



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
REGIONAL CATALÃO
UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

DIEGO EMANOEL RODRIGUES



**AVALIAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE NATURAL E DO POTENCIAL À
EROSÃO LAMINAR NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO
BOQUEIRÃO, MUNICÍPIO DE DAVINÓPOLIS (GO)**



**CATALÃO (GO)
2016**

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

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

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

2. Identificação da Tese ou Dissertação

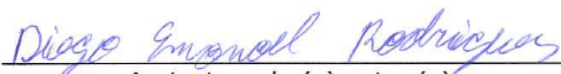
Nome completo do autor: Diego Emanuel Rodrigues

Título do trabalho: Avaliação da Suscetibilidade Natural e do Potencial à Erosão Laminar na Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, Município de Davinópolis (GO).

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

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


Assinatura do (a) autor (a)

Data: 17 / 01 / 2017

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

DIEGO EMANOEL RODRIGUES

**AVALIAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE NATURAL E DO
POTENCIAL À EROSÃO LAMINAR NA BACIA HIDROGRÁFICA
DO RIBEIRÃO DO BOQUEIRÃO, MUNICÍPIO DE DAVINÓPOLIS
(GO)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão, nível Mestrado.

Área de concentração: Geografia e Ordenamento do Território

Linha de pesquisa: Estudos Ambientais

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Kingma Orlando

**CATALÃO (GO)
2016**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Rodrigues, Diego Emanuel

Avaliação da suscetibilidade natural e do potencial à erosão laminar na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, município de Davinópolis (GO) [manuscrito] / Diego Emanuel Rodrigues. - 2016.
103 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Kingma Orlando.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Unidade Acadêmica Especial de Geografia, Catalão, Programa de Pós Graduação em Geografia, Catalão, 2016.

Bibliografia.

Inclui siglas, mapas, fotografias, gráfico, tabelas.

1. Declividade das encostas. 2. Erodibilidade dos solos. 3. Uso da Terra/cobertura vegetal. 4. Erosão laminar. I. Orlando, Paulo Henrique Kingma, orient. II. Título.

CDU 911.2



ATA DA SESSÃO DE JULGAMENTO DA DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO DE
Diego Emanuel Rodrigues

Aos quatro dias do mês de maio do ano de dois mil e dezesseis (04/05/2016), às 09h (nove horas), na Sala de Aula do Mestrado – Bloco A, Regional Catalão/UFV, teve lugar a 108ª Sessão Pública de Julgamento da Dissertação de Mestrado de **Diego Emanuel Rodrigues**, 031.389.941-05, intitulada “**AVALIAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE NATURAL E DO POTENCIAL À EROÇÃO LAMINAR NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO BOQUEIRÃO, NO MUNICÍPIO DE DAVINÓPOLIS (GO)**”. A Banca Examinadora foi composta, conforme Portaria nº. 008/2016 do Programa de Pós-Graduação em Geografia-RC/UFV, pelos Professores: Prof. Dr. Paulo Henrique Kingma Orlando (Orientador IGEO/RC-UFV e Presidente), Prof. Dr. Ivanilton José de Oliveira (Geografia/IESA/UFV – Membro Externo), Prof. Dr. Rafael de Ávila Rodrigues (IGEO/RC-UFV – Membro Interno). Os examinadores arguiram na ordem citada, tendo o mestrando respondido satisfatoriamente. Às 11 horas e 25 minutos a Banca Examinadora passou ao julgamento, em Sessão Secreta, tendo a mestranda obtido os seguintes resultados:

Prof. Dr. Paulo Henrique Kingma Orlando – Ass. _____

Aprovado (x) Reprovado ()

Prof. Dr. Ivanilton José de Oliveira – Ass. _____

Aprovado (x) Reprovado ()

Prof. Dr. Rafael de Ávila Rodrigues - Ass. Rafael de Ávila Rodrigues

Aprovado (v) Reprovado ()

Obs.:

Ata de acordo com as recomendações da banca.

Presidente da Banca – Prof. Dr. Paulo Henrique Kingma Orlando - Ass. _____

Resultado final: APROVADO (x) REPROVADO ()

Reaberta a Sessão Pública, a Presidente da Banca Examinadora proclamou o resultado e encerrou a Sessão, da qual foi lavrada a presente Ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora, Mestrando examinado e pela Secretária do Programa de Pós-Graduação em Geografia-RC/UFV.

Assinatura do Mestrando: Diego Emanuel Rodrigues

Secretária Priscila Querino de Lima

Obs: O(a) aluno(a) deverá encaminhar, no prazo de 15 dias, a contar da data da Defesa Pública, os exemplares definitivos da Dissertação, para arquivamento e devidos encaminhamentos, conforme as normas definidas pelo PPGCC-RC/UFV.

AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares, que apesar de não contribuir diretamente com o trabalho realizado, são eles que formam uma base de irrestrito apoio diante dos desafios colocados pela vida. Dessa forma sou grato a minha mãe, Santília Machado Rodrigues, meu pai, Manoel Machado Rodrigues e meus irmãos, Greth Machado Rodrigues e Cleiton Machado Rodrigues.

Em especial, agradeço ao Prof. Dr. Paulo Henrique Kingma Orlando pela orientação nesse trabalho, em que a sua capacidade de diálogo foi fundamental para que em conjunto conseguíssemos fazer as correções necessárias, reorganizar os rumos da pesquisa e resolver os gargalos que ameaçavam o desenvolvimento da dissertação.

Ao Prof. Dr. Ivanilton José de Oliveira, expresso gratidão pela participação na banca de defesa e na banca de qualificação, sendo suas contribuições essenciais para a viabilização dessa dissertação aqui apresentada.

Ao Prof. Dr. Rafael de Ávila Rodrigues, agradeço pelas contribuições na banca de qualificação e defesa. E ainda destaco o importante empenho dedicado por esse professor para me ajudar a solucionar impasses derivados da minha proposta de estudo.

Aos Profs. Dr. Marcelo Jorge de Oliveira e Dr. João Donizete Lima, por terem apresentado, ao ministrar suas disciplinas no curso de geografia, as noções básicas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento que foram fundamentais para que eu pudesse hoje realizar essa dissertação me utilizando desses conhecimentos.

Ao Prof. Dr. Idelvone Mendes Ferreira, por contribuir como minha pesquisa ao me auxiliar em temas relacionados aos aspectos pedológicos e as coberturas vegetais típicas do Cerrado e seu contexto de ocorrência.

Ao Prof. Ms. Laurindo Elias Pedrosa, que gentilmente sempre esteve a disposição para resolução de dúvidas e também foi responsável por disponibilizar materiais que contribuíram para a caracterização da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGEO da UFG/RC), e de forma geral a todos os professores que pela minha vida passaram e que contribuíram, com o seu trabalho, para culminar nessa dissertação de pós-graduação *stricto sensu*, nível mestrado.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da Bolsa de Mestrado, sem a qual o presente trabalho não teria sido viabilizado.

À minha namorada, Luciana Domingues Chaves, agradeço pela possibilidade de compartilhar as angústias, os problemas e os entusiasmos da vida acadêmica e pessoal. A sua presença incessante, mesmo quando estava longe fisicamente, foi essencial para minha estabilidade ao longo do processo de envolvimento no programa de pós-graduação e confecção da dissertação.

Aos colegas e amigos do Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGEO da UFG/RC) que através dos diálogos empreendidos em debates possibilitaram um aperfeiçoamento de minha formação acadêmica, bem como contribuiu com o delineamento da pesquisa. Em especial destaco a relação mais próxima com o Pedro Paulo Mesquita Mendes, a Suzana Alves Vale, o Gilliard Pedro Marques, a Francielle de Siqueira Castro e o Marcelo do Nascimento Rosa.

Às amigas, em especial a Juniele Martins Silva, a Amanda Pires de Mesquita e a Priscila Afonso Rodrigues de Sousa, que em momentos oportunos contribuíram com a resolução de dúvidas ou correções necessárias para a melhoria da minha dissertação.

Ao apoio da Secretária do Programa de Pós-graduação em Geografia da UFG/RC, na pessoa de Priscila Querino de Lima.

Aos trabalhadores vinculados de forma direta ou indireta com a área da limpeza, segurança e transporte da Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão que através do seu trabalho possibilitaram um ambiente em condições para que eu e demais alunos de mestrado pudéssemos desenvolver nossas atividades com maior tranquilidade.

Aos cachorros de minha família, chamados de Vênus e Pretinho, que me acompanharam nos trabalhos de campo, inclusive em locais de difícil acesso e áreas de vegetação nativa com maior possibilidade de animais silvestres de porte médio.

Por fim, agradeço àqueles que direta ou indiretamente me ajudaram e que, porventura, não citei, mas que tiveram um papel importante na conclusão dessa etapa. Muito Obrigado!

Um profundo desequilíbrio na natureza tem sido provocado pelos nossos agricultores, na sua ignorância ou na sua luta contra limitações de ordem econômica e social. (BERTONI; LOMBARDI NETTO, 2014, p. 13).

Isso não ocorreria se todos os que cultivam a terra pudessem utilizar as vantagens relacionadas com o conhecimento científico da conservação do solo e da água. (BERTONI; LOMBARDI NETTO, 2014, p. 25).

RESUMO

As sociedades humanas ao longo do tempo desenvolveram e aumentaram a sua capacidade de reorganizar espacialmente os elementos do meio que as envolve. Dessa forma, a intervenção antrópica se tornou um dos agentes dinamizadores da paisagem, juntamente com os processos físicos e biológicos. Isso implica dizer que as atividades humanas influem e aceleram os processos de erosão. Especificamente, a erosão laminar é uma forma de manifestação da erosão hídrica que ocorre de forma silenciosa ao depauperar a fertilidade do solo, de forma gradativa, ao longo do tempo. Por esse motivo Bertoni e Lombardi Neto (2014) enfatizam que esse tipo de erosão é uma das formas mais perigosas, especialmente, nos países de clima tropical. A partir disso se propôs realizar o diagnóstico da suscetibilidade natural e do potencial à erosão laminar na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, no município de Davinópolis (GO), com a finalidade de constatar como o atual uso da terra/cobertura vegetal influi para aumentar, amenizar ou neutralizar a suscetibilidade natural à erosão laminar nessa bacia hidrográfica. A metodologia se baseou, de forma predominante, na adaptação da proposta de Salomão (1999), que determinou uma matriz de correlação entre a declividade das encostas e a erodibilidade dos solos para a geração de documento cartográfico que indica a suscetibilidade natural à erosão laminar, que por sua vez, ao ser sobreposto ao mapa de uso da terra/cobertura vegetal, resulta no mapa de potencial atual à erosão laminar. Na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, que apresenta, de forma geral, relevo dissecado, observou-se elevado percentual de áreas com alto grau de suscetibilidade natural à erosão laminar, o que impõe restrições às atividades agrícolas. As áreas com menor suscetibilidade natural à erosão laminar se encontram próximas ao curso hídrico principal, na parte central dessa Bacia Hidrográfica. Quanto ao uso da terra/cobertura vegetal, não se verificou, de forma geral, adoção de medidas conservacionistas e/ou harmonização das atividades antrópicas às limitações naturais à erosão laminar. Assim, a classe I, de alto potencial à erosão laminar, foi mapeada em 37,72% da área da bacia hidrográfica e de forma geral aponta para regiões onde o uso da terra é incompatível às limitações naturais. Enquanto isso, a classe II (médio potencial) apareceu em 45,33% da área da bacia hidrográfica, e nesse caso ainda há incompatibilidade entre o uso da terra e a suscetibilidade natural, passível de ser resolvida com a utilização de práticas conservacionistas. O restante da bacia hidrográfica, 16,95%, se encontra a classe III (baixo potencial). Esses dados expostos revelam a necessidade de um planejamento que busque conservar o solo dessa bacia hidrográfica, que inclusive é uma das maiores bacias, integralmente localizadas no município de Davinópolis (GO). Destaca-se, ainda, que as famílias de agricultores, ao explorar as terras dessa bacia hidrográfica, garantem sua reprodução socioeconômica, além de contribuir para a dinâmica econômica do município de Davinópolis, que tem na produção agropecuária um importante pilar de sustentação.

Palavras-chave: Declividade das encostas. Erodibilidade dos solos. Uso da Terra/cobertura vegetal. Erosão laminar.

ABSTRACT

Over time, the human societies have developed and increased their capacity of spatially reorganize the elements of the environment that surrounds them. Thus, the human intervention has become one of the engaging agents of the landscape, along with the physical and biological processes. This means that human activities influence and accelerate the erosion processes. Specifically, laminar erosion is a form of manifestation of the hydric erosion that occurs silently, depleting the soil fertility, gradually, over time. For this reason, Bertoni and Lombardi Neto (2014) emphasize that this type of erosion is one of the most dangerous, especially in countries with tropical climates. From this, we aim to do a diagnosis of natural susceptibility and of laminar erosion potential in the basin of the Ribeirão of Boqueirão, in the municipality of Davinópolis (GO), in order to investigate how the current land use/ vegetal cover influence to increase, mitigate or neutralize the natural susceptibility to laminar erosion in this basin. The methodology was based predominantly on adapting of the proposal of Salomão (1999), which determined a correlation matrix between the slopes declivity and the soil erodibility, for generating cartographic document indicating the natural susceptibility to laminar erosion. When it was overlaid on the map of land use / vegetal cover, resulted in the current potential map to laminar erosion. In the basin of Ribeirão of Boqueirão, which in general has dissected topography, we observed a high percentage of areas with high natural susceptibility to laminar erosion, which imposes restrictions for agricultural activities. The areas with lower natural susceptibility to laminar erosion are near to the main watercourse, in the central part of this basin. With respect to land use / vegetal cover, overall, it was not verified adoption of conservation measures and/ or harmonization of human activities to natural limitations to laminar erosion. Thus, the class I, with high laminar erosion potential, was mapped in 37.72% of the watershed area and, in general, points to areas where the land use is incompatible with natural limitations. In the meantime, the class II (medium potential) appeared in 45.33% of the watershed area, in which case there is incompatibility between the land use and natural susceptibility, which can be solved with the use of conservation practices. In the rest of the watershed, 16.95%, there is class III (low potential). The data presented show the need for planning that seeks to conserve the soil of this watershed, which also is one of the largest basins, fully located in the municipality of Davinópolis (GO). One should highlight that the families of farmers, when exploring the lands of this watershed, ensure their socio-economic reproduction and contribute to the economic dynamics of the municipality of Davinópolis, which has the agricultural production as an important pillar.

Keywords: Slopes declivity. Soil erodibility. Land use/ vegetal cover. Laminar erosion.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Interconexão dos subsistemas naturais.....	27
Figura 2	Reação de um sistema natural a tensões.....	30
Mapa 1	Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, no município de Davinópolis (GO).....	15
Mapa 2	Localização das fotos registradas na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.....	53
Mapa 3	Unidades Geológicas da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.....	59
Mapa 4	Variação altimétrica na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.....	64
Mapa 5	Unidades Geomorfológicas na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.....	65
Mapa 6	Declividades na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.....	67
Gráfico 1	Média anual da distribuição Pluviométrica em Catalão (GO).....	69
Mapa 7	Associação de classes de solo na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.....	73
Mapa 8	Uso da terra/cobertura vegetal na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, 2015.....	76
Mapa 9	Suscetibilidade natural à erosão laminar na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.....	80
Gráfico 2	Percentuais das classes de suscetibilidade à erosão laminar na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.....	81
Gráfico 3	Percentuais das classes de potencial à erosão laminar na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.....	84
Mapa 10	Potencial à erosão laminar na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.....	85
Foto 1	No segundo plano, área descoberta em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar I e II.....	87
Foto 2	No segundo plano, pastagem em crescimento em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar I e	

	II.....	87
Foto 3	No segundo plano, pastagem em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar I.....	87
Foto 4	Pastagem em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar I.....	87
Foto 5	Área campestre em classe de suscetibilidade à erosão laminar I.....	88
Foto 6	Área florestal em classe de suscetibilidade à erosão laminar I.....	90
Foto 7	Área campestre em classe de suscetibilidade à erosão laminar II.....	90
Foto 8	No segundo plano, predomínio de pastagem sobre classe de suscetibilidade à erosão laminar II.....	91
Foto 9	Pastagem sobre classe de suscetibilidade à erosão laminar II.....	91
Foto 10	Pastagem em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar III.....	93
Foto 11	Plantação de milho em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar III e IV.....	93
Foto 12	Pastagem em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar IV.....	95
Foto 13	Pastagem em classe de suscetibilidade à erosão laminar V.....	95
Foto 14	Silvicultura em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar V.....	95
Foto 15	Área florestal em classe de suscetibilidade à erosão laminar IV....	95
Foto 16	Área florestal em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar IV.....	96
Foto 17	Área florestal em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar V.....	96

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1	Critério adotado na definição de classes de suscetibilidade X declividade (IPT, 1990).....	42
Quadro 2	Matriz de definição das classes de potencial atual à erosão laminar (IPT, 1990).....	43
Quadro 3	Classes de erodibilidade das associações de classes de solo.....	48
Quadro 4	Reclassificação do uso da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Boqueirão, segundo proposta de Salomão (1999).....	51
Quadro 5	Coordenadas geográficas das fotos registradas na bacia hidrográfica do Ribeirão Boqueirão.....	55
Tabela 1	Área ocupada pelas classes de declividade na bacia hidrográfica do Ribeirão Boqueirão.....	66
Tabela 2	Área ocupada pelas Associações de solo na bacia hidrográfica do Ribeirão Boqueirão.....	72
Tabela 3	Área ocupada pelas classes de uso da terra/cobertura vegetal na bacia hidrográfica do Ribeirão Boqueirão, 2015.....	75

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	AMBIENTE, SOCIEDADE E DERIVAÇÕES AMBIENTAIS.....	18
2.1	Apontamentos sobre a interação sociedade/natureza.....	18
2.1.1	Os problemas ambientais e a construção de paradigmas enquanto perspectiva de solução.....	24
2.2	Dinâmica dos ambientes e os limites para a intervenção antrópica.....	27
2.3	A bacia hidrográfica como recorte espacial para estudos ambientais.....	34
2.4	A erosão laminar.....	38
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	41
3.1	Base de dados utilizada para a realização do mapeamento da suscetibilidade natural e do potencial atual à erosão laminar na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.....	43
3.1.1	Aspectos do relevo.....	44
3.1.2	Erosividade.....	45
3.1.3	Erodibilidade.....	46
3.1.4	Uso da Terra/cobertura vegetal.....	49
3.2	Trabalhos de campo.....	52
4	APRESENTAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO BOQUEIRÃO.....	56
4.1	Caracterização socioespacial da bacia hidrográfica.....	56
4.2	Caracterização fisiográfica e socioeconômica da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.....	57
4.2.1	Aspectos litológicos.....	58
4.2.2	Aspectos geomorfológicos.....	61
4.2.3	Aspectos climáticos.....	68
4.2.4	Aspectos pedológicos.....	71
4.2.5	Aspectos do Uso da terra/cobertura vegetal.....	74
5	SUSCETIBILIDADE AO PROCESSO DE EROÇÃO LAMINAR NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO BOQUEIRÃO.....	79
5.1	Suscetibilidade natural à erosão laminar na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.....	79
5.2	Potencial atual à erosão laminar na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.....	84

5.2.1	Classe I de potencial à erosão laminar.....	86
5.2.2	Classe II de potencial à erosão laminar.....	89
5.2.3	Classe III de potencial à erosão laminar.....	94
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	97
	REFERÊNCIAS.....	100
	ANEXO	

1 INTRODUÇÃO

As alterações provocadas pelo homem na crosta terrestre são evidências que demonstram a capacidade das sociedades humanas de provocarem mudanças significativas em seu ambiente de vivência. Com o uso e o consumo dos recursos naturais, insensíveis aos limites dos ambientes, as sociedades humanas exploram, de forma inadequada, o ambiente e provocam graves problemas ambientais.

