), tendo área plantada em todos os oito municípios da bacia. O cultivo dessas espécies possui uma peculiaridade em relação às outras, pois em quase todas as propriedades visitadas, se não há o cultivo para fins comerciais, os proprietários produzem para o próprio consumo. As Figuras 40 e 41 são um dos exemplos de produção de chuchu e mandioca para fins comerciais.



Figura 40: Em primeiro plano pastagem, em segundo plantação de chuchu, e em terceiro vegeta o típica de Cerradão no município de Bonfinópolis (GO).



Figura 41: Planta o de mandioca no município de Leopoldo de Bulhões (GO).

As planta es de laranja são um tipo de agricultura perene muito encontrada na  rea. Como pode ser observado no Quadro 5, dos oito municípios que formam a bacia, somente em Bela Vista não há registros deste cultivo. Somando-se as áreas ocupadas, são 690 hectares utilizados para a produ o deste fruto, de acordo com os dados de 2008. São predominantes nos Argissolos e Latossolos (Figura 42).

A silvicultura é representada na bacia pelo cultivo de eucaliptos, espécie *Urograndis* (Figura 43). São produzidos para fins energéticos, como matéria prima para alimentar caldeiras e produzir carvão e também na constru o civil, para servir de escoras, mourões e postes. Este tipo de uso tem se expandido nos últimos dois anos, principalmente no alto curso da bacia, onde se localizam os municípios de Anápolis, Goian polis e Leopoldo de Bulhões, ocupando área de Latossolos, Argissolos e Plintossolos Pétricos. Esses eucaliptos são cortados no mínimo com cinco anos, e a área plantada, apresentada na Figura 43, é um projeto piloto na região, e com dois anos do plantio.



Figura 42: Plantação de laranjas no município de Bonfinópolis (GO).



Figura 43: Plantação de eucaliptos no município de Goianópolis (GO).

Na classificação de uso da terra, que ocorreu sobre imagem CBERS 2B HRC, as ocorrências de agricultura perene e silvicultura foram definidas também como vegetação em função da densidade da cobertura vegetal. Percentualmente, as ocorrências de áreas vegetadas na bacia compreendem 22,91%.

A bacia possui quatro áreas urbanas, representando 3,0% da área total, e engloba o perímetro completo da cidade de Bonfinópolis, a Vila São Vicente, conhecida como Igrejinha, no município de Anápolis, e parte dos sítios urbanos de Senador Canedo e Goianópolis. Essas duas últimas cidades se encontram nos topos planos da margem direita da bacia, situadas em altas cotas de altitude, onde estão os divisores de água.

A extração de solo para a construção civil e implantação de rodovias ocorre em vários pontos. Podemos aqui destacar uma área de extração de laterita (Figura 44), que se localiza nas cabeceiras de drenagem da bacia, entre os limites dos municípios de Anápolis e Goianópolis. Compreende o interflúvio entre o Ribeirão Pindobal e o Ribeirão Sozinha, sendo o primeiro afluente do segundo. A área compreende um trecho de Plintossolo Pétrico bordejada por Latossolos Vermelho.

Entre os limites dos municípios de Goiânia, Goianópolis, Bonfinópolis e Senador Canedo há uma área de extração de solo abandonada, conhecida como Serra da Canastra. Compreende o ponto mais elevado dos médio e baixo cursos da bacia, em torno de 1000 metros de altitude. Nesta área, onde ocorrem os Neossolos Litólicos, foram retirados solos para atender a demanda de construção civil da região de Goiânia e entorno nas décadas de 1980 e 1990. Atualmente se apresenta como uma área extremamente suscetível à erosão, em função da declividade acentuada, superior a 20%, onde pode ser percebido o processo de ravinamento e erosão laminar (Figura 45).



Figura 44: Área de extração de laterita em Plintossolo Pétrico.



Figura 45: Área de empréstimo abandonada em Neossolo Litólico, apresentando ocorrência de ravinamento.

Nas pesquisas de campo foi possível observar alguns pontos de degradação do solo. Dentre os impactos identificados, podemos aqui destacar os processos de ravinamento nas nascentes do Ribeirão Sozinha, no município de Anápolis, que se desenvolveram em função do desmatamento da área para expansão urbana e o cultivo de lavouras (Figura 46). Não há nenhuma medida de recuperação da área degradada, que se apresenta em função da declividade acentuada, tornando-a altamente suscetível a processos erosivos. A situação está se agravando em função da área urbana (Vila São Vicente – Igrejinha) estar se expandindo em direção às nascentes, acarretando assim um fluxo concentrado, que, sem dissipadores, é lançado diretamente sobre as áreas das nascentes.



Figura 46: Processos erosivos nas nascentes do Ribeirão Sozinha na Vila São Vicente (Igrejinha), município de Anápolis.

Erosões em sulcos e ravinas são encontradas em vários pontos da bacia, essas erosões estão associadas às áreas de altos declives e onde o escoamento superficial encontra linhas de fluxo como as margens de estrada (Figura 47) e trilheiros de gado em área de pastagem (Figura 48). O que diferencia os sulcos das ravinas é a profundidade das incisões. Os sulcos são perfurações no solo com profundidade que não ultrapassam 50 cm, e as ravinas incisões com profundidade acima de 50 cm (ALMEIDA FILHO e RIDENTE JÚNIOR, 2001).



Figura 47: Ravina em estrada, acesso que liga Bonfinópolis a Caldazinha.



Figura 48: Ravina em área de pastagem. Caldazinha (GO).

Foi observado também o processo de compactação dos solos, causado por pisoteio de gado em áreas de pastagem e pelo trânsito de máquinas pesadas em áreas de agricultura. Em alguns pontos pôde ser detectada a formação de sulcos no solo, em função do fluxo superficial concentrado.

Outro tipo de degradação do solo que pôde ser identificado em vários pontos da bacia é o processo de erosão fluvial, que acarreta o solapamento das margens através do desmoronamento dos barrancos, depositando os sedimentos diretamente na calha, causando o assoreamento do leito (Figura 49).



Figura 49: Indicado pela seta, ocorrência de solapamento (erosão fluvial) das margens do Ribeirão Sozinha, município de Senador Canedo.

O processo de solapamento ocorre em função da retirada da mata ciliar em áreas destinadas para cultivo e pastagem, deixando a estrutura pedológica às margens dos cursos mais vulneráveis a ação do escoamento superficial, e do considerável aumento do fluxo de água no período das cheias.

CAPÍTULO IV: AVALIAÇÃO DO POTENCIAL A EROSÃO LAMINAR DA BACIA DO RIBEIRÃO SOZINHA.

Este capítulo apresenta os resultados obtidos com a aplicação do modelo de previsão, acompanhados de uma avaliação dos resultados e dos principais produtos adquiridos com os procedimentos, a saber: mapa de erodibilidade, mapa de suscetibilidade a erosão laminar e mapa de potencial atual a erosão laminar.

4.1 Erodibilidade dos solos

Os solos oferecem maior ou menor resistência à erosão, de acordo com suas propriedades. Fatores como textura, densidade, porosidade, teor de matéria orgânica, teor e estabilidade dos agregados e pH vão determinar o grau de erodibilidade do solo (GUERRA, 2001).