Nesse sentido, destaca-se que os sistemas naturais possuem dinâmicas ambientais próprias derivadas da interação dos aspectos geoambientais, como clima, litologia, relevo, vegetação, dentre outros. Ao passo que as sociedades humanas passaram a agir conscientemente, através do trabalho, para reorganizarem os elementos naturais de acordo com suas necessidades e intencionalidades, a ação antrópica também se constituiu em um importante agente na transformação das paisagens terrestres.

Dessa forma, a erosão do solo acelerada aparece como resultado dessas paisagens que passaram a ter seus elementos naturais reorganizados em função das necessidades e dinâmica das sociedades humanas. Segundo Bertoni e Lombardi Neto (2014), os processos de erosão do solo acelerados e/ou facilitados pela exploração antrópica são tão antigos quanto a própria agricultura, pois é nesse período que a espécie humana começa, de forma incipiente, a alterar os elementos do meio físico, de forma mais intensa, interferindo na dinâmica do ambiente.

Na segunda década do século XXI, a erosão do solo continua a ser uma consequência ambiental grave, que termina por depauperar o solo e lhe diminuir a produtividade agrícola, acarretando limitações graves, principalmente para os agricultores que dependem diretamente desse recurso natural para sua sobrevivência socioeconômica, bem como para a população em geral, que tende a ter menos oferta dos gêneros alimentícios à disposição.

Haja vista que em regiões de clima tropical a erosão hídrica se constitui como uma das principais formas de perdas de solo, e sua manifestação através da erosão laminar ocorre de forma silenciosa, mas efetiva na depauperação do solo, este trabalho possui por objetivo avaliar a suscetibilidade natural e o potencial à erosão laminar na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.

Essa bacia hidrográfica encontra-se na área rural no município de Davinópolis (GO), como indica o mapa 1. No aspecto social é ocupada, principalmente, por agricultores de pequeno e médio porte, que possuem como principal atividade econômica a pecuária de gado

bovino. Em termos geomorfológicos essa bacia apresenta, de forma geral, relevo dissecado, que é fator potencializador dos processos erosivos e indica a necessidade de cuidados especiais para a prevenção dos mesmos.

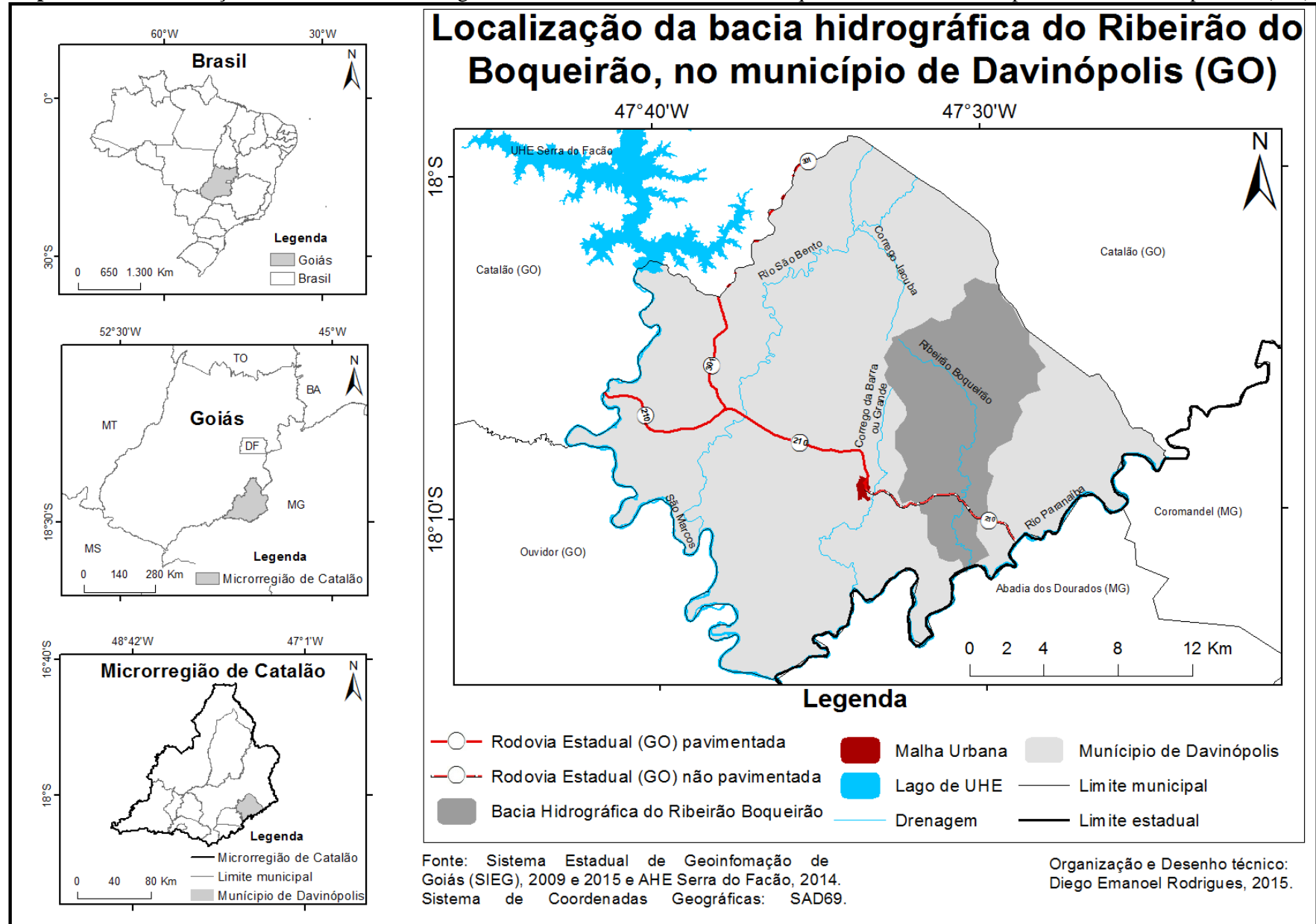
A escolha por essa área de estudo se justificou ao considerar a importância das atividades agropecuárias advindas da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão para a economia do município de Davinópolis (GO), já que essa bacia hidrográfica é uma das maiores localizadas integralmente no município Davinopolino. Destarte, entende-se que o estudo dessa localidade torna-se relevante para a gestão municipal, uma vez que se propõe conhecer e compreender esse ambiente, buscando identificar peculiaridades naturais e antrópicas que influenciam na erosão laminar, que por sua vez depauperava o solo e limita a produção agropecuária.

Visto a ausência de informações sobre essa bacia hidrográfica, esse trabalho cumpre com o papel de trazer um estudo sobre a vulnerabilidade à erosão laminar nessa bacia hidrográfica que visa incentivar a busca de uma harmonia da exploração antrópica com as especificidades naturais desse ambiente, tendo como pressuposto a conservação ambiental dessa bacia que é benéfica tanto para os agricultores dessa região, bem como para o município de Davinópolis (GO), sendo as atividades agrárias importantes para a dinâmica da economia local.

O interesse pessoal pela temática erosão laminar e pela presente área de estudo se deve ao fato de ser filho de agricultor familiar, e por isso ter vivenciado a depauperação do solo que vêm ocorrendo na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão em função de características naturais que são agravadas com o uso da terra sem as medidas conservacionistas necessárias para a proteção e recuperação do solo.

A bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão apresentou, em grande parte de sua área, alta suscetibilidade natural à erosão laminar, decorrente principalmente da associação de relevo movimentado com a associação de solos com alto grau de erodibilidade, como é o caso das classes de Neossolo Litólico e Cambissolo. Quanto ao uso da terra/cobertura vegetal foi identificada a pastagem como principal forma de uso, estando presente também em área de alta suscetibilidade natural à erosão laminar, sem as devidas medidas conservacionistas, o que contribuiu para a classificação de vastas áreas dessa bacia em terrenos com alto e médio potencial à erosão laminar.

Mapa 1: Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, no município de Davinópolis (GO).



Para operacionalização do objetivo proposto, utilizou-se como metodologia a proposta para determinação da suscetibilidade natural e potencial à erosão laminar sugerida por Salomão (1999). As fontes documentais, para obtenção das informações sobre o contexto antrópico e do meio físico da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão foram consultadas, principalmente, por meio dos websites do Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG/GO) e do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Para o processamento e geração dos mapas foram utilizados os *softwares* Arcgis versão 10.2.2, Spring versão 5.2.7 e Scarta versão 5.2.7. Os trabalhos de campo, que foram realizados durante o período do desenvolvimento da dissertação, ocorreram em diferentes momentos, seguindo a necessidade de averiguar características antrópicas e do meio físico, previamente levantadas através de fontes documentais.

Enfatiza-se, ainda, que o referencial teórico adotado discute a paisagem a partir de uma visão sistêmica, como síntese da interação da ação humana com os sistemas ambientais. Dentre os autores, destaca-se Bertrand (2004), que traz o conceito de paisagem enquanto algo dinâmico e instável e resultante de ações físicas, biológicas e antrópicas; Caseti (1991), que debate o ambiente e sua apropriação pelas sociedades humanas; Smith (1988), que em sua argumentação sobre o desenvolvimento desigual, comum ao sistema capitalista, defende a noção de produção da natureza; e Bertoni e Lombardi Neto (2014), que discutem e alertam sobre a necessidade da conservação do solo e o combate à erosão.

A dissertação foi dividida em quatro seções, além de apresentar introdução e considerações finais. O primeiro capítulo teve por objetivo realizar uma discussão teórica sobre os temas correlacionados à discussão empreendida nesse trabalho, são eles: a relação das sociedades humanas com o seu ambiente, a dinâmica e os limites dos sistemas ambientais, a bacia hidrográfica enquanto recorte espacial adequado para estudos ambientais e, por fim, a definição do termo erosão, em especial, a erosão laminar, visto que a intensificação desse processo resguarda relação intrínseca com o uso da terra implementado pela ocupação antrópica. Enquanto isso, a segunda seção teve por finalidade descrever os materiais cartográficos utilizados, bem como discorrer sobre a operacionalização dos procedimentos metodológicos para o mapeamento da suscetibilidade natural e potencial à erosão laminar.

A terceira seção trata especificamente do objeto central de estudo, a bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, em que se buscou caracterizar aspectos geoambientais da Bacia Hidrográfica de essencial importância para a discussão da erosão laminar, como é caso dos aspectos relacionados à litologia, relevo, clima e solo, além de caracterizar o uso da terra/cobertura vegetal que representou a materialização da dinâmica antrópica na região, e

indicar a tipologia da vegetação na bacia hidrográfica, fator primário na análise da erosão laminar.

Por fim, a quarta seção foi composta por duas subseções. Na primeira subseção se discute a suscetibilidade natural à erosão laminar, obtida através do cruzamento matricial entre a declividade das encostas e a erodibilidade do solo, com o objetivo de constatar as restrições ao uso antrópico, em termos de erosão laminar, colocadas por cada terreno. Já na subseção seguinte expõe-se o potencial à erosão laminar da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, com a finalidade de exemplificar e debater o potencial à erosão laminar dos diferentes terrenos derivado da associação dos fatores naturais (suscetibilidade natural) e uso da terra/cobertura vegetal.

2 AMBIENTE, SOCIEDADE E DERIVAÇÕES AMBIENTAIS

2.1 Apontamentos sobre a interação sociedade/natureza

A partir de uma visão do cosmos, o planeta Terra é uno e indissociável, composto por formas de vida que surgiram e evoluíram em estreita dependência das especificidades terrestres, ou seja, pelo atual nível de conhecimento científico, pode-se afirmar que ainda não há formas de vida surgidas na Terra que, para sua sobrevivência, emanciparam-se da dependência dos recursos formados pela dinâmica terrestre.

Dessa forma, o homem, enquanto espécie, não consegue sobreviver sem o ambiente que lhe é intrínseco. Os processos físico-biológicos naturais desse planeta são condição essencial para manutenção da vida humana. A Terra não é apenas o substrato sobre o qual a humanidade evoluiu, mas possui dinâmicas particulares, onde a espécie humana, ao se habituar, consegue sanar as suas necessidades biológicas e perpetuar-se.

O *Homo Sapiens* – representante da espécie humana atual - demonstrou, ao longo da sua história, ampla capacidade cognitiva que lhe propiciou uma adaptabilidade aos diferentes ambientes, garantindo-lhe a possibilidade de se difundir e ocupar o planeta Terra, praticamente em toda sua extensão. A predisposição adaptativa do ser humano derivou, primordialmente, dessa capacidade cognitiva. Assim, a partir da faculdade do raciocínio elaborado, o homem passou, ao longo dos milênios, a compreender aspectos do meio natural e a utilizá-los em seu benefício.

Enquanto as demais espécies possuem como principal mecanismo de adaptação a evolução orgânica, os seres humanos desenvolveram sistemas culturais que lhes permitiram a transmissão de conhecimento. A partir de formas de comunicação sofisticadas, os humanos conseguiram perpetuar os seus feitos através das gerações. Esse fator incide diretamente sobre a capacidade de reprodução da espécie humana. Childe (1971), em estudo sobre a evolução cultural do homem, faz uma analogia entre diversas espécies para ilustrar a diferença fundamental entre o ser humano e as demais formas de vida, segundo ele,

o carneiro está apto à sobrevivência num frio clima montanhês, devido a sua pesada proteção de lã e penugem. Os homens podem adaptar-se à vida no mesmo ambiente fazendo capotes com as peles ou a lã das ovelhas. Com as patas e o focinho, os coelhos cavam buracos para se abrigarem contra o frio e os inimigos. Com pás e enxadas, o homem pode escavar refúgios semelhantes, e mesmo construir outros melhores, de tijolo, pedra e madeira. Os leões têm garras e dentes com os quais conseguem a carne de que necessitam. Os homens fazem flechas e lanças para abater sua caça. Um

instinto inato, uma adaptação hereditária de seu sistema nervoso rudimentar permite até à água-viva agarrar as presas que estão realmente ao seu alcance. O homem aprende métodos mais eficientes e discriminativos de obter alimento, através do preceito e exemplo dos mais velhos. (CHILDE, 1971, p. 32).

A partir dessas diferenças apresentadas pela espécie humana é possível observar que a prática pensante possibilitou a sua versatilidade para se adaptar às variadas condições expostas pelos diferentes sistemas ambientais presentes na Terra. A materialização da capacidade de abstração do homem é demonstrada através da reorganização de elementos naturais na superfície terrestre.

Contudo, ao longo de sua evolução, a espécie humana transformou aspectos do meio físico, deixando as marcas de sua inventividade nos sistemas naturais, bem como nos sistemas econômico-sociais, sendo estes últimos drasticamente modificados, o que conseqüentemente distanciou ainda mais a espécie humana em relação às demais. Folodori (1999), em estudo sobre a crise ambiental e a sua relação com o sistema de produção capitalista, relembra que

no resto das espécies vivas, as diferenças individuais não se acumulam para formar classes distintas. Cada geração deve começar do zero. Pelo contrário, os seres humanos acumulam a informação extra-corporal em instrumentos, utensílios, espaços construídos etc. Mas acumulação não é da sociedade como um todo, mas de cada classe social que transmite às gerações futuras aquilo que logrou. (FOLODORI, 1999, p. 32).

Nesse sentido, a relação da espécie humana com o meio perpassa essencialmente pelo espaço socialmente constituído, sendo que o contexto social em que nasce e cresce o indivíduo exerce influência na forma como o mesmo se relaciona com o ambiente. Tomando isso como premissa para se compreender a relação das sociedades humanas com a natureza se torna necessário entender a dinâmica da própria sociedade, considerando a sua segmentação em diversos grupos sociais com divergências em termos de crenças, hábitos e ferramentas para lidarem com o ambiente que os envolve. Corroborando com essa argumentação, Casseti (1991), em estudo sobre a dinâmica de apropriação e transformação do relevo, faz a seguinte colocação sobre a essência da sociedade humana.

A sociedade é, portanto, um organismo social complexo, cuja organização interna representa um conjunto de ligações e relações fundamentadas no trabalho. Esse trabalho encontra-se diretamente vinculado aos recursos oferecidos pela natureza. Portanto, a natureza resultante da pura combinação dos fatores físicos, químicos e biológicos, ao sofrer apropriação e transformação por parte do homem, através do trabalho, converte-se em

natureza socializada ou “segunda natureza”, caracterizando as relações que incorporam a forças produtivas nos diferentes modos de produção. (CASSETI, 1991, p. 16, grifos no autor).

Desse modo, o trabalho é aspecto chave para a compreensão das sociedades humanas e sua relação com o meio. Segundo o mesmo autor, partindo de uma visão Marxista, o trabalho se constitui como mediador da relação homem/natureza, sendo que o mesmo surge em virtude de necessidades reais dos seres humanos em relação ao ambiente e é responsável por transformar elementos naturais em objeto da própria consciência teórica.

Em outras palavras, é através do trabalho que o homem consegue produzir as ferramentas úteis à sua sobrevivência, transformando para isso a natureza primitiva (1ª natureza) em objetos (2ª natureza). Nesse processo há a socialização da natureza em que o homem modifica atributos físicos, químicos e biológicos do meio físico, bem como transforma a própria condição orgânica de seu corpo.

Smith (1988), em defesa da tese do desenvolvimento desigual e combinado como expressão geográfica do sistema capitalista, faz críticas à dualização da sociedade e da natureza que ocorre desde a origem da ciência. O autor destaca, já na concepção de Francis Bacon, a separação de natureza e sociedade, em que os seres humanos foram colocados como exteriores à natureza, considerando a necessidade de dominar e manipular os elementos naturais.

Pautado em uma interpretação a partir de Marx, Smith (1988) enfatiza a noção de produção da natureza para avançar na discussão da relação sociedade/natureza. Segundo esse conceito, homens e mulheres, seres naturais, através do trabalho transformam a forma dos elementos da natureza conforme suas necessidades e/ou intencionalidades. Nesse processo ocorre a interação metabólica da sociedade com a natureza, em que “a natureza fornece ao trabalho tanto seu sujeito quanto seu objeto – o trabalhador (com suas capacidades naturais e uma intenção propositada) de um lado, e o objeto do trabalho (o material a ser transformado), de outro.” (SMITH, 1988, p. 51).

A partir dessa argumentação, entende-se as sociedades humanas também como natureza. Apesar de agir, primeiramente, pelas influências sociais a que está condicionado o ser humano é, também, um ser natural, que desenvolveu a capacidade de alterar a natureza. Dessa forma, ao passo que as sociedades humanas buscaram adaptar o meio físico as suas necessidades, elas modificaram a sua própria natureza. Exemplo disso é o próprio corpo humano, que passou por modificações significativas ao longo da história em função de novas tecnologias e técnicas descobertas pelo ser humano.

Com esse conceito de produção da natureza, busca-se avançar para além do modo dicotômico de pensar a relação da natureza/sociedade, considerando a relação ecológica das sociedades humanas com o seu meio envolvente. Desse modo, a ideia de conservar a natureza passa por conservar os próprios seres humanos e os recursos do meio físico-biológico, tendo em vista que ambos fazem parte de um mesmo sistema natural que vai sendo modificado ao passo que as sociedades humanas aumentam sua capacidade de intervenção. Envolvido nessa perspectiva, mais uma vez Caseti (1991, p. 12) destaca que

com o aparecimento do homem, em algum momento do pleistoceno, a evolução das forças produtivas vai respondendo pelo avanço na forma de apropriação e transformação da ‘primeira natureza’, criando a ‘segunda natureza’. Assim, conclui-se que a história do homem é uma continuidade da história da natureza; não existindo, portanto, uma concepção dualística de natureza, onde a segunda natureza é vista como primeira. (CASSETI, 1991, p. 12)

Sendo a humanidade também natureza, naturalmente a história das sociedades humanas é parte da história da natureza. Definidas assim as noções de sociedade e natureza como correlatas, verifica-se a importância da organização do trabalho nesse processo de produção da natureza.

Pensando nisso, observa-se que o entendimento do modo de produção - que diz respeito às forças produtivas e às relações sociais engendradas para a produção que exerce influência na forma de produzir, distribuir e consumir os produtos gerados por uma sociedade humana - é essencial para a compreensão da relação da sociedade com seu meio envolvente, pois o modo de produção conduz as relações de produção e exerce controle sobre o trabalho. Nesse sentido, Marx (1967 apud CASSETI, 1991, p. 17) afirma que “o modo que os homens se relacionam com a natureza depende do modo como os homens contraem determinados vínculos e relações; através desses vínculos e relações sociais; e só através deles, é que se relacionam com a natureza.”

Para sintetizar, Caseti (1991, p. 17) conclui “que os fenômenos resultantes da relação homem-natureza encontram-se determinados pelas relações entre os próprios homens, em um determinado sistema social [...]” Desse modo, não é possível a responsabilização individual, ou de um grupo de indivíduos, pelo modo de se relacionar com a natureza sem considerar o contexto histórico-social, com crenças, valores e ideologias, que influenciam diretamente a interação desse com o meio físico.

O objetivo não é destacar uma forma determinista de pensar, que indica que indivíduos raciocinam e agem, rigidamente, de acordo com premissas previamente

estabelecidas, mas enfatizar que homens e mulheres, individualmente, estão atrelados a relações de produção/sociais, em âmbito geral, que limitam suas escolhas. Como afirma Marx apud Smith (1988, p. 98) “[...] o ser humano certamente faz sua própria história, mas não a faz sob condições de sua própria escolha, mas sim sob condições dadas e transmitidas [...]”.

Partindo disso, verificar-se-á que a história humana se segmentou por diferentes modos de produção em tempos e espaços distintos, demonstrando diferentes formas e intensidades das sociedades humanas se relacionarem com a natureza. Especificamente na contemporaneidade, o capitalismo, com suas diversas facetas espaciais, é o modo de produção predominante no globo terrestre. Sendo que esse modo de produção apresenta algumas características peculiares no desenvolvimento das relações sociais, implicando diretamente na produção da natureza, Smith (1988) aponta que

[...] o capitalismo difere de outras economias de troca no seguinte: produz, de um lado, uma classe que domina os meios de produção para toda a sociedade, ainda que não produza trabalho, e, de outro lado uma classe que domina socialmente sua própria força de trabalho, que precisa ser vendida para sobreviver. [...]. (SMITH, 1988, p. 86).

Destarte, o capitalismo, com sua evolução, tornou a economia da troca primordial ao separar o trabalhador dos meios de produção, forçando o mesmo a se sujeitar à venda de sua força de trabalho em troca de uma remuneração salarial, que é fundamentalmente necessário para se adquirir mercadorias que foram produzidas também pelo trabalho. Todo esse processo tende a sanar a necessidade de lucro para o detentor dos meios de produção e acaba por gerar, como consequência, em grande medida, a formação de indivíduos sem a consciência do produto do seu próprio trabalho e das consequências de sua atividade para a produção da natureza.

Nesse contexto, a relação da sociedade com a natureza se torna conflituosa, haja vista que as sociedades humanas, paulatinamente, desenvolveram tecnologias que exploram o meio físico de forma mais intensa, considerando a necessidade de aumentar a produtividade e o consumo com a finalidade de gerar mais riquezas, que são apropriadas diferencialmente entre o trabalhador e os detentores dos meios de produção.

Dessa forma, as mercadorias passam a estar lastreadas, em maior proporção, pelo seu valor de troca do que propriamente pelo seu valor de uso. Os recursos da natureza, inclusive de natureza humana, como a força de trabalho dos seres humanos, passam a ser valorados em termos mercadológicos. Como coloca Marx apud Caseti (1991, p. 21): “no capitalismo, a produção material se inspira na obtenção de benefícios; é um processo de

desenvolvimento das forças produtivas imanentes que não se conjuga com as necessidades e demandas do indivíduo real, nem com as possibilidades e limites da natureza [...].”

A Revolução Industrial originária no século XVIII, na Inglaterra, que dá origem ao período do capitalismo industrial, ilustra as consequências da produção da natureza sob a égide do modo de produção capitalista. Como o termo “revolução industrial” já indica que esse processo transformou a base industrial utilizada até então, como símbolo desse marco histórico tem-se a invenção do motor a vapor que conduziu máquinas para realizarem trabalhos que anteriormente eram empreendidos manualmente por homens e mulheres, com maior rendimento e poupando tempo, bem como força de trabalho. Esse processo pode ser considerado um marco na relação da sociedade humana com a natureza, considerando a alta capacidade de exploração do meio físico adquirida com as novas tecnologias, que potencializaram tanto a exploração dos recursos naturais como do próprio trabalho humano. Cortez (2011), em discussão sobre como o ser humano se insere e como se vê inserido na natureza, aponta que

[...] um fato é incontestável: o estado primitivo da natureza é modificado, quando não comprometido, logo que o homem disponha de meios técnicos um pouco mais aperfeiçoados e também, logo que a densidade de sua população ultrapasse um determinado limite. O homem pode definir-se como desestabilizador nato da terra e do céu, pois não se instala em nenhum trecho do planeta sem impor modificações em cadeia no meio natural. (CORTEZ, 2011, p. 32).

Ao analisar a pré-história, Childe (1971) demonstrou que a partir da introdução da agricultura (prática que baseou-se em técnicas inovadoras para a época) há um acréscimo populacional significativo, e o mesmo ocorre em outros momentos da história humana com os avanços técnicos. No entanto, Leff (2009, p. 42), ao discutir o sistema produtivo capitalista, em texto publicado originalmente no ano de 1986, afirma que “a degradação ambiental não é um resultado direto da pressão demográfica sobre a capacidade de carga dos ecossistemas, mas das formas de usufruto da natureza.” Em uma das passagens de seu livro o autor pontua que

a tecnologia atua como mecanismo ‘mediador’ entre a sociedade e a natureza, ao cristalizar nela os processos de extração de recursos, transformação de materiais e distribuição de desperdícios do sistema produtivos. Os investimentos econômicos concretizam-se mediante determinados **padrões tecnológicos que estabelecem os ritmos e as formas de destruição e preservação do ambiente e dos recursos naturais.** (LEFF, 2009, p. 42, grifos nosso).

Dessa forma, enfatiza-se que as tecnologias, bem como o processo de aumento populacional, podem influir nos sistemas naturais, contudo essas duas variáveis não são, espontaneamente, responsáveis por degradações drásticas nos sistemas ambientais. A capacidade técnico-científica – que deriva diretamente do trabalho - construída pelas sociedades humanas é capaz de produzir técnicas e tecnologias que respeitem as condições ambientais das diversas regiões do planeta, baseando-se numa “racionalidade ambiental” (LEFF, 2009), inclusive resolvendo ou amenizando a questão do aumento populacional sobre o planeta. Ou, por outro lado, desenvolver equipamentos baseados puramente na “racionalidade econômica” (LEFF, 2009), que ainda guia, predominantemente, o modo de produção capitalista gerando, em consequência, degradação e exaustão dos recursos naturais.

Nesse sentido, para compreender e solucionar as mudanças ambientais que estão sendo provocadas nos sistemas naturais, em função da intervenção antrópica, que vêm provocando problemas ambientais e sociais, é necessário entender a dinâmica da produção da natureza que perpassa a própria organização da sociedade e sua interação com o meio envolvente, num processo constante de produção da natureza.

2.1.1 Os problemas ambientais e a construção de paradigmas enquanto perspectiva de solução

No final do século XX e nesse início do século XXI houve a intensificação das discussões, buscando soluções para problemas ambientais, que derivaram, justamente, da materialização das consequências ambientais negativas, originadas das intervenções antrópicas no ambiente, de forma desordenada e predatória, responsáveis por perdas e restrições da vida humana.

Diante disso, Silva (2010), em estudo sobre os significados atribuídos à sustentabilidade e suas relações com os paradigmas ambientais, discute dois paradigmas extremistas colocados como solução para os problemas ambientais. Paradigmas são entendidos “como formas de pensar sobre determinado assunto, [que] vão determinar como os indivíduos ou grupo de indivíduos enxergam o mundo, seus problemas e suas possíveis soluções, em um determinado contexto.” (SILVA, 2010, p. 50).

O primeiro paradigma, o antropocêntrico - coloca o homem no centro - acredita que a solução para os problemas ambientais está na inventividade da espécie humana. A degradação e as consequências ambientais derivadas da utilização da superfície terrestre, de forma predatória, não são vistas como algo de preocupação emergente, considerando que a

ciência e a tecnologia humanas que conseguiram grandes feitos ao longo da história provavelmente também conseguiriam, a partir de tecnologias inovadoras, solucionar os problemas de ordem ambiental.

Se o paradigma antropocêntrico faz idolatria à capacidade cognitiva, aperfeiçoada socialmente, ao longo do tempo, o paradigma ecocêntrico sugere o outro extremo, apresentando os sistemas ecológicos em um espírito romantizado, destacando a prioridade da beleza envolta nos processos naturais. O privilégio da humanidade nesse pensamento é deposto, sendo que a espécie humana apenas deveria buscar satisfazer suas necessidades vitais se assemelhando às outras espécies vivas na Terra, sem interferir de forma intensa nos sistemas naturais.

Ambos os paradigmas expostos apresentam características e impressões que condizem com a forma das sociedades se apropriarem do ambiente, e, ao mesmo tempo, ambas as perspectivas exprimem extremismos. No caso do paradigma antropocêntrico isso ocorre ao exaltar demasiadamente a espécie humana ao acreditar que as sociedades humanas, através de sua engenhosidade/inventividade, possuem sob seu controle as soluções para as consequências dos problemas ambientais.

Acredita-se que a sociedade humana possui a capacidade de criar tecnologias que diminuam o impacto da intervenção antrópica na superfície terrestre a partir de uma “racionalidade ambiental”. Porém, sem realizar previsões futurísticas, cabe enfatizar que a crise ambiental já está posta através das consequências ambientais que afetam populações humanas, periodicamente. Dessa forma, isso indica que o alto padrão tecnológico adquirido atualmente não aponta o equacionamento dos problemas ambientais que afetam a sociedade. Isso porque os problemas ambientais, em muitos casos, possuem como pano de fundo as questões sociais, ou seja, há a necessidade de reflexão sobre a estruturação e dinâmica da sociedade para a resolução dos problemas ambientais.

Desta feita, visualiza-se que, ao longo da história humana, as sociedades humanas construíram instrumentos que facilitaram a sua sobrevivência em relação ao meio, contudo, aumentou-se, exponencialmente, a degradação ambiental. A partir disso, crê-se que a capacidade pensante da espécie humana é fundamental para solucionar os problemas ambientais ao entender, respeitar e explorar o ecossistema de acordo com seus limites ambientais, e não o contrário, quando acredita-se que a intervenção antrópica, ao destruir ecossistemas, será capaz de reconstruí-los quando necessário ou criar instrumentos que substituam suas funções para a vida humana.

No segundo paradigma, o ecocêntrico, coloca-se pontos relevantes como o destaque às relações ecológicas, em que se ressalta a intrincada e complexa teia de relações que possibilitam a existência da vida. Além disso, retira do homem a ideia de espécie prioritária, colocando-o também na perspectiva ecológica e de dependência dos meios ecológicos para a sobrevivência.

No entanto, também há extremismo, no sentido de que coloca a interferência da espécie humana nos sistemas ambientais como algo “impuro”, que deturpa o desenvolvimento “natural” dos sistemas ambientais. Vê-se que isso também é ilusório, haja vista que a espécie humana acumulou e construiu uma complexidade social que não será facilmente destituída. Além disso, como destacado anteriormente, o natural e o social não se dualizam, mas fazem parte de um mesmo conjunto, por isso não é indigno as sociedades humanas se utilizarem dos recursos naturais do planeta Terra para a manutenção de necessidades sociais. O problema se encontra ao utilizar os recursos naturais, irracionalmente, exaurindo-os, e os distribuindo de forma desigual entre as camadas da sociedade humana.

A partir disso, acredita-se que se deve buscar a construção de um novo paradigma, como coloca Silva (2010), independente da denominação que lhe for dada; é importante um equilíbrio em que a história humana com todos os seus avanços não seja negada, mas sim usada para considerar a necessidade de melhorar os sistemas sociais-econômicos humanos, tornando-o mais justo socialmente e respeitando os limites dos ambientes.

De forma geral, a partir do exposto nessa seção, enfatiza que na sociedade contemporânea, influenciada diretamente por preceitos mercadológicos, a capacidade de intervenção e exploração dos recursos naturais deriva, em grande proporção, da condição econômica dos indivíduos. Assim, em uma sociedade desigual, as responsabilidades ambientais também se apregoam de forma diferenciada. Mas, apesar de capacidades de exploração ambiental distintas, a deterioração ambiental se generalizou, principalmente ao aceitar e disseminar a noção do ser humano como fora da natureza, sendo essa última apenas um suporte das necessidades humanas vitais e/ou artificiais.