A erodibilidade dos solos da bacia do Ribeirão Sozinha foi definida a partir da fragilidade relativa dos mesmos a erosão laminar. Partindo deste pressuposto, os solos foram agrupados em classes de comportamento erodível semelhante. Foram definidas quatro classes de erodibilidade para a bacia em questão. *Alta*, para os Cambissolos e Neossolos Litólicos; *Média*, para os Argissolos Vermelho, Vermelho-Amarelo e Latossolos Vermelho de textura arenosa/média; *Baixa*, para os Latossolos Vermelho de textura média e argilosa e Plintossolos Pétricos; e *Nula*, para os Gleissolos. A Figura 50 apresenta a espacialização das classes na bacia.

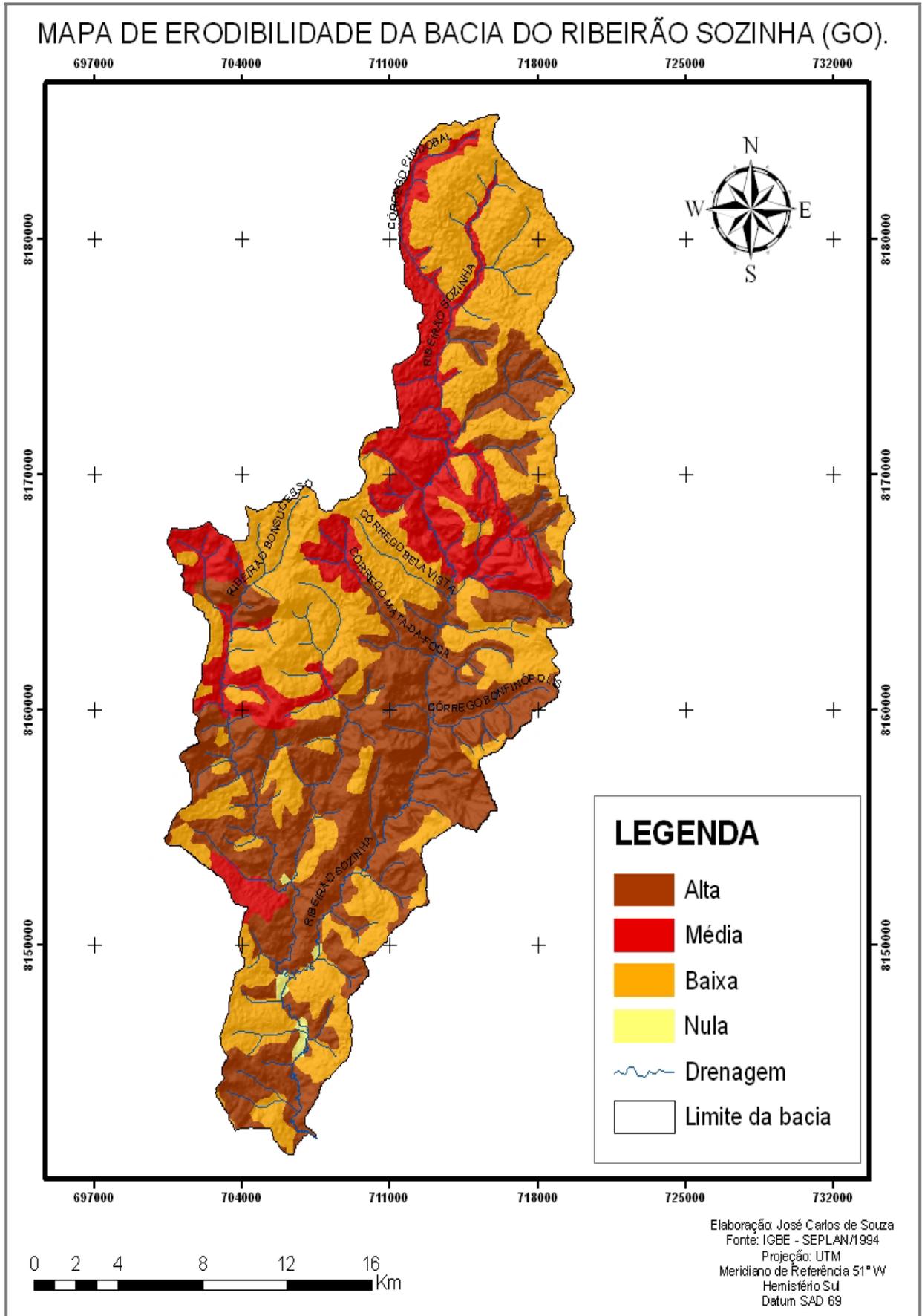


Figura 50: Mapa de erodibilidade da bacia do Ribeirão Sozinha (GO).

De acordo com o gráfico de distribuição em porcentagem das classes de erodibilidade (Figura 51), observa-se que a área em estudo apresenta a seguinte distribuição de classes: Classe 1, Alta erodibilidade (39,13%); Classe 2, Média erodibilidade (19,22%); Classe 3, Baixa erodibilidade (41,26%) e Classe 4, erodibilidade Nula (0,39%). Em uma análise desses dados, observa-se que mais de 50% dos solos da bacia se enquadram nas classes de média e alta erodibilidade.

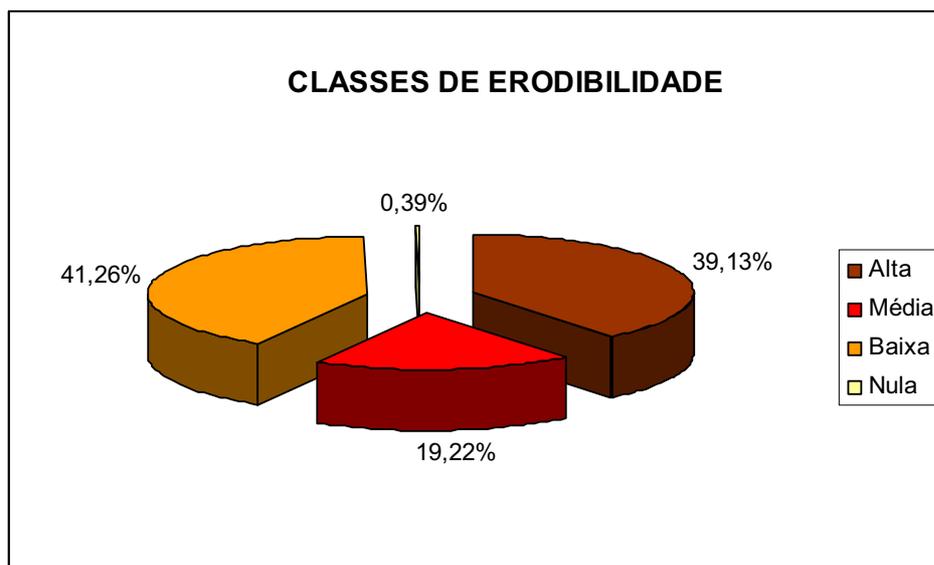


Figura 51: Gráfico da distribuição em porcentagem das classes de erodibilidade da bacia do Ribeirão Sozinha (GO).

4.2 Declividades do relevo

A declividade do relevo se refere ao grau ou percentual de inclinação de um terreno. Representa um fator determinante para se avaliar a suscetibilidade a erosão de uma área, pois a inclinação de uma encosta interfere na erodibilidade do solo e potencializa a erosividade da chuva, pois a inclinação do relevo e o comprimento da encosta influenciam diretamente na velocidade do escoamento superficial. Para a definição das classes de declividades para a bacia do Ribeirão Sozinha, considerou-se as classes de relevo apresentadas por Larach et. al. (1984) citado por Bigarella, Becker e Passos (2007).

A seguir são apresentadas as classes de declividade definidas para este estudo, acompanhadas de uma descrição da forma de relevo correspondente, da velocidade do escoamento superficial e do percentual de área de abrangência para a bacia.

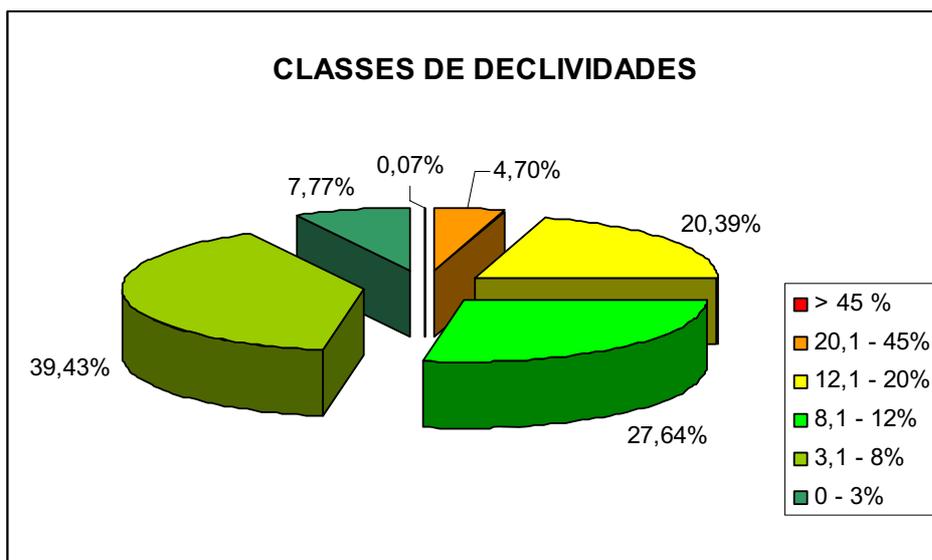


Figura 52: Gráfico da distribuição em porcentagem das classes de declividades da bacia do Ribeirão Sozinha (GO).

- (0 % a 3%) – são áreas consideradas planas, nas quais os desnivelamentos são muito pequenos e onde o escoamento superficial é lento. Esta classe de declividade compreende 7,77% da área de estudo;
- (3,1% a 8%) – superfícies de relevo suave ondulado onde o escoamento superficial pode ser considerado de lento a médio (39,43%);
- (8,1% a 12%) – topografia um pouco mais movimentada, constituída de relevos ondulados onde o escoamento superficial é considerado de médio a rápido (27,64%);
- (12,1% a 20%) – compreendem relevos movimentados onde o escoamento superficial é rápido (20,39%);
- (20,1% a 45%) – superfícies de relevos acidentados, com vertentes fortemente inclinadas, onde o escoamento superficial é muito rápido (4,70%);
- (> 45%) – relevo montanhoso e topografias com predomínio de formas acidentadas e onde o escoamento é extremamente rápido (0,07%).

Não será apresentado aqui o mapa de declividades, uma das informações que fará parte do primeiro cruzamento (erodibilidade \times declividades), pois o mesmo está inserido nas discussões de geomorfologia da área de estudo, no capítulo três, página 52, Figura 7. Em função disso, é apresentado somente o gráfico de percentual das classes de declividade (Figura 52).

4.3 Suscetibilidade a erosão laminar

Com as informações de erodibilidade e das classes de declividade, procedeu-se um cruzamento que definiu as classes de suscetibilidade a erosão laminar na bacia do Ribeirão Sozinha (CLASSE I: EXTREMAMENTE SUSCETÍVEL; CLASSE II: MUITO SUSCETÍVEL; CLASSE III: MODERADAMENTE SUSCETÍVEL; CLASSE IV: POUCO SUSCETÍVEL e CLASSE V: POUCO A NÃO SUSCETÍVEL). Essas classes foram espacializadas em um mapa (Figura 53) e suas áreas calculadas em porcentagem (Figura 54).

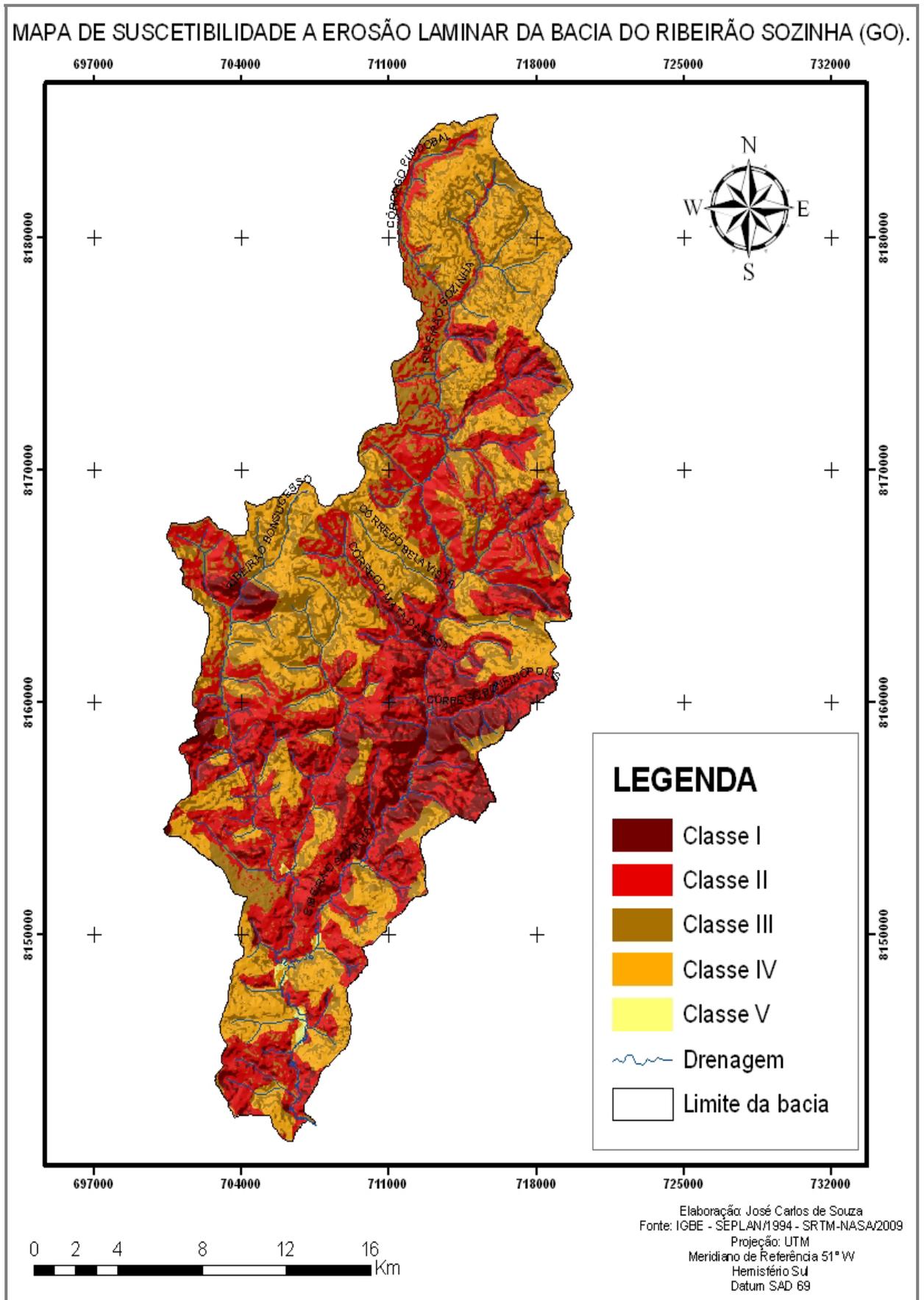


Figura 53: Mapa de suscetibilidade a erosão laminar da bacia do ribeirão Sozinha (GO).