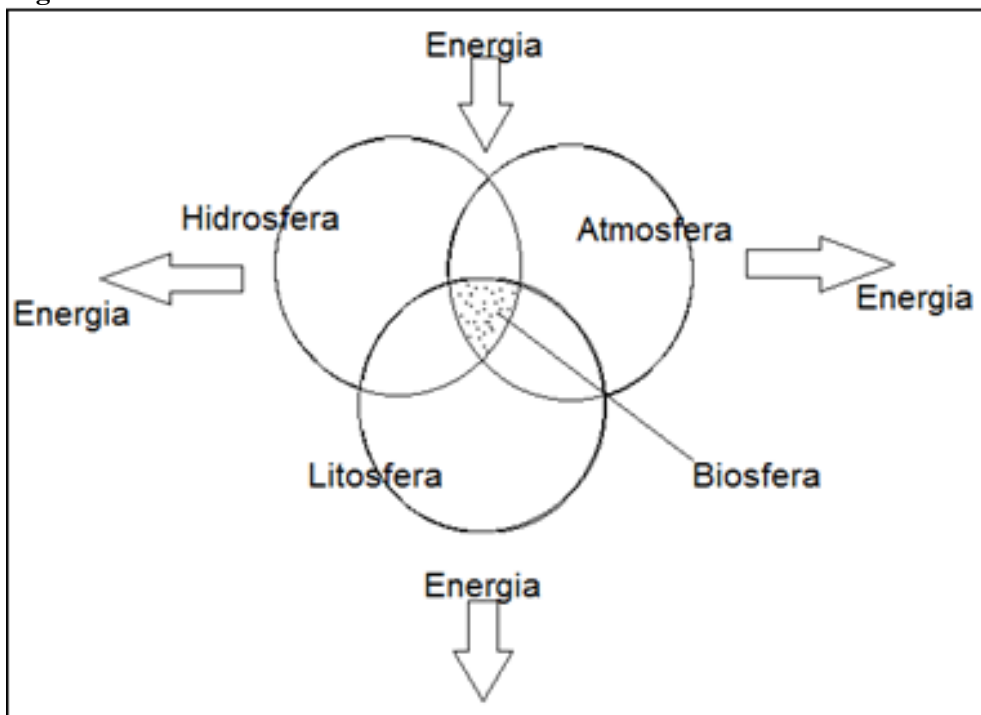
Por isso, a degradação ambiental pode ser minimizada ou evitada através do conhecimento das intrincadas relações do meio físico, permitindo, dessa forma, a conscientização de que os recursos ambientais não estão, exclusivamente, à disposição dos seres humanos segundo a capacidade econômica de cada um. É necessário repensar os princípios difundidos na sociedade atual para se buscar utilizar os recursos naturais de forma racional.

2.2 Dinâmica dos ambientes e os limites para a intervenção antrópica

A partir da discussão empreendida na seção anterior sobre a relação sociedade/natureza, nessa subseção, destaca-se os sistemas naturais e a sua dinâmica complexa e frágil, demonstrando, dessa forma, a importância do respeito aos limites dos sistemas ambientais para evitar a depredação de recursos essenciais à vida humana. Desse modo, assume-se como forma mais apropriada às sociedades humanas entenderem, planejarem e intervirem nos sistemas ambientais de forma a harmonizarem sua intervenção aos limites ambientais.

Drew (2005), em seu trabalho “processos interativos homem e meio ambiente”, considera a terra como um sistema, formado por inúmeros subsistemas. Esse autor define sistema como “um conjunto de componentes ligados por fluxos de energia e funcionando como uma unidade” (DREW, 2005, p. 21). Especificamente, destacam-se três subsistemas pela sua magnitude e importância para a dinâmica terrestre de forma global, são eles: o atmosférico, o hidrosférico e o litosférico, sendo que “na zona de interação dessas três unidades ocorre à vida (subsistema biosférico)”. (CASSETI, 1991, p. 29). A Figura 1 elucida, de forma didática, tal elaboração teórica.

Figura 1: Interconexão dos subsistemas naturais.



Fonte: Drew (2005, p. 21).

Seguindo nessa perspectiva, constata-se que a ocorrência da vida acontece em função de uma complexidade de relações dinâmicas entre esses subsistemas. A existência humana somente se torna possível a partir dessa teia de relações que resultam na biosfera. Assinala-se isso, pois ainda há debates intensos por parte da comunidade científica para delimitar o potencial humano de modificação do planeta terra. Apesar da incerteza na mensuração da capacidade de intervenção humana nesses três subsistemas terrestres (atmosférico, litosférico e hidrosférico) individualizados, enfatiza-se que as sociedades humanas interferem, alteram e possuem capacidade de degradar a biosfera, por excelência, a área condicionadora da vida, inclusive dos seres humanos.

Nesse sentido, as sociedades humanas, ao interferirem em seu ambiente de vivência, não estão alterando apenas aspectos do sistema Terra, mas transformando sua própria condição de vida e sobrevivência. Drew (2005) assinala como as modificações antrópicas afetam os sistemas naturais, e alerta que

[...] a intervenção humana não pode afetar de maneira significativa a atividade dos sistemas em escala global, como o sistema atmosférico, mas os sistemas de ordem inferior, sobretudo aqueles que envolvem os seres vivos (ecossistemas), são vulneráveis às mudanças feitas pelo homem. (DREW, 2005, p. 21-22).

A partir dessa diretriz, tem-se a noção de correlação, ou seja, de sistemas articulados, demonstrando a importância das relações. E, quando se analisa ao nível do solo, no local de vivência dos seres humanos, deve-se ter consciência de que os sistemas ambientais apresentam dinâmicas particulares que são resultado de interações dinâmicas construídas através do tempo. Sendo que a sociedade humana, a partir do momento em que atua de forma a explorar os ambientes, revertendo-os conscientemente em seu favor, torna-se um agente importante nesse conjunto de relações que determinam a paisagem.

Bertrand (2004), ao expressar os caminhos metodológicos para a geografia física, em trabalho publicado originalmente em 1968 na França, define paisagem como uma determinada porção do espaço onde há a “combinação dinâmica, portanto, instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.” (BERTRAND, 2004, p. 141). A paisagem, nessa abordagem, é considerada para além dos elementos físicos, biológicos e antrópicos analisados distintamente. A paisagem é fruto do processo de interação dos aspectos do meio abiótico e biótico, destacando inclusive o meio social.

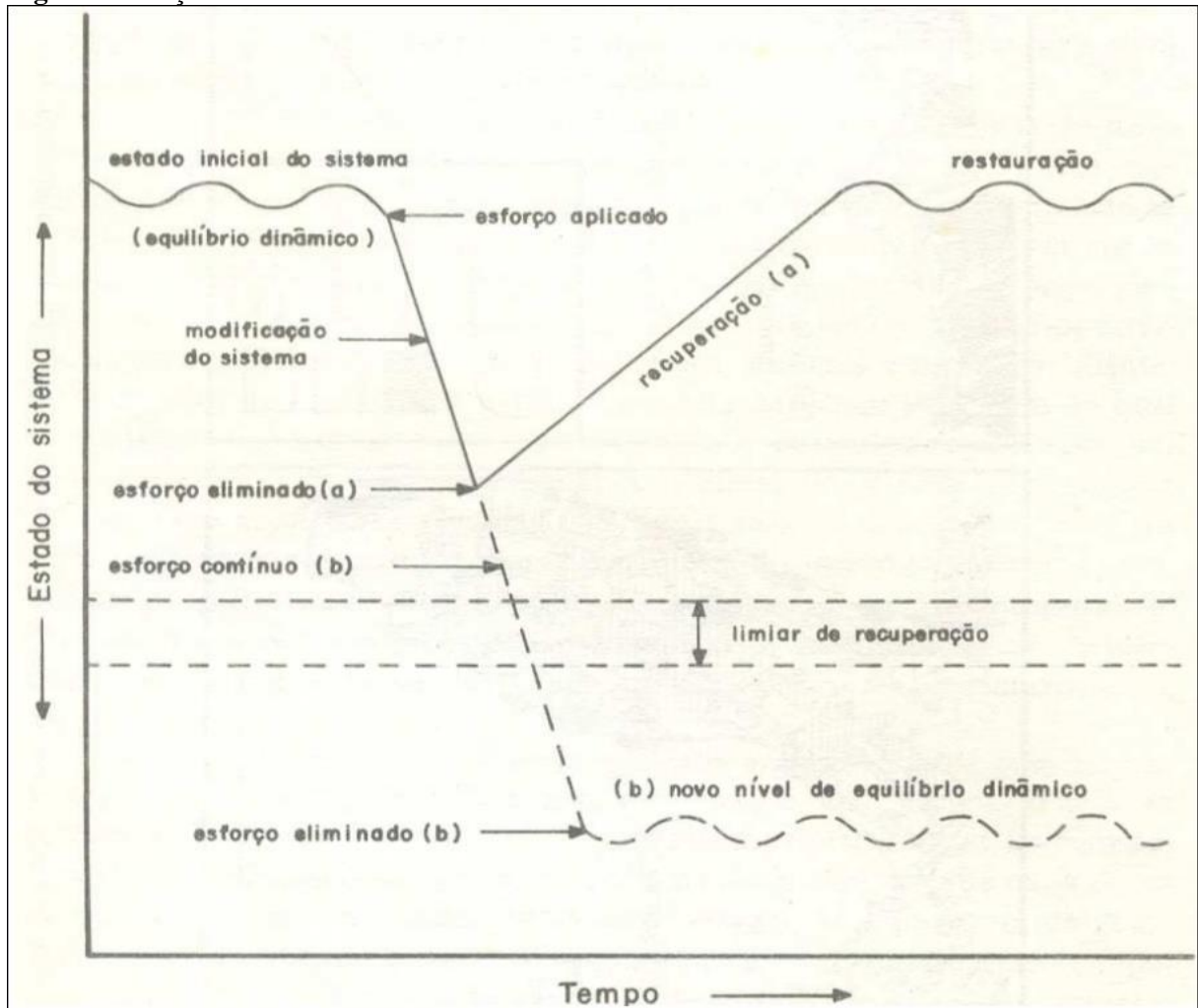
Diante disso, a paisagem, anterior à intervenção antrópica, surge como resultante de intrínsecas relações contínuas entre os seus diversos aspectos físicos e biológicos que evoluíram conjuntamente, através do tempo, em escala geológica. A partir do momento em que a sociedade humana intervém, de forma coordenada e consciente, para cultivar os seus alimentos, e não apenas coletá-los, o homem começa a influenciar, de forma incipiente, a dinâmica ambiental.

Ao longo do tempo a capacidade das sociedades humanas de intervir e de modificar dinâmicas ambientais se intensificou demasiadamente em função do avanço de tecnologias, gradativamente mais eficientes, na exploração dos recursos naturais. E as sociedades humanas, ao intervirem no ambiente sem o conhecimento e/ou a cautela necessária, modificaram-no de modo a gerar implicações ambientais impensadas para o meio e como consequência para si próprias.

Paulatinamente, as discussões sobre a degradação ambiental se avolumaram em função de diagnosticar que a paisagem, principalmente no âmbito da superfície terrestre, foi drasticamente alterada pela intervenção antrópica, normalmente sem a consciência e/ou respeito à fragilidade dos processos ambientais naturais. Praticamente em todo o planeta se notam marcas derivadas da interferência das sociedades humanas no meio. Comprova-se, assim, o potencial da espécie humana para modificar ambientes naturais, criando espaços reorganizados cuja dinâmica ambiental original é revertida ao seu antagônico.

Usar os recursos naturais com vistas à sustentabilidade implica ter a capacidade de compreender a complexidade de intrínsecas conexões dos sistemas naturais. Drew (2005) analisa o processo de interação entre homem e ambiente através de exemplos, principalmente na região da Grã-Bretanha, e demonstra que a exploração de determinado sistema natural, acima da sua capacidade de recuperação, pode provocar a reorganização do equilíbrio dinâmico de tal sistema. Nesse sentido, a exploração predatória contínua dos sistemas naturais os altera de forma a acarretar um novo equilíbrio dinâmico (Figura 2).

Figura 2: Reação de um sistema natural a tensões.



Fonte: Drew (2005, p. 30).

Como se observa na Figura 2, que demonstra de forma elucidativa o raciocínio de Drew (2005), se um determinado esforço aplicado em um ambiente, em equilíbrio dinâmico, for eliminado o ambiente pode se recuperar. No entanto, se o esforço aplicado for permanente e/ou por um longo período de tempo, o limiar de restauração será ultrapassado e como consequência o ambiente reestabelecerá um novo patamar de equilíbrio.

Sendo os seres humanos dependentes dos sistemas naturais, precisarão se adaptar a esse novo contexto ambiental, o problema é que esse processo não ocorre sem perdas e restrições. Ou seja, um novo ambiente produzido a partir de intervenções antrópicas intensas e com características drasticamente modificadas resulta em sofrimento e dificuldades de sobrevivência para a espécie humana. A partir desses pressupostos, destaca-se, justamente, a importância do conhecimento, principalmente, o científico, para a utilização racional dos recursos naturais.

A conscientização sobre a responsabilidade no uso e manejo dos recursos naturais, especificamente no Brasil, país cujo território é dotado de riquezas naturais em alta proporção, é impreterível. Nesse sentido, Ross (2009), a partir de seus estudos de ecogeografia, com base no território brasileiro, expõe a importância de compatibilizar a intervenção antrópica no meio físico e a utilização dos recursos de acordo com as potencialidades e fragilidades dos ambientes. Dessa forma, propõe um uso racional dos recursos naturais considerando o conhecimento das intrincadas relações do meio físico, com o objetivo de retirar os recursos necessários às sociedades humanas com o menor nível de degradação ambiental possível, respeitando os limiares de restauração de cada ambiente. De acordo com Ross (2009),

em função de todos os problemas ambientais, decorrentes das práticas econômicas predatórias, que têm marcado a história deste país [Brasil] e que, obviamente, têm implicações para a sociedade a médio e longo prazos, diante do desperdício dos recursos naturais e da degradação generalizada, com perda de qualidade ambiental e de vida, torna-se cada vez mais urgente o planejamento físico-territorial não só com a perspectiva econômica-social, mas também ambiental. Assim, a preocupação dos planejadores, dos políticos e da sociedade deveria ultrapassar os limites dos meros interesses de desenvolvimento econômico e tecnológico, visando ao desenvolvimento que leve em conta não só as potencialidades dos recursos naturais, mas, sobretudo, **as fragilidades dos ambientes naturais perante as diferentes inserções dos homens na natureza.** (ROSS, 2009, p. 52, grifos nosso).

Nessa conjuntura, chama-se a atenção para a necessidade de conservação do meio físico a partir de um planejamento que integre as variantes ambientais, tendo em vista que o planeta e, especificamente, o subsistema da biosfera, é a área de sobrevivência da espécie humana. Dessa maneira, torna-se ilógico utilizar esses recursos de forma predatória, degradando, de forma intensa, os elementos necessários à vida humana. Em síntese, relembra-se que a sociedade humana, naturalmente, faz parte do sistema terra, e de seus recursos também depende. O uso racional implica em buscar diminuir a degradação ambiental advinda dessa desarmonia entre sociedade e meio físico, que, na verdade, são partes integrantes de um mesmo sistema.

No entanto, tendo como referência a Unidade Federativa do Brasil, verifica-se, de forma geral, a depredação dos recursos naturais nos espaços da cidade e do campo. A urbanização no país, que foi intensificada em meados do século XX, influenciada pelo processo de industrialização combinado com a modernização da agricultura no campo, relegou aos espaços urbanos um uso do solo desregulado que resultou em desordenamento na ocupação, tendo como consequência grave problemas sociais e ambientais, tais como inundações, alagamentos e movimentos de massa.

No campo a modernização da agricultura se demonstrou socialmente injusta, além de reforçar o paradigma ambientalmente contraditório da exploração exacerbada dos recursos naturais. Nesse sentido, no campo o grande desafio é harmonizar a produção agrícola, que é primordial para a sociedade brasileira com a conservação ambiental. A produção agrícola sem as devidas medidas de conservação ambiental tende a degradar o ambiente e limitar e/ou inviabilizar a própria produção agrícola.

Desta feita, para evitar processos depredatórios se torna necessário compreender a dinâmica ambiental em sua totalidade. Sendo que cada aspecto do meio físico se complexifica ao relacionar com os demais. Por isso, para a compreensão ambiental é necessário buscar o entendimento da relação entre as diversas partes do sistema ambiental.

A litologia, por exemplo, que diz respeito à “origem das rochas e suas transformações” (GUERRA; GUERRA, 2011, p. 394), é importante para o entendimento da formação e evolução da paisagem como um todo. Mais especificamente, as rochas influenciam, de forma direta, o relevo e as propriedades do solo.

Seguindo nesta perspectiva, “o clima, [...] refere-se às características da atmosfera, inferidas de observações contínuas durante longo período. O clima abrange um maior número de dados de condições médias do tempo numa determinada área.” (AYOADE, 1986, p. 2). Esse aspecto está em estrita relação com todo meio físico, exercendo influência na hidrografia, no relevo, no solo e na vegetação.