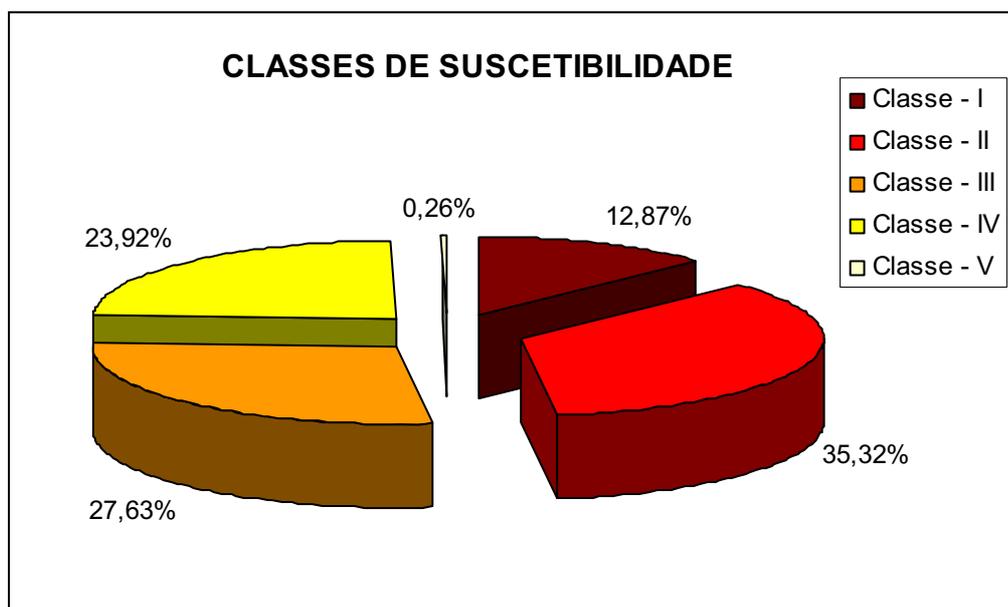


Figura 54: Gráfico da distribuição em porcentagem das classes de suscetibilidade a erosão laminar da bacia do Ribeirão Sozinha (GO).

Classe-I, *EXTREMAMENTE SUSCETÍVEL*, são áreas que apresentam problemas complexos de conservação, inadequadas para pasto e produção agrícola, são indicadas para reflorestamento, criação de animais silvestres e recreação (SALOMÃO, 1999; LEPSCH, 2002). Esta classe compreende 12,87% da área total da bacia, com declividades que variam de 12,1% a maior que 45%, em relevos declivosos e altamente dissecados, acompanhando as linhas de drenagem. Nesta classe se enquadram os Cambissolos, Neossolos Litólicos e Argissolos, solos de Alta e Média erodibilidade.

Classe-II, *MUITO SUSCETÍVEL*, estes terrenos apresentam problemas complexos de conservação, são parcialmente favoráveis à ocupação por pastagens, sendo mais apropriados para reflorestamento (SALOMÃO, 1999; LEPSCH, 2002). Esta classe de suscetibilidade representa 35,32% da área da bacia, um percentual significativo, pois como pode ser observado na Figura 54, é a classe que ocupa a maior área. Estão em relevos com declividades que variam de 3,1% a maior que 45 %, onde ocorrem os Cambissolos, Argissolos Vermelho, Argissolos Vermelho-Amarelo e Plintossolos Pétricos, solos de Alta, Média e Baixa erodibilidade.

Classe-III, *MODERADAMENTE SUSCETÍVEL*, para terrenos que se enquadram nessa classe de suscetibilidade são mais indicados as pastagens e culturas perenes (SALOMÃO, 1999; LEPSCH, 2002). As culturas de ciclo curto não são indicadas para estas áreas em função deste tipo de uso necessitar de revolver a terra até duas vezes ao ano,

deixando-o exposto a agentes erosivos. Esta classe compreende 27,63% da área de estudo, ocorrem em declividades que variam de 0% a 45%, e podem ser encontradas principalmente nos Argissolos e Latossolos, solos com erodibilidade Média a Baixa.

Classe-IV, *POUCO SUSCETÍVEL*, essas áreas são indicadas para todos os usos, pastagens e culturas perenes, sendo que no caso das culturas anuais, exigem-se algumas práticas de controle a erosão (SALOMÃO, 1999; LEPSCH, 2002). Essas práticas de controle são percebidas em áreas extensas de cultivo de cereais como soja, milho e arroz, onde ocorrem o plantio direto e o terraceamento como medidas de manejo para se evitar a perda de solo. Esta classe de suscetibilidade representa 23,92% da bacia e ocorre em relevos com declividades que variam de 0% a 20 %, em Latossolos, Plintossolos Pétricos e Gleissolos, solos com erodibilidade Baixa a Nula.

Classe-V, *POUCO A NÃO SUSCETÍVEL*, são áreas que se enquadram em três classes de capacidade de uso das terras. Terrenos sem problemas especiais de conservação, podendo ser utilizados com qualquer tipo de cultura; terrenos com problemas simples de conservação, podendo também ser utilizados com qualquer tipo de cultura, porém exigindo práticas não mecanizadas de controle de erosão; e terrenos sem problemas de conservação, mas exigindo técnicas especiais de cultivo por se constituírem de solos encharcados (SALOMÃO, 1999; LEPSCH, 2002). Esta classe representa 0,26% da bacia, estão em declividades que variam 0% a 8%, em relevos plano e suave ondulado, onde ocorrem principalmente os Gleissolos, que correspondem a uma erodibilidade Nula.

4.4 Potencial atual a erosão laminar na bacia do Ribeirão Sozinha

A matriz de definição das classes de potencial atual a erosão laminar na bacia do Ribeirão Sozinha, apresentada no Quadro 4, dos procedimentos metodológicos, página 39, foi definida a partir do cruzamento das classes de suscetibilidade a erosão com as classes de uso atual da terra, considerando-se, neste estágio de aplicação do modelo, a influência significativa da ação antrópica sobre a terra e suas conseqüências nas ocorrências de erosão laminar.

Para a definição do potencial atual a erosão laminar, procedeu-se o cruzamento das cinco classes de suscetibilidade a erosão laminar, com as quatro classes de uso da terra, e com o cruzamento dos mapas correspondentes, obteve-se o mapa de potencial atual erosão laminar (Figura 55).

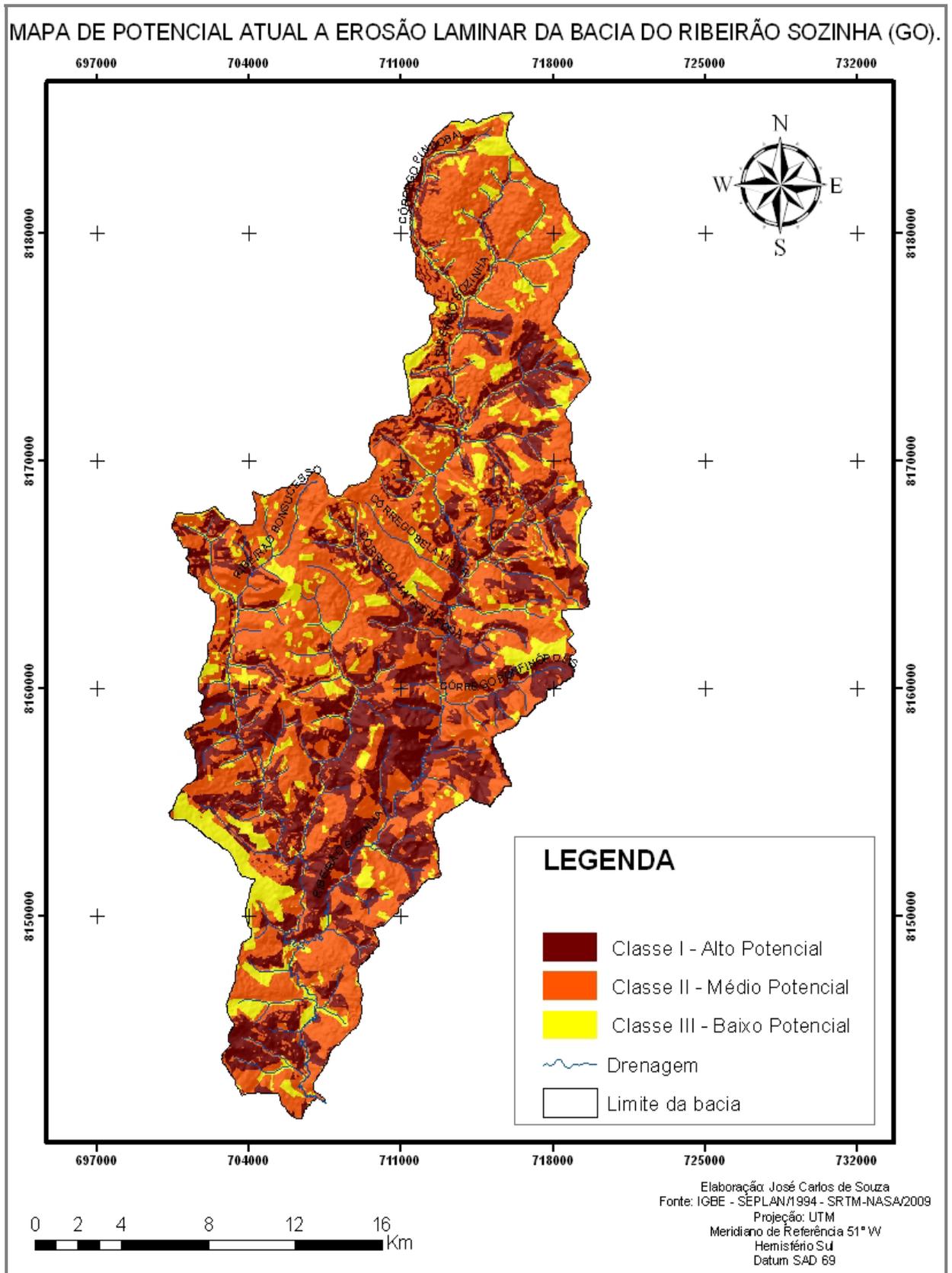


Figura 55: Mapa de potencial atual a erosão laminar da bacia do ribeirão Sozinha (GO).

O gráfico a seguir (Figura 56) apresenta a distribuição em porcentagem das classes de potencial atual à erosão laminar da bacia do Ribeirão Sozinha. Classe I – Alto potencial (29,84%), Classe II – Médio potencial (55,74%) e Classe III – Baixo potencial (14,42%).

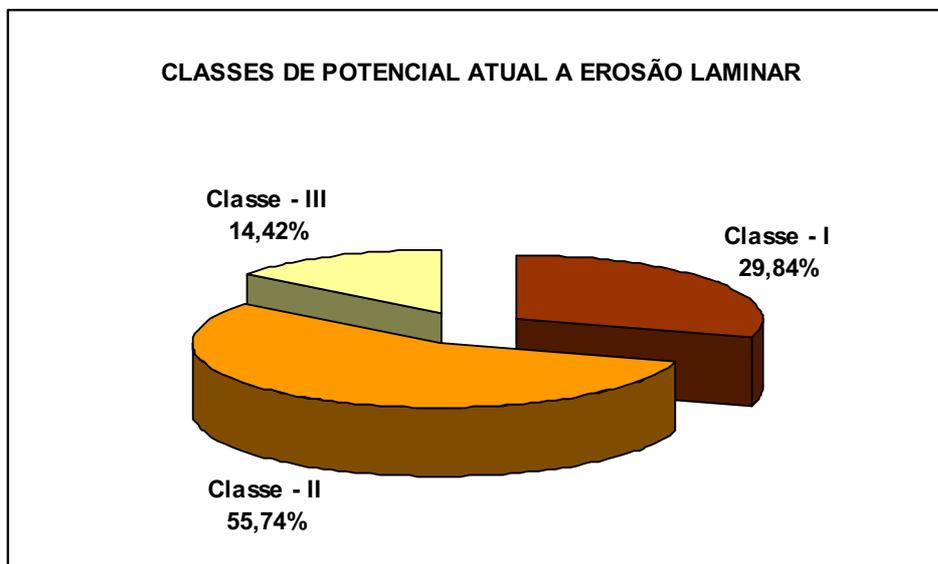


Figura 56: Gráfico da distribuição em porcentagem das classes de potencial atual a erosão laminar da bacia do ribeirão Sozinha (GO).

A análise apresentada a seguir se baseia no mapa de potencial atual a erosão laminar da bacia do Ribeirão Sozinha e nos pressupostos apresentados por Salomão (1999).

- **Classe I – Alto Potencial a erosão laminar**

Segundo Salomão (1999), o alto potencial a erosão laminar corresponde a áreas onde o uso atual da terra é incompatível com a suscetibilidade que o solo apresenta. A área de abrangência desta classe de potencial na bacia do Ribeirão Sozinha compreende a 29,84%. Ocorrem em solos com erodibilidade alta predominantemente, onde ocorrem principalmente os Cambissolos. Essas áreas estão recobertas por cobertura vegetal de baixo e médio porte, com intensa atividade antrópica, como a agricultura de ciclo curto (hortaliças e cereais) e pastagem com predomínio de braquiária. Estão inseridas nas classes de suscetibilidade muito e extremamente suscetível.

O que caracteriza o alto potencial a erosão dessas áreas, além dos fatores de erodibilidade e declividade, são as formas de uso da terra, principalmente como a agricultura de ciclo curto, que são atividades intensivas em solos frágeis, neste tipo de atividade o solo é revolvido pelo menos duas vezes ao ano, alterando as estruturas internas do solo e deixando-o exposto à erosividade da chuva.

Nas áreas de pastagem, não há esse revolvimento contínuo do solo, porém, no período de estiagem a folhagem das gramíneas reduz consideravelmente, e pode ser notada a ocorrência de erosão laminar de forma mais intensa. Outro fenômeno muito comum nas áreas de pastagem que se enquadram no alto potencial a erosão laminar é a compactação do solo, causado principalmente pelo pisoteio do gado.