A interação do clima e da litologia (aspecto geológico) é fundamental para a caracterização do relevo. Este aspecto do meio se caracteriza como a superfície da crosta terrestre, sendo “resultado da atuação de dois grupos de forças que podem ser sucessivas ou simultâneas: *endógenas* (dobras, falhas, mantos de charriage, vulcões, terremotos) e *exógenas* (desgaste e acumulação).” (GUERRA; GUERRA, 2011, p. 527, grifos dos autores). O relevo é aspecto primordial na caracterização da paisagem, tendo em vista que os outros aspectos físicos serão influenciados diretamente pelas condições morfológicas.

Já o solo é considerado um aspecto síntese da paisagem em função de ser influenciado diretamente pelo relevo, litologia, clima e, ainda, pelos organismos vivos. Lepsch (2010, p. 19) conceitua solo como “[...] a coleção de corpos naturais dinâmicos, que contêm matéria viva, e resulta da ação do clima e de organismos sobre um material de origem, cuja transformação em solo se realiza durante certo tempo e é influenciada pelo tipo de relevo.” Enquanto síntese da paisagem, destaca-se a importância do solo, mas também sua fragilidade, sendo uma camada que pode ser facilmente modificada por meio da interferência antrópica no ambiente.

Outro importante atributo do meio é a cobertura vegetal que se desenvolve em estreita relação com o solo e exerce também papel fundamental na manutenção do equilíbrio dinâmico do sistema ambiental, principalmente, porque contribui diretamente com o desenvolvimento do solo. No entanto, a cobertura vegetal é altamente vulnerável. As sociedades humanas, com suas tecnologias, adquiriram a capacidade de destruir a vegetação, inclusive com certa facilidade, o que vêm provocando mudanças drásticas nas paisagens.

As atividades do homem, como é o caso da agricultura, obrigam-no a sacrificar pelo menos parte da vegetação natural. Todavia, considerando a importância desse aspecto no meio físico, há a necessidade de racionalidade na supressão da vegetação no ambiente. Como exemplo, cita-se a vegetação às margens da rede de drenagem que exerce papel fundamental na estabilidade do curso hídrico ao ajudar a controlar o fluxo de água no canal fluvial, evitar o processo de solapamento das margens e demais impactos sobre a drenagem.

A legislação federal brasileira expressa pela lei n. 4.771, de 15 de setembro de 1965, já previa as Áreas de Preservação Permanente (APP) com o objetivo de proteger a vegetação essencial para o equilíbrio dos ambientes. Recentemente, entrou em vigor a lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012, que revogou a lei 4.771. O novo Código Florestal resguardou as áreas de preservação permanente, mas com alterações na metodologia para as APP de margem de curso hídrico, sendo que a metragem era iniciada a partir do leito superior do curso hídrico e passou a ser o curso regular. Além disso, em alguns casos, onde a área possui uso consolidado¹, criou-se a obrigatoriedade da recomposição da APP de curso hídrico em função do tamanho da propriedade, e não em relação ao tamanho do corpo fluvial.

Mas, apesar de mudanças que flexibilizaram as restrições ambientais, a lei 12.651 ainda resguarda as áreas de APP enquanto importante princípio que assegura a conservação das funções ambientais da vegetação nativa, como é o caso de topos de morros, declives acentuados (maior que 100%) em torno de nascentes e ao longo das margens dos cursos hídricos intermitentes e perenes, dentre outros.

Os marcos regulatórios são necessários no caminho do planejamento físico-territorial que contemple a preservação e/ou conservação ambiental, entretanto não são suficientes para resolver os problemas. A questão ambiental envolve outros aspectos que são de ordem cultural, social e econômica. Por isso, vê-se a necessidade de um planejamento coeso para o meio rural e urbano, tendo já incluso como parâmetro o respeito aos limites

¹ Uso consolidado, segundo a Lei 12.651/2012, refere-se à área do imóvel rural que tenha sido explorada com atividades agrosilvopastoris, ecoturismo e turismo rural anteriormente a data de 22 de julho de 2008.

ambientais. Dessa forma, busca-se estabelecer como pré-requisito para o crescimento econômico o bem estar social e a conservação ambiental.

No atual nível da evolução do padrão tecnológico, a intervenção antrópica no meio físico assume proporções globais. A degradação dos recursos naturais e os desastres ambientais fazem lembrar que a sociedade humana é parte do ambiente natural, dependendo dele intrinsecamente para sua sobrevivência. Nesse sentido, cabe às sociedades humanas, através do conhecimento apurado dos sistemas naturais, adaptar a sua capacidade de exploração aos limites do ambiente. Isso também significa dizer que a humanidade deve considerar a conservação do ambiente como princípio de crescimento.

2.3 A bacia hidrográfica como recorte espacial para estudos ambientais

A partir da noção de que os sistemas ambientais possuem componentes que são ligados por estreitas e interdependentes relações, neste subitem se justifica a adoção da bacia hidrográfica com recorte espacial adequado para os estudos ambientais. Em especial, os estudos com vistas à conservação dos recursos essenciais à vida, como é o caso do solo, devem buscar um recorte espacial que contextualize as relações ambientais que interferem na distribuição e formação desses recursos na superfície terrestre.

Tendo uma preocupação com a manutenção da relação ecológica do homem com o seu meio de vivência, Tricart (1977), em publicação no Brasil do seu livro *Ecodinâmica*, enfatiza o conceito de sistema como o melhor instrumento que permite compreender a dinamicidade constituída pelo ambiente. Segundo o autor,

o conceito de sistema é, atualmente, o melhor instrumento lógico de que dispomos para estudar os problemas do meio ambiente. Ele permite adotar uma atitude dialética entre a necessidade da análise – que resulta do próprio progresso da ciência e das técnicas de investigação – e a necessidade, contrária, de uma visão de conjunto, capaz de ensejar uma atuação eficaz sobre esse meio ambiente. Ainda mais, o conceito de sistema é, por natureza, de caráter dinâmico e por isso adequado a fornecer os conhecimentos básicos para uma atuação – o que não é o caso de um inventário, por natureza estático. (TRICART, 1977, p. 19).

Nesse sentido, o autor enfatiza a necessidade de buscar compreender as relações dispostas no funcionamento de cada ambiente, pois cada “sistema apresenta propriedades que lhe são inerentes e diferem da soma das propriedades dos seus componentes” (TRICART, 1977, p. 19). Em síntese, significa dizer que os sistemas em sua totalidade se individualizam

em função da organização dos componentes que ocorrem diferenciadamente dando origem a sistemas ambientais, com características particulares.

É consenso entre parte significativa dos ambientalistas e estudiosos da área ambiental, que possuem o pensamento sistêmico como pressuposto básico, que a bacia hidrográfica é o recorte espacial adequado para os estudos ambientais que visam compreender as relações de fluxos e matéria de um determinado ambiente, considerando-se que este tipo de formação natural resguarda as intrínsecas relações particulares dos aspectos físicos, bióticos e antrópicos. Segundo Tucci (1997 apud PORTO; PORTO, 2008), a bacia hidrográfica se define por ser

uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. A bacia hidrográfica compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório (TUCCI, 1997 apud PORTO; PORTO, 2008, p. 45).

O conceito de bacia hidrográfica traz em si a noção de sistema, tendo em vista que a bacia hidrográfica, em toda sua extensão, é uma área de entrada de energia e matéria que, naturalmente, tende a convergir para o fundo de vale, onde se forma a rede de drenagem que segue para o exutório. Nesse contexto, todo o tipo de transformação natural e/ou antrópica interfere nos fluxos da bacia hidrográfica, influenciado no balanço de entrada e saída de energia e matéria da bacia hidrográfica, sendo a água um dos elementos mais dinâmicos, que influi diretamente nos fluxos e processos em uma bacia hidrográfica. Segundo Porto e Porto (2008, p. 45), “a bacia hidrográfica pode ser então considerada um ente sistêmico. É onde se realizam os balanços de entrada proveniente da chuva e saída de água [predominantemente] através do exutório, permitindo que sejam delineadas bacias e sub-bacias, cuja interconexão se dá pelos sistemas hídricos.”

Corroborando essa ideia, Botelho e Silva (2004) destacam que a bacia hidrográfica é reconhecida como unidade espacial na geografia desde a década de 1960 e, recentemente, a partir da década de 1990, paulatinamente também vem sendo adotada por uma gama de profissionais da denominada área das ciências ambientais. Isso decorre do fato desse recorte espacial possibilitar conhecer e avaliar os seus diversos componentes e os processos que nela ocorrem. Dessa forma, a visão sistêmica do ambiente está implícita nessa unidade fundamental (BOTELHO; SILVA, 2004).

Diante da complexidade dos sistemas ambientais é impossível descrever todas as interconexões e relações presentes na dinâmica ambiental das bacias hidrográficas, em função

de haver inúmeras relações dinâmicas para a manutenção do equilíbrio da bacia hidrográfica. No entanto, para estudos ambientais, principalmente com o objetivo de preservar os recursos naturais, como o solo, torna-se necessário compreender o ciclo hidrológico, considerando que esse é o principal ativador dos fluxos de matéria dentro da bacia de drenagem. Segundo Botelho e Silva (2004),

ao distinguirmos o estado dos elementos que compõem o sistema hidrológico (solo, água, ar, vegetação etc.) e os processos a eles relacionados (infiltração, escoamento, erosão, assoreamento, inundação, contaminação etc.), somos capazes de avaliar o equilíbrio do sistema ou ainda a qualidade ambiental nele existente. (BOTELHO; SILVA, 2004, p. 153).

Dentro do ciclo hidrológico se destaca a proporção dos processos de escoamento superficial/infiltração como essencial para compreender o agravamento de alguns processos ambientais, como erosão, assoreamento, contaminação da água, que são prejudiciais à vida. A relação da taxa de infiltração e escoamento superficial é crucial para o entendimento da dinâmica de fluxos dentro da bacia hidrográfica, e por consequência é basilar seu entendimento para a formulação de medidas para fins de conservação ambiental.

A infiltração é concebida como a “capacidade de penetração das águas das chuvas [...]” (GUERRA; GUERRA, 2011, p. 351-352) no solo. Esse processo contribui de forma fundamental para o reabastecimento do lençol freático, e através do escoamento subsuperficial mantém a perenidade dos corpos hídricos superficiais e é fundamental para a dinâmica de formação e evolução do solo.

O escoamento superficial corresponde ao “escoamento de água que ocorre nas encostas, quando o solo se torna saturado. [...] Ele ocorre quando a capacidade de infiltração da superfície do solo é excedida e não consegue mais absorver água.” (GUERRA; GUERRA, 2011, p. 243-244). A consequência imediata do aumento da taxa de escoamento superficial é a diminuição da infiltração que provoca como consequência o aumento hídrico instantâneo dos corpos fluviais incitando enchentes de maiores proporções, ao mesmo tempo, que diminui a retenção de água nos corpos hídricos em superfície e subsuperfície, além disso, também influencia diretamente em processos erosionais.

A distribuição entre a água que infiltra e a que esco interfere, de forma direta, na dinâmica da bacia hidrográfica. Sendo que o percentual de infiltração e escoamento superficial dependerá, majoritariamente, de como estão arrançados certos aspectos dentro da bacia, como é o caso dos percentuais de declividade da encosta, tipo, porosidade e

permeabilidade do solo, condições climáticas e meteorológicas, cobertura vegetal, bem como o uso da terra implementado pela ocupação antrópica.

De forma geral, a retirada da vegetação e compactação do solo para as diversas atividades humanas termina, ao longo do tempo por interferir diretamente no aumento progressivo da taxa de escoamento superficial em contrapartida com a diminuição do processo de infiltração, gerando como consequência problemas ambientais, tais como processos erosionais que desnudam e tornam ineficaz o solo; assoreamento dos cursos hídricos e consequente diminuição na quantidade e qualidade das águas superficiais continentais; além da alteração na fisiologia dos canais fluviais, dentre outros.

A rede hidrográfica, que é formada pelos canais fluviais perenes e intermitentes, é um dos aspectos de maior dinamicidade na bacia hidrográfica, e por isso também é um importante indicador ambiental, pois qualquer mudança de ordem físico-biológica ou antrópica tende a influenciar diretamente a rede hidrográfica, tendo em vista que os fluxos de matéria tendem a ir para o fundo de vale, perpassando pelos canais fluviais. Por isso, as alterações na estrutura e dinâmica dos canais fluviais são importantes para as análises ambientais, pois podem advertir sobre mudanças nas características no movimento sistêmico da bacia hidrográfica, que podem ser de ordem natural ou também antrópica, quando influenciada diretamente pela ocupação da espécie humana.

Em síntese, observa-se que no âmbito da bacia hidrográfica estão presentes os aspectos físicos (clima, relevo, litologia, hidrografia e solo), bióticos (fauna e flora) e antrópicos (a intervenção derivada da capacidade racional da espécie humana), que condicionam e influenciam a evolução da paisagem. Nesse sentido, buscando estudos ambientais que visem subsidiar o uso racional dos recursos naturais, justifica-se a utilização da bacia hidrográfica como recorte espacial.

Especificamente no Brasil, o planejamento territorial-ambiental em função dos limites da bacia hidrográfica é algo que ainda ocorre de forma incipiente. No âmbito da administração pública há dificuldades em se trabalhar com a bacia hidrográfica considerando que as unidades territoriais, representadas pelos estados e municípios, possuem limites que, de forma geral, não coincidem, em sua totalidade, com as delimitações naturalmente colocadas pela bacia hidrográfica. Dessa maneira, a gestão a partir das bacias hidrográficas exige compartilhamento das diversas esferas do poder público, demandando vontade política e esforço dos entes públicos.

A legislação brasileira, em alguns marcos regulatórios que versam sobre questões de cunho ambiental, considera a bacia hidrográfica como recorte espacial, como é o caso da

lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997, responsável por instituir a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SNGRH), que em seu artigo 1º, inciso V, afirma “a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos hídricos”.

O exemplo dessa lei demonstra que não é possível pensar recursos hídricos sem entender o contexto da totalidade que é representada pela bacia hidrográfica. Acredita-se que, paulatinamente, em termos ambientais, a bacia hidrográfica corresponde a uma unidade de análise para a compreensão da dinamicidade da paisagem.

Considerando a premente necessidade dos assuntos de cunho ambiental receberem maior relevância dentro das discussões por parte do poder público, bem como da sociedade em geral, vê-se a possibilidade de maior enfoque no recorte espacial da bacia hidrográfica, pois não é possível pensar em soluções para problemas como a falta de água em qualidade para abastecimento público, falta de produtividade de solos na agricultura, dentre outros, pensando em territórios segmentados segundo a divisão político-administrativa.

Por fim, enfatiza-se que a questão da bacia hidrográfica ser vista cada vez mais como unidade de análise perpassa a necessidade de progressivamente dar maior importância aos problemas ambientais e se buscar soluções que harmonizem a ocupação antrópica aos limites, fragilidades e potencialidades do ambiente. Por isso, planejar em nível de bacia hidrográfica significa também colocar a noção ambiental como requisito prioritário para ordenar as atividades humanas.

2.4 A erosão laminar

O termo erosão é de origem latina e deriva da palavra *erodene* que significa escavar. De forma ampla, a erosão é um processo natural que diz respeito à realização de um conjunto de ações que modelam e remodelam a paisagem ao longo da escala do tempo geológico, tanto que Guerra e Guerra (2011) definem esse tipo de erosão como geológica ou natural. Dessa forma, os autores destacam que a erosão “é realizada normalmente pelos diversos agentes erosivos sem que haja a intervenção do homem, acelerando o trabalho de destruição e construção feito por estes agentes.” (GUERRA; GUERRA, 2008, p. 233)

No entanto, como foi destacado nas seções anteriores, a espécie humana desenvolveu técnicas capazes de modificar o meio físico. Assim, desde a descoberta da agricultura, em que se retirou a vegetação natural e expôs o terreno às intempéries naturais,

como as precipitações e os ventos, acentuaram os processos erosionais do solo. Segundo Bertoni e Lombardi Neto (2014), em estudo sobre a necessidade da conservação do solo,

a luta do homem contra a erosão do solo é tão antiga como a própria agricultura. Quando mudou do nomadismo para um sistema fixo de vida, o homem teve necessidade de intensificar o uso do solo, levando à destruição a cobertura vegetal de superfície e acarretando a exposição do solo às forças erosivas. (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2014, p. 24)

Verificou-se que a espécie humana possibilitou uma melhoria na sua condição de sobrevivência ao produzir, através do cultivo do solo, o seu próprio alimento. Mas ao mesmo tempo alterou a dinâmica do sistema ambiental, potencializando a taxa de erosão do solo, exigindo esforços para a contenção/amenização desse processo que degrada o solo e ao longo do tempo inviabiliza a produção agrícola.

Com isso, no período atual, a harmonização das atividades antrópicas, como é o caso da própria agricultura – vital para as sociedades humanas – com o controle da erosão continua sendo uma necessidade das sociedades humanas, tendo em vista a conservação do solo, essencial para a perpetuação da vida humana. Bertoni e Lombardi Neto (2014) destacam que a erosão do solo desencadeada ou acelerada pela intervenção antrópica, sem as técnicas de contenção necessárias, potencializa a destruição de vastas quantidades de solo em todo o mundo.

A erosão do solo, qualquer que seja a sua causa, torna a terra gradualmente inabitável. Assim que o solo começa a esgotar-se como consequência da erosão hídrica, o homem tende a mudar-se para terras mais produtivas, e, quando não encontra mais onde ir, não tem outro remédio senão adaptar-se ao consumo de quantidades menores de alimentos, cuja a obtenção requer maior trabalho. Esta situação, que traduz em má nutrição e desesperança, existe invariavelmente nas terras muito erosionadas onde uma população numerosa se vê obrigada a viver. (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2014, p. 25).