Como foi dito anteriormente, as áreas que foram consideradas com alto potencial a erosão laminar são predominantemente nas ocorrências dos Cambissolos. Nas observações de campo pôde ser detectado esse alto potencial pela constatação de grande quantidade de sedimentos depositados na base das encostas (Figura 57), as evidências de lavagem do solo e as ocorrências de sulcos (Figura 58).



Figura 57: Depósitos de assoreamento em base de encosta em área de pastagem com capim braquiária.



Figura 58: Erosão laminar e em sulcos em Cambissolos com pastagem.

Os Neossolos Litólicos também estão inseridos na classe de alto potencial a erosão laminar. Essa classe de solo ocupa três pequenas áreas na bacia, que estão em terrenos altamente declivosos e com alta erodibilidade. A Figura 59 é um registro da área mais representativa, Serra da Canastra, onde pode se evidenciar a remoção da camada superficial do solo, em área onde foi retirada a cobertura vegetal.



Figura 59: Superfície de Neossolo Litólico, com evidências de lavagem do solo (erosão laminar).

- **Classe II – Médio potencial a erosão laminar**

São áreas onde o uso atual da terra é incompatível com a suscetibilidade a erosão laminar, possível de ser controlada com práticas conservacionistas adequadas (SALOMÃO, 1999). 55,74% da bacia se enquadraram nesta classe de potencial que ocorrem nos solos com erodibilidade alta e média, predominantemente.

Os usos e cobertura vegetal encontrados nessa classe de potencial são cobertura vegetal de baixo e médio porte, com intensa atividade antrópica, como a agricultura de ciclo curto e pastagem e cobertura vegetal de porte alto e médio, onde se inserem áreas de agricultura perene e silvicultura em Latossolos e Argissolos, predominantemente. As classes de suscetibilidade a erosão laminar nestas áreas variam de extremamente suscetível a moderadamente suscetível.

Nas observações de campo pôde-se perceber nas áreas com o cultivo de soja, milho e arroz, onde há tal potencial, depósitos de sedimentos na base das encostas, como é demonstrado na Figura 60. Isso ocorre em função da baixa densidade da cobertura vegetal, nas primeiras semanas do plantio, quando a estrutura de folhagem ainda não se desenvolveu o suficiente para formar uma cobertura sobre o solos. Em função disso, o solo fica parcialmente exposto a erosividade da chuva, que remove e transporta os sedimentos do solo, depositando os na base da encosta, ou nas cotas mais baixas da área de plantio.



Figura 60: Baixa vertente onde há a deposição de sedimentos, em plantação de soja.

O uso intensivo da terra na bacia do Ribeirão Sozinha, tem induzido às ocorrências de compactação do solo, que ocorre ou por pisoteio de gado ou pelo trânsito de máquinas pesadas (Figuras 61 e 62). Segundo Machado (2003) a compactação do solo é a diminuição do seu volume não saturado, decorrente de uma compressão (Ex.: peso da máquina e implemento) que causa a expulsão do ar do solo, o rearranjo das partículas (areia, silte e argila) e, como consequência, um aumento da densidade.



Figura 61: Área de pastagem com evidências de erosão laminar e compactação do solo.



Figura 62: Terreno com solo compactado em área de cultivo de soja.

O plantio direto e a construção de terraços em curva de nível (terraceamento) são as medidas conservacionistas, para a contenção da erosão, identificadas nas áreas com médio potencial a erosão laminar. A Figura 63 apresenta o cultivo de soja em área que anteriormente cultivou-se milho. Nesse tipo de prática agrícola (plantio direto) o solo não é revolvido com maquinários; há somente a aplicação de produtos químicos, para eliminar as plantas daninhas,

e o plantio é feito entre os resquícios da plantação anterior, reduzindo assim a ação dos agentes erosivos.

A Figura 64 apresenta uma área que está sendo preparada para o cultivo de soja, onde há a associação do plantio direto com os terraços em curva de nível. Estes terraços servem como obstáculos físicos para o escoamento superficial, reduzindo a velocidade do escoamento e favorecendo a infiltração da água pelo solo. Este tipo de medida é aplicável a terrenos com vertentes longas, onde o escoamento superficial pode tomar dimensões preocupantes, transportando grande quantidade de solos sob efeito da gravidade e da energia cinética.



Figura 63: Soja em área de plantio direto onde se evidencia resquícios do cultivo anterior (milho).



Figura 64: Terreno preparado para o plantio de direto (soja), associado a terraços em curva de nível.

- **Classe III – Baixo potencial a erosão laminar**

São áreas onde o uso atual da terra é compatível com a suscetibilidade a erosão laminar (SALOMÃO 1999). 14,42% da área ficou inserida nessa classe de potencial, que ocorre nos solos com erodibilidade que variam de baixa a nula e nas classes de suscetibilidade que variam de moderadamente a pouco a não suscetível. Nesta classe de potencial estão inseridos todos os usos, agricultura, pastagem, área urbana e vegetação.

As áreas com agricultura e pastagem estão em declividades menores que 8% , onde ocorrem os Argissolos e Gleissolos nos fundos de vale, áreas que comumente são depósitos de sedimentos, daí o baixo potencial a erosão laminar.

As áreas com vegetação original de Cerrado também foram consideradas com baixo potencial a erosão laminar, que independente da declividade e da erodibilidade, apresentam-se protegidas dos agentes erosivos. A densidade da cobertura vegetal é fator importante na proteção dos solos, pois reduz o efeito das gotas da chuva durante um evento chuvoso e produz húmus, aumentando assim a estabilidade dos agregados. A vegetação

também contribui para a absorção da água pelo solo, reduzindo assim a ação do escoamento superficial (GUERRA, 2001).

A serrapilheira (Figura 65) também representa um elemento importante de proteção do solo. Constitui uma capa protetora do solo formada a partir dos restos de folhas, galhos, sementes, frutos e restos de animais (GUERRA e GUERRA, 2001), e está associada a áreas com vegetação mais densa, como o Cerradão, a Mata Seca, a Mata de Galeria e a Mata Ciliar.

Segundo Coelho Netto (2001), a serrapilheira é formada por duas camadas, uma superior que compreende os detritos recém caídos e que ainda não sofreram decomposição, e outra inferior, que é constituída por todos os materiais parcialmente decompostos (Figura 66). Essa camada sobre o solo protege o material inconsolidado da chamada erosão por salpicamento, e a matéria orgânica decomposta a partir dos fungos e bactérias presentes neste material fertiliza o solo e aumenta a estabilidade de seus agregados, favorecendo a resistência do solo a erosão.



Figura 65: Serrapilheira em área de vegetação densa (Cerradão).



Figura 66: Indicado pela seta, materiais parcialmente decompostos da serrapilheira.

CONCLUSÕES

Conhecer as características do meio físico é o condicionante preliminar para se avaliar o potencial a erosão laminar em uma bacia. Na bacia do ribeirão Sozinha, a partir das informações do tipo de solo e da declividade do relevo, concluiu-se que 48,19% de toda a área analisada varia de muito suscetível a extremamente suscetível à erosão laminar. Também pôde ser observado, nos resultados da pesquisa, que 29,84% da bacia possui um uso incompatível com as fragilidades apresentadas, enquadrando se em um alto potencial a erosão laminar. E 55,74% das áreas possuem médio potencial a erosão laminar, compreendendo áreas que necessitam de um manejo regular de uso da terra, com medidas conservacionistas.