A erosão hídrica caracterizada, principalmente, pela ação das chuvas se constitui uma das principais causas de erosão e depauperamento do solo, essencialmente nos países com climas, predominantemente, tropicais. Segundo Guerra (1999, p. 29), “à medida que a água infiltra no solo e começam a saturá-lo, poças se formam na superfície, podendo iniciar o escoamento superficial.”

Guerra (1999) destaca as duas formas comuns de erosão hídrica. Segundo esse autor a água que se acumula no terreno começa a descer pela encosta quando o solo está saturado e as poças não conseguem mais conter a água. Em fase inicial de fluxo, é difuso, em forma de um escoamento em lençol ou laminar que por consequência provoca a erosão em

lençol ou laminar. Já o fluxo linear é o estágio seguinte ao escoamento em lençol, quando começa a haver fluxos de água concentrados em canais bem pequenos, em pontos aleatórios da encosta, que realizam o processo de erosão linear.

A erosão linear apresenta, como característica fundamental, a produção de sulcos, ravinas e voçorocas, que são classificadas de acordo com a dimensão dos canais escavados no solo, e é visualmente percebida em função dessas marcas deixadas na encosta. Enquanto isso, a erosão laminar se apresenta de forma imperceptível, pois remove sobre o terreno a camada superficial do solo, diferentemente da forma concentrada como ocorre na erosão linear. Bertoni e Lombardi Neto (2014) definem a erosão laminar como

a remoção de camadas delgadas de solo sobre toda uma área [e] é a forma de erosão menos notada e mais perigosa. [...]. Os solos, por sua ação, tomam coloração mais clara, e a produtividade vai diminuindo progressivamente. A erosão laminar arrasta primeiro as partículas mais leves do solo, e considerando que a parte mais ativa do solo [e] de maior valor, é a integrada pelas menores partículas, pode-se julgar os seus efeitos sobre a fertilidade do solo. (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2014, p. 76)

Os autores destacam que a quantidade de solo transportado pela erosão laminar depende da capacidade de transporte da enxurrada é determinada pelo tamanho, densidade e forma das partículas de solo e pelo efeito de retardamento da vegetação e de outras obstruções. Além disso, a dimensão e declividade da encosta exerce papel fundamental na velocidade do escoamento em lençol.

Em resumo, essa forma de erosão hídrica se relaciona, principalmente, aos aspectos do relevo, ao regime de chuva, às propriedades do solo, bem como à proteção do terreno exercida, primordialmente, pela cobertura vegetal. Dessa forma, a alteração em um desses aspectos, seja de forma natural ou antrópica, tende a propiciar aumento/ou diminuição da erosão laminar. Assim, com a alta capacidade de reorganizar os elementos do meio físico, conquistada pela intervenção antrópica ao longo do tempo, a espécie humana afetou e continua afetando de forma contínua o processo de erosão laminar.

Neste trabalho se buscou verificar o potencial para a erosão laminar da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, no município Davinópolis (GO), indicando como a intervenção antrópica vem contribuindo para a maior fragilidade do solo à erosão laminar. Na próxima seção se elucida a metodologia adotada para a realização do estudo.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo utilizou como referência, de forma preponderante, Salomão (1999), que organiza a metodologia para mapeamento da suscetibilidade natural e do potencial à erosão laminar, inspirado nos conceitos originários da Equação Universal de Perdas de Solo. Cabe destacar que o objetivo do trabalho aqui empreendido foi realizar uma análise qualitativa da suscetibilidade natural e do potencial à erosão laminar, em função de não ser possível realizar análises de perdas de solo, de cunho quantitativo, sem dispor de arsenal de informações, equipamentos específicos, tempo e treinamento técnico adequado.

Desta feita, adaptando a metodologia de Salomão (1999), em um primeiro momento se confeccionou o Mapa de suscetibilidade natural à erosão laminar, que teve por objetivo mapear áreas que, em função de fatores naturais, possuem maior ou menor propensão à erosão laminar. O procedimento técnico para a geração desse mapa seguiu as indicações de Salomão (1999), que sugere a sobreposição dos fatores naturais determinantes para a erosão laminar, sendo eles: a erodibilidade dos solos e a declividade das encostas. Já “os fatores erosividade e comprimento das encostas devem ser utilizados em complementação à avaliação final das classes de suscetibilidade.” (SALOMÃO, 1999, p. 237).

No Quadro 1 apresenta-se a matriz de correlação entre as classes de erodibilidade dos solos e declividade das encostas para a classificação da suscetibilidade natural à erosão laminar, proposta por Salomão (1999). Segundo essa proposta, os solos são segmentados em cinco classes de erodibilidade, sendo a classe I representante dos tipos de solo com o maior grau de erodibilidade, decrescendo, respectivamente, até classe V, que representa os solos com menor grau de erodibilidade.

Enquanto isso, o quesito declividade das encostas é segmentado em quatro classes, sendo que a classe I aponta as declividades mais acentuadas, enquanto a classe IV se refere às menores declividades. Como resultado desse cruzamento matricial (Quadro 1) obtém-se cinco classes de suscetibilidade natural à erosão laminar. São elas: Classe I → extremamente suscetível; Classe II → muito suscetível; Classe III → moderadamente suscetível; Classe IV → pouco suscetível; Classe V → pouco a não suscetível.

Quadro 1: Critério adotado na definição de classes de suscetibilidade X declividade (IPT, 1990).

		Declividade (%)			
		I (>20)	II (12 a 20)	III (6 a 12)	IV (< 6)
Erodibilidade	1	I	I	II	II
	2	I	II	II	III
	3	II	III	III	IV
	4	III	IV	IV	V
	5	Não existe	Não existe	Não existe	V

Fonte: Salomão (1999, p. 240).

O mapeamento da suscetibilidade natural do terreno à erosão laminar constitui etapa intermediária para a obtenção da suscetibilidade final do terreno, também chamado de potencial atual à erosão laminar. Para isso, é necessário cruzar as cinco classes de suscetibilidade natural à erosão laminar com cinco classes de uso da terra/cobertura vegetal. A segmentação das classes de uso atual da terra/cobertura vegetal segue o mesmo padrão das classificações da declividade das encostas e da erodibilidade dos solos, sendo que a classe 1 representa o tipo de uso da terra/cobertura vegetal que potencializa em maior grau os processos de erosão laminar, enquanto a classe 5, respectivamente, indica o uso da terra ou cobertura vegetal que, teoricamente, minimiza ao máximo a suscetibilidade final a erosão laminar.

Dessa forma, com o cruzamento das cinco classes de suscetibilidade natural à erosão laminar com as cinco classes de uso da terra/cobertura vegetal obtém-se como resultado o potencial à erosão laminar (Quadro 2). A Classe I aponta um alto potencial à erosão laminar, enquanto a classe II representa o médio potencial e, por fim, a classe III demonstra um baixo potencial ao processo de erosão laminar.

Essas três classes de potencial à erosão laminar (alto, médio e baixo) têm como finalidade demonstrar como o atual uso da terra/cobertura vegetal exerce influência na dinâmica do ambiente, potencializando ou minimizando/neutralizando a fragilidade natural do terreno à erosão laminar.

Quadro 2: Matriz de definição das classes de potencial atual à erosão laminar (IPT, 1990).

		Classe de ocupação atual das terras				
		1	2	3	4	5
Classes de suscetibilidade à erosão laminar	1	I	I	I	II	—
	2	I	II	II	III	—
	3	II	II	II	III	—
	4	II	III	III	III	—
	5	III	III	III	III	III

Fonte: Salomão (1999, p. 243).

Como objetivo principal, essa metodologia visa alertar para o modo como as sociedades humanas estão ocupando e explorando a superfície terrestre e como isso vem contribuindo para a depauperação do solo – elemento fundamental para a reprodução da vida – através da erosão laminar. Nesse sentido, ao utilizar essa metodologia na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão o intuito, de forma geral, foi identificar o potencial à erosão laminar nessa bacia, para despertar os agricultores residentes nessa região, bem como o poder público, sobre a necessidade de buscar harmonizar, de forma contínua, a exploração antrópica aos limites do ambiente, para não exaurir o solo, que é um recurso natural essencial para a economia e vida sociocultural dos habitantes que estão na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.

3.1 Base de dados utilizada para a realização do mapeamento da suscetibilidade natural e do potencial atual à erosão laminar na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão

Considerando o que foi exposto anteriormente, nesta subseção se expõe a base de dados utilizada para a operacionalização da metodologia proposta por Salomão (1999). Esse autor destaca que o primeiro passo para elaboração do mapa de potencial da suscetibilidade à erosão laminar é levantar os dados necessários e condizentes com a escala do projeto.

Na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, de forma geral, pode-se constatar a ausência de informações detalhadas, ou seja, houve a dificuldade de encontrar levantamentos topográficos, de solos e de uso da terra em escala maiores (em nível de detalhe). Nesse sentido, a base de dados foi confeccionada a partir de imagens de satélite e mapas em escala menor (1:250.000), derivando em mapeamento natural e do potencial à erosão laminar em escala mais generalizada. Em função disso, gerou-se uma primeira aproximação e identificação do potencial à erosão laminar presente nessa bacia, sendo que

através dos trabalhos de campo se buscou corrigir e melhorar imperfeições na base de dados utilizada. A seguir, demonstram-se os materiais e procedimentos utilizados para a geração da base de dados do presente estudo.

3.1.1 Aspectos do relevo

Para a geração dos mapas de declividade e altimetria, utilizou-se como base a imagem da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), trabalhada e disponibilizada pelo Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), que abarca todo território goiano, com resolução espacial de 30x30 metros. Para ambos os mapas, utilizou-se o sistema de informação geográfica, programa *arcgis* versão 10.2.2.

Especificamente para o mapa de declividade, converteu-se as coordenadas geográficas da imagem SRTM para a projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), datum Sirgas 2000. Através da ferramenta *Slope*, dentro do módulo *3D Analyst*, gerou-se a declividade das encostas, sendo que a segmentação das classes foi feita segundo recomendação de Salomão (1999, p. 238), “contemplando intervalos de declive adotados na definição das classes de capacidade de uso das terras.” Foram 4 classes de declividade, expressas em percentual: Classe I → > 20%; classe II → 12% a 20%; classe III → 6% a 12% e classe IV → 0% a 6%.

Considerando que a imagem SRTM é uma informação do tipo raster, com valores de altitude para cada pixel, para o mapa de altimetria, que ilustra características morfométricas da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, o procedimento consistiu em alterar a legenda em estilo *dégradé* para classes. Para isso, utilizou-se o comando *natural breaks*, que segmenta as classes de altimetria de forma natural.

Ressalta-se que foi inviável a utilização da fórmula de Sturges para a determinação da quantidade de classes, considerando que o número de pixels para a imagem SRTM é alto, o que por consequência resultaria em número elevado de classes (em torno de 298). Nesse sentido, optou-se por verificar manualmente qual o número de classes apresentava uma ilustração que indicasse uma boa visualização da variação altimétrica evitando, ao mesmo tempo, segmentação excessiva que comprometesse a distinção das classes pelo leitor. A partir disso se optou por oito classes, considerando que essa quantidade de classes permitiu uma boa ilustração da variabilidade altimétrica na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.

Cabe ressaltar que quanto ao comprimento das encostas, foi constatado, através de

análise visual, por meio de cartas topográficas (Catalão e Coromandel) em escala 1.100.000 e imagens de Google Earth Pro, que as áreas onde predominaram as classes de alta (I e II) suscetibilidade natural à erosão laminar, os comprimentos de rampa se apresentam menores em relação às áreas mais próximas ao Ribeirão do Boqueirão, principalmente nas classes III e IV, que apresentam comprimento de rampa maior. A partir dessa observação, e em função de Salomão (1999) considerar como complementar esse quesito, sendo importante justamente para a comparação com as outras informações, não foram realizados cálculos de comprimento de rampa na encosta.

Tendo em vista que quanto menor o comprimento de rampa e maior o percentual de declividade, aumentam o risco ao processo de erosão laminar, constatou-se a harmonização dos riscos relativos aos quesitos de declividade (fator determinante) e comprimento de rampa (fator complementar), pois verificou de forma geral, a tendência de maiores graus de declividade associados a menores comprimentos de rampa.

3.1.2 Erosividade

Salomão (1999) considera a erosividade da chuva também como complementar para a análise da suscetibilidade natural à erosão laminar. Segundo Bertoni e Lombardi Neto (2014, p. 250), o fator R (erosividade/índice de erosão pela chuva) é “um índice numérico que expressa a capacidade da chuva, esperada em cada localidade, de causar erosão em uma área sem proteção.”

Contudo, na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão não existem equipamentos pluviométricos para exemplificar as diferenças de precipitações e por consequência erosividade dentro da bacia. Por isso se fez a estimativa da erosividade, por aproximação, sendo que os dados de precipitação foram adquiridos da Estação Meteorológica Convencional, que se localiza na cidade de Catalão (GO), nas coordenadas geográficas de 18°10'60" de latitude sul e 47°57'0" de longitude oeste (INMET, 2015).

O uso dos dados dessa estação, que se encontra a uma distância de 45km da bacia hidrográfica em estudo, justifica-se pela ausência de outros equipamentos com maior proximidade da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão. Além disso, Rodrigues et al. (2008), determinando regiões climaticamente homogêneas no estado de Goiás, analisaram os dados de diversas estações meteorológicas e verificaram que pontos representativos de Catalão, Formosa, Ipameri, Posse, Goiânia, Rio Verde, Pirenópolis, Goiás, Aragarças e Paranã, tendem a se agrupar, com características climáticas homogêneas. Isso indica maior

confiabilidade na utilização dos dados da Estação Convencional de Catalão (GO) para bacia hidrográfica do Ribeirão Boqueirão (GO), tendo em vista que a bacia em estudo, no município de Davinópolis (GO), pela proximidade, provavelmente está inserida nessa região climaticamente homogênea.

As informações de precipitação (dados mensais) foram adquiridas entre os períodos de janeiro de 1961 e dezembro de 2014. Cabe ressaltar que essa série histórica continha falhas de registro de precipitação nos anos de 1979 (janeiro e fevereiro), 1987 (julho a dezembro), 1988 (janeiro a dezembro) e 1989 (janeiro a junho). Assim, para o cálculo da média anual, todos esses anos com ausência do registro de precipitação, em pelo menos um mês, foram excluídos. A média mensal para cada mês foi calculada individualmente, levando-se em consideração todos os dados de precipitações disponíveis para cada mês do ano.

Considerando o que foi exposto nesse trabalho a erosividade foi considerada constante para toda a bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão. Acredita-se que isso não comprometa o estudo, tendo em vista que a bacia hidrográfica não apresenta dimensões elevadas, o que proporciona menor probabilidade de diferenças marcantes de precipitação, e, por consequência, de erosividade dentro desta bacia.

A partir de diversos estudos e melhorias, Bertoni e Lombardi Neto (2014), com o objetivo de simplificar o cálculo da erosividade, tendo em vista as dificuldades de adquirir e analisar as informações, principalmente no que diz respeito à energia cinética das chuvas, propuseram o cálculo da erosividade a partir da equação $EI = 67,355 (r^2/P)^{0,85}$, onde EI é a média mensal do índice de erosão expresso em MJ. mm/ha.L; r é a precipitação média mensal em milímetros e P é a precipitação média anual em milímetros. A partir desta fórmula se tem uma estimativa da erosividade para determinada região.

O índice de erosão médio anual, isto é, o fator R [erosividade] para um local, é a soma dos valores mensais dos índices de erosão. Para um longo período de tempo, vinte anos ou mais, essa equação estima com relativa precisão os valores médios de EI de um local, usando somente totais de chuva, os quais são disponíveis para muitos locais. (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2014, p. 253).

Utilizando-se a média mensal para a série histórica da estação meteorológica convencional de Catalão se obteve o valor de 121,21mm, enquanto a média anual foi de 1.455,6mm. Inserindo tais valores na fórmula de Bertoni e Lombardi Neto (2014) se obtêm índice de erosão mensal para a bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão de 480,62

MJ.mm/ha.L. Convertendo para o índice de erosão anual se tem o resultado de 5.767,44 MJ.mm/ha.L.ano.

A título de comparação, Bertoni e Lombardi Neto (2014) encontraram índice médio anual de erosão na porção leste do estado de São Paulo (5.750 MJ.mm/ha.L. ano) semelhante ao índice de erosão aproximado para a bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.

3.1.3 Erodibilidade

A erodibilidade diz respeito à diferença das propriedades dos distintos tipos de solos que, por consequência, influenciam no seu grau de friabilidade. Para o presente estudo, a determinação das classes de erodibilidade foi realizada a partir de analogia com estudos que já realizaram análises com relação à erodibilidade das classes de solo.

Considerando a dificuldade de encontrar mapeamentos pedológicos, em escala detalhada, para a área de estudo, bem como a inviabilidade de realizar esse tipo de levantamento em função de tempo hábil e preparo técnico, utilizou-se o levantamento de solo adquirido pelo SIEG.

Esse levantamento foi realizado na escala de 1:250.000 e trabalha com associações de classes de solo. Pela observação da distribuição das curvas de níveis, extraídas de imagem SRTM, verificou-se que esse levantamento apresentou relação entre as associações de classes de solo e o aspecto geomorfológico. A partir disso, através de imagens do Google Earth Pro e trabalhos de campo, foram realizadas suaves adequações na distribuição das associações de classes de solo na bacia hidrográfica. Esse processo foi feito mediante a observação da descrição das associações de classes de solo com características geomorfológicas e litológicas verificadas em campo. O objetivo desse processo foi apenas de melhorar a delimitação das associações de classes de solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.