Excetuando os locais onde ocorre vegetação natural, as áreas que se enquadram em alto e médio potencial são locais onde a inclinação da encosta, somada às fragilidades do solo, que aqui consideramos como erodibilidade, e ao tipo de uso inadequado, são fatores que potencializam as ocorrências de erosão laminar.

O regime pluviométrico da região também se configura como um fator potencializador de processos erosivos. Como já foi discutido na caracterização do meio físico, a bacia do Ribeirão Sozinha está inserida em um clima tipicamente tropical, com duas estações bem definidas, uma quente e úmida, outra fria e seca, sendo que no período quente e úmido, entre os meses de novembro a março é onde ocorrem os maiores índices de precipitação, acima de 80% do total pluviométrico anual. Essas características de distribuição, intensidade, duração e frequência das chuvas, são fatores que, associados a áreas intensamente antropizadas, acarretam a potencialização dos processos erosivos.

A erosão laminar acarreta a perda das camadas mais férteis do solo, e como conseqüência têm se a redução da produtividade das culturas, aumentando os custos da produção, demandando mais insumos para recuperar o solo, e estes sedimentos transportados assoreiam os fundos de vale e cursos de água reduzindo a qualidade das águas e alterando o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos.

As áreas que apresentam alto e médio potencial a erosão laminar necessitam passar por um planejamento que considere os aspectos físicos da paisagem para se definir a capacidade de uso das terras. Esses usos precisam estar associados a medidas conservacionistas para se reduzir os impactos nos solos. Os fatores declividade do relevo e erodibilidade do solo precisam ser considerados no momento de se decidir o uso e manejo da terra, pois com esses condicionantes pode-se mitigar ou até mesmo anular a ação de agentes erosivos.

É cada vez mais urgente a necessidade de elaboração e aplicação de práticas conservacionistas para proteger o solo, principalmente em áreas agrícolas. Bertolini e Lombardi Neto (1999) sugerem algumas práticas para contribuir para a conservação do solo. Procurar manter o solo coberto o máximo de tempo possível durante o ciclo das culturas e após a colheita, com o objetivo de minimizar e/ou impedir o impacto direto da gota da chuva sobre o solo, que causa a destruição dos agregados do solo, o entupimento dos poros e a formação de crosta superficial. Essa crosta, além de dificultar a germinação das sementes, reduz a infiltração da água no solo e contribui para a formação de enxurradas. Adotar práticas agrícolas que mantenham e/ou elevem a capacidade de infiltração da água no solo e reduzam o escoamento superficial e a formação de enxurradas, outro agente muito importante que acelera a erosão.

A ciência geográfica tem contribuído de forma considerável nos estudos e diagnósticos ambientais, com vistas ao planejamento de uso das terras em bacias hidrográficas, apresentando métodos e metodologias compatíveis e eficazes na análise de processos de degradação dos recursos naturais e na compreensão dos impactos causados pela relação do homem com a natureza. A aplicação de modelos de previsão para a definição da suscetibilidade e potencial a erosão laminar pode ser importante instrumento de planejamento e gestão do uso da terra em uma bacia hidrográfica. Contudo, novos estudos devem ser incentivados visando o aprimoramento do modelo, para que se possa elevar a acurácia dos resultados.

O uso do SIG (Sistema de Informação Geográfica) como ferramenta na análise ambiental em bacias tem se mostrado um instrumento eficiente na aplicação de modelos de previsão a erosão, em função da qualidade dos produtos e da velocidade na elaboração das informações. Nesta pesquisa o SIG se tornou uma ferramenta de suma importância, pois através dos *softwares* ArcGis 9.2 e ENVI 4.5 pôde-se proceder a caracterização do meio físico da bacia, os cruzamentos de mapas e a elaboração das matrizes de erodibilidade, suscetibilidade e potencial atual a erosão laminar. E a partir da elaboração das matrizes e seus respectivos mapas pôde-se realizar um diagnóstico mais preciso da área de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA FILHO, G. S. de. **Noções básicas para controle e prevenção de erosão em área urbana e rural**. São Paulo: IPT, 2004.

ALMEIDA FILHO, G. S.; RIDENTE JÚNIOR, J. L. **Erosão: Diagnóstico, prognóstico e formas de controle**. In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Goiânia: ABGE, 2001.

ASSAD, M. L. L.; ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, B. A. Chuvas Extremas na Região dos Cerrados. In: ASSAD, E. D. (Org) **Chuva nos Cerrados: Análise e Espacialização**. Brasília: EMBRAPA – CPAC, 1994.

ARRAIS, T. A. **Geografia Contemporânea de Goiás**. Goiânia: ed. Vieira, 2004.

BAHIA FILHO, A. F. C. Propriedades de Pesquisa em Solos na Região de Cerrados. In: ALVAREZ V.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F., ed. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa, MG. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/UFV-Deptº de Solos, 1996.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D. & PASSOS, E. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais**. 2ª Ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2007. (volume 2).

BOTELHO, Rosângela Garrido Machado. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T., SILVA, A. S. da, BOTELHO, R. G. M. (Orgs) **Erosão e conservação dos solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

BACCARO, C. A. D. Processos Erosivos no Domínio do Cerrado. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Orgs) **Reflexões Sobre Geografia Física no Brasil**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

CAMPOS, A. B. de. Et. al. Análise do Comportamento Espacial e Temporal das Temperaturas e Pluviosidades no Estado de Goiás In: ALMEIDA, M. G. de. (Org.) **Abordagens Geográficas de Goiás: o natural e o social na contemporaneidade**. Goiânia: IESA, 2002.

BERTONI, J. LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 4ª edição. São Paulo: Ícone, 1999. 335 p.

CASSETI, V. **Elementos de geomorfologia**. Goiânia: ed. UFG, 2001.

COELHO NETTO, Ana L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T. CUNHA, S. B. da. (orgs) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM. Folhas Goiânia – SE. 22-X-B-IV e Leopoldo de Bulhões - SE. 22-X-B-V: 1/100.000. Programa de levantamentos geológicos básicos de Brasil. Brasília: MME/DNPM/CPRM, 1993.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM. Folhas Anápolis – SE. 22-X-B-II e Nerópolis - SE. 22-X-B-I: 1/100.000. Programa de levantamentos geológicos básicos de Brasil. Brasília: MME/DNPM/CPRM, 1994.

CUNHA, Marcio Angelieri. **Ocupação de Encostas**. São Paulo: IPT. 1991.

CHRISTOFOLLETI, A. **Análise de sistemas em Geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979.

CHRISTOFOLLETI, A. **Modelagens de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.

CHRISTOFOLLETI, A. **Geografia Física**. Boletim de Geografia Teorética. UNESP, Rio Claro. 1981. 5 -18.

CHRISTOFOLLETI, A. As perspectivas dos estudos geográficos. In: CHRISTOFOLLETI, A. (org). **Perspectivas Geográficas**. São Paulo: DIFEL, 1982.

FAVARETTO, N.; COGO, N. P.; BERTOL, O. J. Degradação do Solo por Erosão e Compactação. In: SIRTOLI, A. E. et. al. **Diagnóstico e recomendações de Manejo de Solo: aspectos teóricos de metodológicos**. Curitiba: UFPR- Setor de Ciências Agrárias. 2006.