A segmentação das classes de erodibilidade foi considerada em comparação à sugestão de Salomão (1999), em seu artigo que debate a metodologia para mapeamento da suscetibilidade natural à erosão laminar e, também, através de Calderano Filho et al. (2014), que analisaram a suscetibilidade dos solos à erosão laminar, na microbacia do córrego Fonseca, na região serrana do estado do Rio de Janeiro. Como resultado, enquadraram-se as associações de classes de solo da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão em três dentre as cinco classes de erodibilidade constantes na metodologia de Salomão (1999) para o

mapeamento da suscetibilidade natural à erosão laminar. O Quadro 3 elucida as classes de erodibilidade das respectivas associações de classes de solo.

Como resultado, as associações de classe de solo para a bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão foram equiparadas em três classes de erodibilidade, são elas: classe I, III e IV. As associações de classes de solo que se encontram na classe de erodibilidade muito forte (classe I) foram justificadas pelo fato de Cambissolos e Neossolos Litólicos apresentarem, segundo Salomão (1999), alto grau de erodibilidade. Dessa forma, definiu-se para associações com essas duas classes de solo, em relevo ondulado à forte ondulado, a classe de erodibilidade muito forte (Classe I).

Quanto à associação de Cambissolo com Latossolo Vermelho (dx Cd2 Cd1), ocorreu um impasse, pois Salomão (1999) inclui a classe de Cambissolos na classe muito forte, enquanto os Latossolos de textura média e argilosa são classificados na classe de erodibilidade fraca (classe IV). Desse modo, entendendo a importância do aspecto textural para a erodibilidade do solo, recorreu-se à classificação de erodibilidade realizada por Calderano Filho et al. (2014), que determinaram que a textura média/argilosa, característica dessa associação de solo, está em classe intermediária (no caso, esses autores trabalham com seis classes). Assim, optou-se por classificar essa associação de solos na classe moderada (classe III).

Quadro 3: Classes de erodibilidade das associações de classes de solo.

Classes de erodibilidade	Descrição das associações de solo (adaptada do SIEG/GO) ²
Classe I	CAMBISSOLO Distrófico ou Álico Tb, textura média cascalhenta ou argilosa cascalhenta, relevo ondulado e forte ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO distrófico, textura média cascalhenta, relevo forte ondulado, ambos fase pedregosa + CAMBISSOLO (dz Cd3 Cd2); NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico ou Eutrófico + CAMBISSOLO Distrófico Tb, ambos A moderado, textura média cascalhenta ou argilosa cascalhenta, fase pedregosa, relevo forte ondulado e ondulado (fl RLd10 RLd10);
Classe II	-----
Classe III	CAMBISSOLO Distrófico ou Álico Tb, textura média cascalhenta ou argilosa cascalhenta, fase pedregosa, relevo ondulado + LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, textura muito argilosa ou argilosa relevo plano e suave ondulado, ambos A moderado (dx Cd2 Cd1).

² A classificação das associações de solo adquirida pelo SIEG/GO data de 2005, antes da mudança da nomenclatura de algumas classes de solo. Por isso, foram atualizados os nomes das classes e as respectivas siglas, até o segundo nível categórico. Seguem as classes atualizadas, de acordo com o IBGE (2015): Latossolo Vermelho-Escuro (LE) → Latossolo Vermelho (LV); Solo Litólico (R) → Neossolo Litólico (RL); Latossolo Variação Una (LU) → Latossolo Amarelo (LA).

Classe IV	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico textura argilosa, relevo suave ondulado + CAMBISSOLO Distrófico ou Álico Tb, textura média cascalhenta ou argilosa cascalhenta, fase pedregosa, relevo ondulado, ambos A moderado (ax LVd18 LVd14); LATOSSOLO VERMELHO + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO + LATOSSOLO AMARELO, todos Distróficos, A moderado, textura muito argilosa ou argilosa, relevo plano e suave ondulado (al LEd4 Led 3).
Classe V	-----

Fonte: SIEG/GO, Salomão (1999) e Calderano filho et al. (2014). Adaptação: RODRIGUES (2015).

Foi constatado, através dos trabalhos de campo, que a associação de Latossolo Vermelho com Cambissolo (ax LEd18 LEd14) localiza-se em restrita área, próxima às margens do Ribeirão do Boqueirão e do Rio Paranaíba, em relevo plano a suave ondulado. A partir disso, dentro da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, considerou-se a predominância da descrição da classe de Latossolo Vermelho sobre a descrição da classe de Cambissolo, nessa associação de solo. Dessa forma, Calderano Filho et al. (2014) classificam a textura argilosa e o relevo até suave ondulado, com erodibilidade moderada a baixa. Por isso, essa associação foi considerada na classe IV.

Na base de dados, original, relativa às associações de classes de solo, adquirida pelo SIEG, a associação de Latossolo Vermelho, Vermelho-Amarelo e Amarelo não se encontrava dentro dos limites da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão. No entanto, buscando diminuir as generalizações geradas pela escala de 1:250.000, inseriu-se essa associação na bacia, em restrita área de chapada, no extremo nordeste da bacia hidrográfica, tendo em vista que os Latossolos foram mapeados nessa tipologia morfológica. Combinado a isso, observou-se, através de mapa litológico, que essa região de chapada resiste a processo denudacional em função de estar localizada em região de Cobertura Detrito-Laterítica Ferruginosa (N1dl), indicando tendência de Latossolo. Sendo assim, essa área foi classificada na classe de erodibilidade fraca (classe IV) segundo a perspectiva de Salomão (1999).

3.1.4 Uso da Terra/cobertura vegetal

O Mapeamento do uso da terra/cobertura vegetal da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão foi feito por meio da imagem do satélite *Landsat 8 sensor OLI/TIRS*, adquirida pela *homepage* do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), referente a 13 de agosto de 2015. A escolha desse dia ocorreu em função do mês de agosto estar em período seco na região, o que reflete na qualidade da imagem, que não apresentou a presença de

nuvens. Além da boa qualidade da imagem, considerou-se essa imagem recente para demonstrar o atual uso da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.

Para o processamento da imagem foram utilizados os programas Spring versão 5.2.7, Scarta versão 5.2.7 e Arcgis versão 10.2.2. Após o *download* da imagem *Landsat 8* - que é adquirida em forma de bandas (1 a 11) - foram descartadas as bandas 10 e 11, por se tratarem de bandas térmicas com diferentes resoluções espaciais em relação às demais. A partir disso, utilizou-se o programa Scarta versão 5.2.7 para recortar o quadrante da imagem, colocando em destaque a bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão. Posteriormente, as bandas foram importadas no programa Spring versão 5.2.7 e se utilizou o comando “filtragem”, com o objetivo de retirar interferências nos pixels das bandas para facilitar o processamento e interpretação da imagem.

Ressalta-se que as bandas 1 a 7 e 9 do *Landsat 8* possuem resolução espacial de 30x30m, no entanto, quando fusionadas com a banda 8 (pancromática), que possui resolução espacial de 15x15m, automaticamente, a imagem gerada também passa a possuir resolução espacial de 15x15m. Através desse processo se realizou a composição de imagens (RGB) com resolução espacial de 15x15metros.

Ao testar diversas composições das bandas, optou-se pela imagem gerada a partir das bandas 2, 4 e 5, seguindo a configuração R4G5B2. Com o contraste aplicado, essa imagem se apresentou satisfatória, pois permitiu visualizar e distinguir com relativa nitidez os tipos de uso da terra/cobertura vegetal na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, que foram classificados com o auxílio dos trabalhos de campo.

Adaptando terminologia baseada no Manual Técnico de Uso da Terra, publicado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013) definiu-se as seguintes classes de uso da terra/cobertura vegetal: área florestal, área campestre, pastagem, silvicultura, área descoberta.

Segundo Salomão (1999, p. 242), “o mapa de uso e ocupação atual do solo, tendo em vista o estudo regional da erosão, deve contemplar as diferentes formas de ocupação agrícola, diferenciados em função do recobrimento vegetal”. A partir disso, o autor propõe que o mapa de uso da terra/cobertura vegetal possua cinco classes que se baseiam na densidade e porte da vegetação, correlacionados à intensidade da intervenção antrópica, sendo elas:

- Classe I: cobertura vegetal de baixo e médio porte, com intensa atividade antrópica (culturas anuais, estradas e áreas urbanizadas);

- Classe II: cobertura vegetal de baixo e médio porte, com atividade antrópica moderada (culturas perenes, cana de açúcar e pastagens);
- Classe III: cobertura vegetal de baixo a médio porte, com atividade antrópica muito reduzida (pasto sujo e campo cerrado);
- Classe IV: cobertura vegetal de porte alto a médio, com atividade antrópica muito reduzida (reflorestamento, capoeirão e florestas);
- Classe V: espelhos d'água e várzeas, cujos potencial erosivo pode ser considerado nulo. (SALOMÃO, 1999, p. 242).

A partir disso, com o objetivo de adequar o sistema de classes do uso da terra/cobertura vegetal colocado por Salomão (1999), as classes de uso da terra/cobertura vegetal da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão foram reclassificadas como demonstra o Quadro 4.

Quadro 4 - Reclassificação do uso da terra/cobertura vegetal na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, segundo proposta de Salomão (1999).

Classe	Uso da terra/cobertura vegetal
I	Área descoberta
II	Pastagem
III	Área campestre
IV	Silvicultura; Área florestal
V	Represa (água)

Fonte: Mapa de uso da terra adaptado a metodologia de Salomão (1999).

Nessa bacia hidrográfica, a área descoberta indica os solos expostos que ocorrem pelo desmatamento ou mesmo pela degradação das pastagens. Essa classe de uso da terra/cobertura vegetal foi enquadrada na classe I por representar áreas onde, praticamente, inexistente a proteção do solo representada pela vegetação.

Segundo o IBGE (2013), considera-se pastagem “[...] a área destinada ao pastoreio do gado, formada mediante plantio de forragens perenes ou aproveitamento e melhoria de pastagens naturais.” Na bacia hidrográfica há o predomínio de pastagens cultivadas, principalmente com a utilização de gramíneas do gênero *Brachiaria*. Como sugere Salomão (1999), esse tipo de uso da terra foi classificado na classe II.

Enquanto isso, as áreas campestres foram classificadas na classe III. Entende-se por área campestre terrenos que são caracterizados pela predominância da vegetação arbustiva acompanhada por um tapete gramíneo-lenhoso (IBGE, 2013). Convertendo para as fitofisionomias do Cerrado, conforme a classificação de Ribeiro e Valter (2008), considerou-se, nessa classe, as formações campestres, bem como as fitofisionomias de formação sâvanica que tendem para vegetação arbórea em pequena proporção, ao passo que possuem extensa

área de vegetação herbáceo-arbustiva, como por exemplo é o caso ilustrativo das fitofisionomias de Cerrado Rupestre e Ralo.

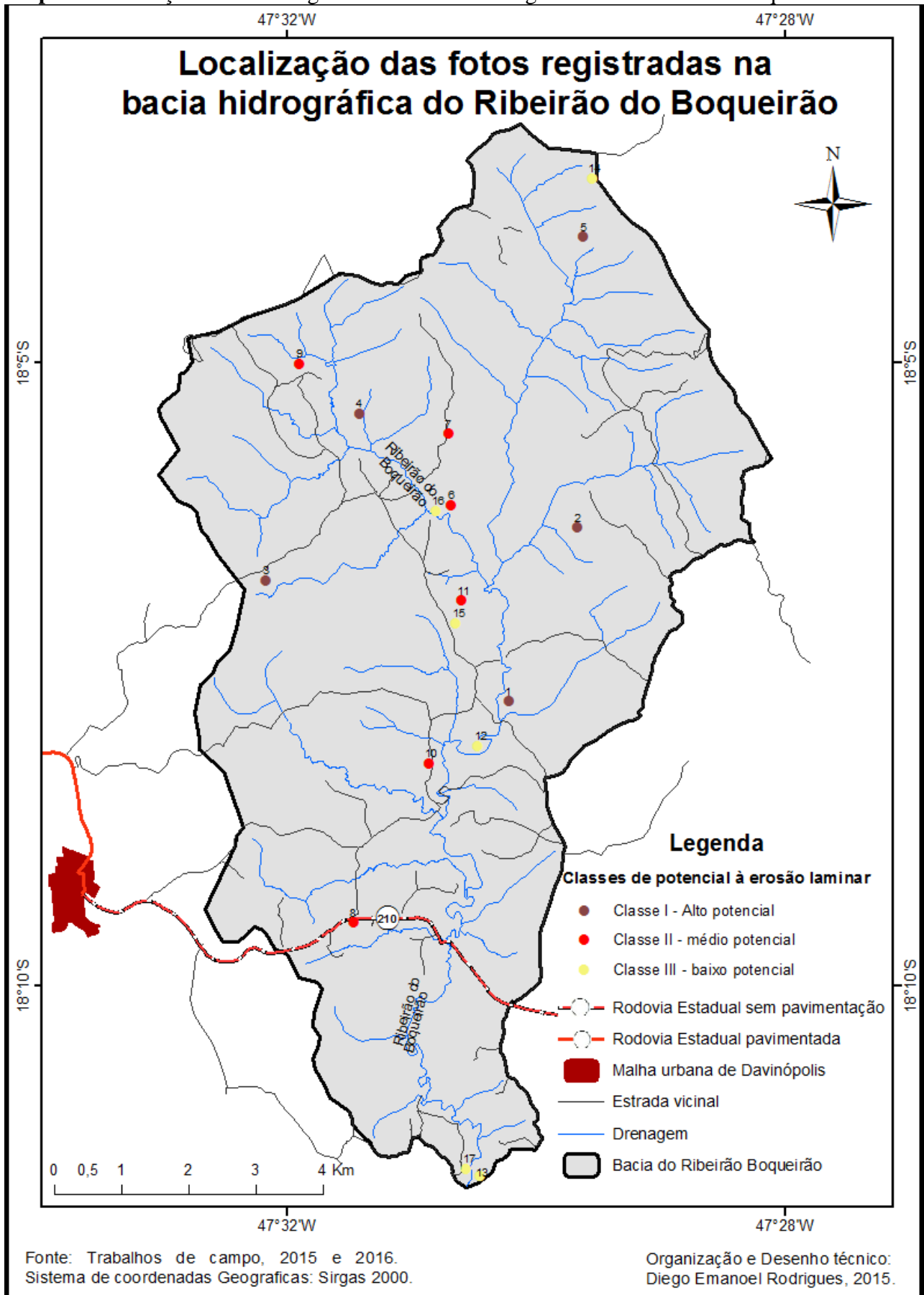
Na classe IV de uso da terra/cobertura vegetal foram classificadas tipologias fisionômicas onde predominam as espécies arbóreas que exercem uma maior proteção sobre o solo. Representantes dessa classe para a bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão são as áreas florestais e a produção silvicultora. A primeira representa as formações florestais do bioma Cerrado, além de fitofisionomias das formações savânicas com elevada densidade de cobertura arbórea, como é o caso do Cerrado Denso, que apresenta “cobertura arbórea de 50 a 70%” (Ribeiro e Valter, 2008). Além destes eventualmente podem estar presentes nessa classe o Palmeiral e o Cerrado Típico em transição para Cerrado Denso. Já a classe de silvicultura foi representada pelo cultivo de espécies do gênero *Eucalyptus*.

Considerando que nessa seção foram expostos a base de dados e os procedimentos para a classificação de atributos naturais e antrópicos necessários à avaliação da suscetibilidade natural e do potencial à erosão laminar, no próximo capítulo se tem por incumbência discutir as características físicas e antrópicas da paisagem da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão que influem diretamente no risco à erosão laminar nessa bacia hidrográfica.

3.2 Trabalhos de campo

Os trabalhos de campo ocorreram em diferentes momentos, durante o período da pesquisa. Em especial as visitas a campo possuíram três objetivos principais: 1) confirmar e refinar as informações obtidas através da base de dados obtida pelo SIEG/GO que possibilitou a geração dos mapas de declividade e erodibilidade; 2) como parte essencial do processo de mapeamento do uso da terra/cobertura vegetal que foi realizado a partir da técnica de classificação supervisionada no programa Spring 5.2.7, em que utilizou como base a imagem do satélite *Landsat 8 sensor OLI/TIRS*; e por fim, 3) os trabalhos de campo serviram para analisar as três classes de potencial à erosão laminar na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão. O mapa 2 indica os pontos representativos das classes I (alto) II (médio) III (baixo) de potencial à erosão laminar escolhidos para os registros das fotos que foram utilizadas na discussão empreendida na seção 5.2.

Mapa 2: localização das fotos registradas na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.



A escolha dessas regiões para o registro fotográfico ocorreu buscando captar a heterogeneidade dos terrenos, em cada classe de potencial à erosão laminar, com a intenção de ilustrar as diferentes combinações dos usos da terra com a suscetibilidade natural à erosão laminar dos terrenos. Dessa forma, não se utilizou critérios relacionados à distância dos pontos, pode se observar que há fotos registadas em localizações próximas, porém representam diferentes combinações de características físicas e antrópicas. Ainda, buscou-se captar no registro fotográfico certa amplitude temporal que marca diferenciações na paisagem derivadas, principalmente, em função da conjuntura climática da região. O quadro 5 aponta as coordenadas geográficas aproximadas de cada ponto/foto.

Quadro 5: Coordenadas geográficas das fotos registradas na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.