FAVARETTO, N.; COGO, N. P.; BERTOL, O. J. Uso, Manejo e Conservação do Solo e Água: aspectos agrícolas e ambientais. In: SIRTOLI, A. E. et. al. **Diagnóstico e recomendações de Manejo de Solo: aspectos teóricos de metodológicos**. Curitiba: UFPR- Setor de Ciências Agrárias. 2006.

FONSECA, A. C. Geoquímica dos Solos In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

GOIÁS (Estado). Secretaria da Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. **Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Por Edgardo M. Latrubesse, Thiago Morato de Carvalho. Goiânia, 2006.

GREGORY, K. J. **A Natureza da Geografia Física**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992.

GUERRA, Antonio José Teixeira. Processos Erosivos nas Encostas. In: GUERRA, A. J. T. CUNHA, S. B. da. (orgs) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

GUERRA, A.J.T. O início do processo erosivo. GUERRA, A.J.T; SILVA, A.S.da; BOTELHO, R.G.M. (Org). **Erosão e conservação do solo**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

GUERRA, A. J. T.; BOTELHO, R. G. M. Erosão dos Solos. In: CUNHA, S. B. da.; GUERRA, A. J. T. (orgs) **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

INFANTE JR, N. FORANSARI FILHO, N. Processos de Dinâmica Superficial. In: OLIVEIRA, A. M. dos S.; BRITO, S. N. A. de. (orgs). **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998, p. 131-152.

IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLOGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. (1990). **Orientações para o Combate à Erosão no Estado de São Paulo, Bacia do Pardo Grande**. São Paulo: IPT, 1990.

JESUS, A. S. **Impactos ambientais na alta bacia urbana do rio das Antas em Anápolis (GO)**. 2007. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2007.

JORGE, F. N.; UEHARA, K. Águas de Superfície. In: OLIVEIRA, A. M. dos S.; BRITO, S. N. A. de. (orgs). **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998, p. 69-85.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos Solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

MACEDO, I. L.; SOUZA, N. M. de.; COMPAGNOLI, F. Utilização de Modelos de Previsão de Erosão/assoreamento para Avaliação do Balanço de Massa numa Bacia Hidrográfica. In: CAVALHO, J. C. de. Et. al. (Orgs). **Processos Erosivos no Centro-Oeste Brasileiro**. Brasília: UnB - FINATEC, 2006.

MACHADO, P. L. O. de A. **Compactação do solo e crescimento de plantas: como identificar, evitar e remediar**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003.

MAFRA, N. M. C. Erosão e Planificação de Uso do Solo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

MENDONÇA, F. **Geografia Física: Ciência Humana?**. São Paulo: Contexto, 1989.

MENDONÇA, F. **Geografia e meio ambiente**. 7º Ed. São Paulo: Contexto, 2004.

MORAIS, R. et. al, Granulitos do Brasil. In: MANTESSO-NETO, V. et. al, **Geologia do Continente Sul Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, 2004.

MOREIRA, C. V.; PIRES NETO, A. G. Clima e Relevô. In: OLIVEIRA, A. M. dos S.; BRITO, S. N. A. de. (orgs). **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998, p. 69-85.

MOREIRA, M. L. O. et al. **Geologia do Estado de Goiás e do Distrito Federal**. Goiânia: CPRM/SIC – FUNMINERAL, 2008.

NASCIMENTO, M. A. S. do. Geomorfologia do Estado de Goiás. In: **Boletim Goiano de Geografia**. Vol. 12 nº 1 – Jan/Dez. 1992. Goiânia editora UFG.

NASCIMENTO, M. A. S. do. O Meio Físico do Cerrado: Revisitando a Produção Teórica Pioneira. In: ALMEIDA, M. G. de. (Org.) **Abordagens Geográficas de Goiás: o natural e o social na contemporaneidade**. Goiânia: IESA, 2002.

OLIVEIRA, M. A. T. Processos Erosivos e Preservação de Áreas de Risco de Erosão por Voçorocas In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

ORELLANA, M. M. P. **Metodologia Integrada no Estudo do Meio Ambiente**. Simpósio Sobre Questões Ambientais e a Situação de Belo Horizonte. Instituto de Geociências da UFMG, 1985. 125 -148.

PINTO, M. P.; DINIZ FILHO, J. A. F. Biodiversidade no Cerrado In: ALMEIDA, M. G. de. (org). **Tantos Cerrados: múltiplas abordagens sobre a biodiversidade e singularidade cultural**. Goiânia: Ed. Vieira, 2005.

POLONIAL, J. **Anápolis nos tempos da ferrovia**. Anápolis: Associação Educativa Evangélica, 1995.

REATTO, A.; CORREIA, J. R.; SPERA, S. T. Solos do Bioma Cerrado: Aspectos pedológicos. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (orgs). **Cerrado: Ambiente e Flora**. Planaltina: EMBRAPA – CPAC, 1998.

REATTO, A. et al. Solos do Bioma Cerrado: Aspectos pedológicos. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (orgs). **Cerrado: Ambiente e Flora**. Embrapa Cerrados – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

RESENDE, M.; KER, J. C.; BAHIA FILHO, A. F. C.; Desenvolvimento Sustentado do Cerrado. In. ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: SBCS; UFV, DPS, 1996.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (orgs). **Cerrado: Ambiente Fauna e Flora**. EMBRAPA – Planaltina, DF: 1998.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: Subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficinas de Texto, 2006.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia, ambiente e planejamento**. 6º Ed. São Paulo: Contexto, 2001.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia Ambiental. In: CUNHA, S. B. da.; GUERRA, A. J. T. (orgs) **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

SALOMÃO, F. X. de T. Controle e Prevenção dos Processos Erosivos In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

SALOMÃO, F. X. DE T. **Processos erosivos lineares em Bauru: regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural**. São Paulo, 1994. 200 p. Tese. (Doutorado em Geografia Física) – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

SALOMÃO, F.X.T. **Erosão e a ocupação rural e urbana**. In: 3o Curso de Geologia de Engenharia Aplicada a Problemas Ambientais. AGAMA-DIGEM:São Paulo/SP. pp.44-71. (1992)

SIMEGO - Sistema de Meteorologia e Hidrologia do Estado de Goiás. Disponível em: <<http://www.simego.sectec.go.gov.br/clima/index.php>> Acessado em: maio de 2009.

SIEG – Sistema de Informação Geográfica do Estado de Goiás. Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br>> Acessado em: fevereiro, março e abril de 2009.

SUPERINTENDENCIA DE ESTATISTICA, PESQUISA E INFORMAÇÃO – SEPIN. <Disponível em: <http://www.seplan.go.gov.br/sepin>> Acessado em: maio de 2009.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.

VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I. F. & CASTRO, S. S. Conceitos e Aplicações das Relações Pedologia-Geomorfologia em Regiões Tropicais Úmidas. In: **Tópicos em Ciências do Solo**, vol. IV (2005), Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. p. 145-192.

VITTE, A. C.; MELLO, J. P. de. **Considerações sobre a erodibilidade dos solos e erosividade das chuvas e suas conseqüências na morfogênese das vertentes: Um balanço bibliográfico**. Climatologia e Estudos da Paisagem. Rio Claro. Vol. 2 número 2 – julho/dezembro/2007, p. 107.