Classe de potencial à erosão laminar	Número da foto	Nome/descrição da foto	Coordenadas geográficas da foto (aproximada)
Classe I – alto potencial à erosão laminar	1	No segundo plano, área descoberta em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar I e II	18° 7'42.85" S 47°30'12.58" O
	2	No segundo plano, pastagem em crescimento em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar I e II	18° 6'19.23" S 47°29'39.40" O
	3	No segundo plano, pastagem em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar I	18° 6'44.79" S 47°32'9.47" O
	4	Pastagem em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar I	18° 5'26.54" S 47°31'23.84" O
	5	Área campestre em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar I	18° 3'59.28" S 47°29'36.68" O
Classe II – médio potencial à erosão laminar	6	Área florestal em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar I	18° 6'11.40" S 47°30'40.61" O
	7	Área campestre em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar II	18° 5'34.00" S 47°30'41.68" O
	8	No segundo plano, predomínio de pastagem sobre classe de suscetibilidade natural à erosão laminar II	18° 9'29.67" S 47°31'28.03" O
	9	Pastagem sobre classe de suscetibilidade natural à erosão laminar II	18° 4'59.00" S 47°31'52.80" O
	10	Pastagem em classe III de suscetibilidade natural à erosão laminar	18° 8'13.95" S 47°30'51.29" O
	11	Plantação de milho em classes III e IV de suscetibilidade natural à erosão laminar.	18° 6'55.23" S 47°30'35.38" O
Classe III – baixo potencial à erosão laminar	12	Pastagem em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar IV	18° 8'6.09" S 47°30'28.13" O
	13	Pastagem em classe de suscetibilidade à erosão laminar V	18°11'31.68" S 47°30'27.76" O
	14	Silvicultura em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar V	18° 3'29.18" S 47°29'31.60" O
	15	Área florestal em classe de suscetibilidade à erosão laminar IV	18° 7'4.60" S 47°30'38.76" O
	16	Área florestal em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar IV	18° 6'11.36" S 47°30'47.83" O
	17	Área de florestal em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar V	18°11'32.59" S 47°30'31.22" O

Fonte: trabalhos de campo, 2015 e 2016. Org.: RODRIGUES, 2016

4 APRESENTAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO BOQUEIRÃO

4.1 Caracterização sócioespacial da bacia hidrográfica

A bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão se encontra entre os paralelos de 17°58'57.21" e 18°14'49.78" de latitude Sul, bem como entre os meridianos de 47°24'29.60" e 47°42'41.69" de longitude oeste. Considerando a divisão político-administrativa, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o referido município está incluso na Microrregião Geográfica de Catalão, na porção sudeste do estado de Goiás (Mapa 1).

A ascendência do nome Davinópolis está associada à origem do município, que ocorreu em função de desmembramento de Catalão (GO), recebendo o título de município no dia 14 de novembro do ano de 1963. Segundo Silva (2000) e Melo (2008), o início de sua povoação data por volta da década de 1950, com a doação de uma área de 10.000m² próxima à confluência entre os Rios São Marcos e São Bento, realizada precisamente no ano de 1948 pelo senhor José David de Souza e sua esposa à prefeitura de Catalão, com o objetivo de se construir uma escola rural naquele espaço.

Com a edificação desse centro de ensino, começaram a surgir nos arredores algumas residências que foram gradativamente formando o povoado, que inicialmente recebeu a denominação de Grupo, tendo como referência o grupo escolar. Posteriormente, houve a construção das pontes dos Rios São Marcos e São Bento, respectivamente, em 1950 e 1952, impulsionando a inserção do incipiente povoado na economia regional. (SILVA, 2000).

Geograficamente, o município de Davinópolis se limita de nordeste a leste com o município de Catalão (GO) e a sudoeste com o município de Ouvidor (GO); quanto à divisa sul-sudeste, o Rio Paranaíba é a fronteira natural com os municípios de Abadia dos Dourados e Coromandel, no estado de Minas Gerais. No tocante à infraestrutura rodoviária, a principal via intermunicipal no município é a GO-210, que no sentido noroeste se liga à BR-050. Enquanto a sudeste, a GO-210 segue para o município de Abadia dos Dourados (MG). A GO-301 é interligada à GO-210 e segue no sentido norte para o município de Catalão (GO).

Segundo o Censo (2010) do IBGE, a população do município de Davinópolis (GO) estava no patamar de 2.056 habitantes no ano de 2010, dispersa por uma área de 481,296km², resultando numa densidade demográfica de 4,27hab/km². Rodrigues e Ferreira (2012), ao analisarem a relação campo-cidade no município de Davinópolis, tomando como base os dados estatísticos, inclusive demográficos, assinalam o processo de diminuição populacional a partir dos dados dos censos demográficos de 1980, 1991, 2000 e 2010. Sendo

elencado como motivo primordial para esse processo de emigração do município davinopolino a falta de perspectivas, principalmente dos jovens, sendo que a economia do município possui dinamização incipiente tanto no âmbito do campo, como da cidade. (RODRIGUES; FERREIRA, 2012)

A partir disso, esses autores destacam a peculiar relação do campo-cidade nesse município, o qual apresenta a menor taxa de urbanização, em termos demográficos, dentro da microrregião de Catalão, no sudeste goiano. Dessa forma, a população rural de Davinópolis em relação aos municípios vizinhos no estado de Goiás, em 2010, foi a mais significativa, apesar da população no campo representar apenas 31,8% do total de habitantes do município (RODRIGUES; FERREIRA, 2012).

No âmbito do setor industrial, Davinópolis apresenta baixo grau de crescimento. Verificou-se que a economia está estritamente ligada às atividades rurais. E, para entender o campo davinopolino, Melo (2008), em estudo sobre as pequenas cidades na Microrregião de Catalão expõe a configuração fundiária do município a partir dos registros de propriedades no Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), no ano de 2005. Segundo a autora, 70,67% das propriedades registradas possuem sua área no intervalo de 0 a 120ha, enquanto 24,8% estão entre 120 a 450ha, e 4,63% apresentam número de hectares superior a 450.

A partir desses dados, observa-se na organização do espaço agrário davinopolino um papel de destaque exercido pela agricultura familiar, tendo em vista que boa parte das terras do município é ocupada por esse segmento de produtores rurais. Essa categoria de produtores se caracteriza pela relação entre terra, trabalho e família, sendo que a incumbência do trabalho para a produção é de responsabilidade da família, que, por sua vez, é estritamente dependente da terra que é de sua propriedade, posse ou domínio (LAMARCHE, 1993).

A partir disso, evidencia-se que os agricultores familiares utilizam a terra da forma que concebem ser adequada para a sua sustentabilidade econômica. Contudo, no âmbito ambiental, nem sempre há a visão clara da necessidade da sustentabilidade ambiental, implicando no desgaste do meio físico, o que ocasiona dificuldades de reprodução social desses mesmos produtores rurais.

4.2 Caracterização fisiográfica e socioeconômica da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão

A partir de cálculo de área, utilizando o programa Arcgis versão 10.2.2, verificou-se

que a bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão possui área de 75,9 km² ocupando parte significativa do município de Davinópolis, 15,77% do seu território. Nesse sentido, considerando a importância das atividades advindas do campo, no município de Davinópolis, entende-se que o estudo da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão – uma das maiores bacias localizadas integralmente nesse município – torna-se relevante para a gestão municipal conhecer e compreender esse ambiente, buscando identificar suas peculiaridades ambientais, para assim incentivar a utilização e a conservação dessa bacia hidrográfica junto aos agricultores que vivem nesse local.

Dessa forma, nessa subseção se buscou, a partir de informações colhidas por fontes documentais, auxiliadas pelo conhecimento da área derivado de trabalhos de campo, caracterizar a paisagem da bacia hidrográfica em seus aspectos litológicos, geomorfológicos, climáticos, pedológicos e de uso da terra/cobertura vegetal, considerando a essencialidade dessas informações que subsidiaram as discussões posteriores a respeito da suscetibilidade natural e potencial à erosão laminar na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.

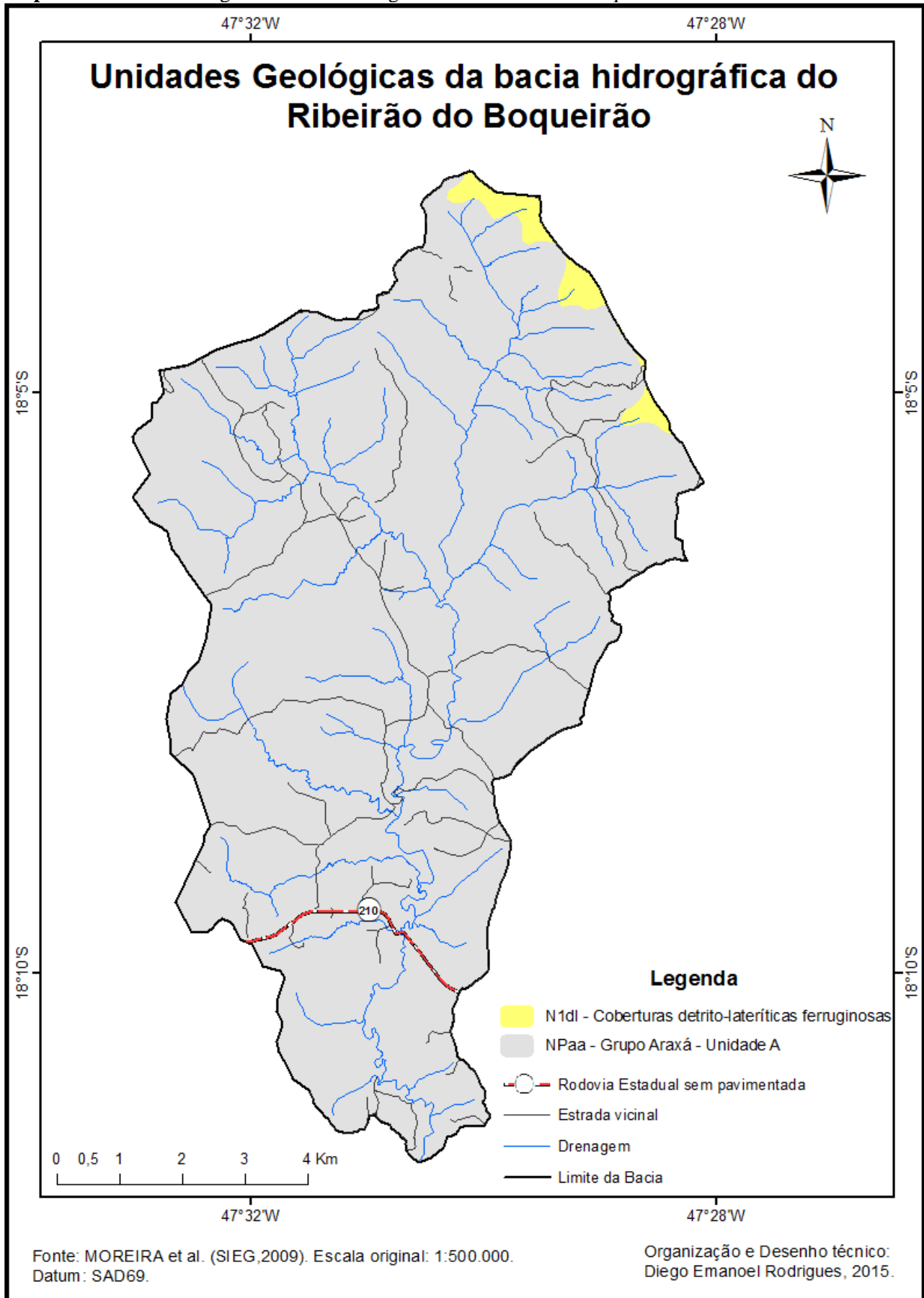
4.2.1 Aspectos litológicos

Especificamente, a bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão se encontra situada dentro da Unidade Litoestratigráfica denominada de Província Tocantins, que, segundo Moreira et. al (2008), abrange três cinturões dobrados, chamados respectivamente de faixas Brasília, Araguaia e Paraguai. Sendo que em Goiás predomina a Faixa Brasília. Segundo os autores, em termos geotectônicos:

a Província Tocantins é uma unidade tectônica neoproterozóica desenvolvida durante a colagem orogênica Brasileira que ocorreu na região central do Brasil (Almeida et al., 1977). Compreende três cinturões dobrados, denominados faixas Brasília, Araguaia e Paraguai, resultantes da colisão de três blocos continentais (Cráton Amazônico a oeste, Cráton São Francisco a leste e a sudoeste o Cráton Parapanema) durante a amalgamação do Gondwana Oriental (Delgado et al., 2003). (MOREIRA et. al, 2008, p. 34).

A bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão é caracterizada predominantemente pelo Grupo Araxá – Unidade A (NPaa)(mapa 3), que é uma subunidade da Bacia Marginal do Arco, na Zona Interna da Faixa Brasília. Sampaio et al. (1999), em estudo sobre o contexto geológico da folha SE.22-X-B (Goiânia), discorrem sobre a descoberta e individualização dessa tipologia litológica:

Mapa 3: Unidades Geológicas da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.



o Grupo Araxá foi definido originalmente por Barbosa (1955), para um conjunto de metamorfitos (essencialmente micaxistos e quartzitos) aflorantes próximo da cidade de Araxá (Minas Gerais). Esta designação foi estendida aos litótipos assemelhados do estado de Goiás, os quais, no Projeto Brasília (Barbosa, 1969), foram subdivididos em duas unidades: A Unidade “A” representada por micaxistos a duas micas, finos a grosseiros, com granada, estaurolita, cianita, cordierita e intercalações de quartzitos micáceos finos a grosseiros, xistos grafitosos e anfíbolitos; e a Unidade “B”, constituída por calcixistos com intercalações de calcários. (SAMPAIO et al., 1999, p. 25,).

De acordo com Moreira et al. (2008), em Goiás, a unidade do Grupo Araxá ocupa áreas descontínuas na porção sul e centro sul, desde o sul do município de Catalão, na porção sudeste do estado, até Leopoldo de Bulhões, na região central, e é “composta por psamitos, psamo-pelitos e pelitos metamorfisados na fácies xisto verde alto com intercalações de anfíbolito. Em particular, a Unidade A (NPaa)

[...] compreende muscovita-clorita xistos por vezes com cloritóide, biotita-muscovita-quartzo xistos, granada-muscovita-clorita xistos, clorita-quartzo xistos, sericita quartzitos, granada-biotita xistos feldspáticos, calci-clorita xistos, calci-clorita-biotita xistos feldspáticos às vezes granadíferos e intercalações subordinadas de paragnaisse (hornblendabiotita-granada gnaisse), grafita xisto, hematita-sericita xisto (hx), hematita-sericita muscovita quartzito (qt) com lentes de metacalcário e talco xisto (MOREIRA et al., 2008, p. 90).

De forma geral, as rochas do Grupo Araxá datam, essencialmente, do Proterozóico Médio (SAMPAIO et al., 1999). Navarro, Zanardo e Conceição (2013), em estudo sobre o Grupo Araxá na região sul-sudoeste do estado de Goiás, acrescentam que a unidade A do Grupo Araxá “corresponde à sequência de metassedimentos em fácies xisto verde baixo a alto, com característica de deposição em ambiente plataformal (marinho raso) [...]” (NAVARRO; ZANARDO; CONCEIÇÃO, 2013, p. 9).

Na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, apesar da proeminência do Grupo Araxá, em seu extremo nordeste, no divisor de águas (Mapa 3), encontram-se formações superficiais, associadas às Coberturas detritico-lateríticas ferruginosas (N1dl). Segundo Moreira et al. (2008),

esta unidade tem ampla distribuição no estado [Goiás] e atapeta superfícies de aplainamento desenvolvidas sobre rochas de todas as unidades litoestratigráficas e, atualmente, está sob efeito de dissecação marginal por erosão. Estes sedimentos são formações superficiais que se desenvolveram em zonas de interflúvios. Compreendem sedimentos aluviais ou coluviais constituídos por conglomerados oligomíticos com seixos de quartzito e

lateritos autóctones com carapaças ferruginosas (MOREIRA et al., 2008, p. 113).

Em síntese, segundo Moreira et al. (2008), a partir de mapeamento geológico na escala de 1:500.000, encontram-se duas unidades geológicas na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão (NPaa - unidade A e N1dl). Sendo que esta característica litológica exerce influência direta sobre os aspectos de solo e relevo, que por sua vez influem diretamente na suscetibilidade natural à erosão laminar.

4.2.2 Aspectos geomorfológicos

O relevo é elemento fundamental para a compreensão da estabilidade da paisagem. Ab'Saber (2003), enquanto geógrafo consciente dessa interatividade do relevo com os outros aspectos ambientais, classifica o Brasil em domínios morfoclimáticos. Nessa terminologia, o autor unifica, principalmente, características climáticas, morfológicas e vegetacionais para explicar e segmentar as paisagens do Brasil.

Dentro dessa classificação, a bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, bem como praticamente o estado de Goiás, encontram-se classificados no “Domínio Morfoclimático dos Chapadões recobertos por Cerrados e penetrados por Floresta-Galeria”, que, em termos geomorfológicos, é, principalmente, caracterizado por planaltos, segundo Ab'Saber (2003):

o domínio dos cerrados, em sua região nuclear, ocupa predominantemente maciços planaltos de estrutura complexa, dotados de superfícies aplainadas de cimeira, e um conjunto significativo de planaltos sedimentares compartimentados, situados em níveis que variam entre 300 e 1700 m de altitude. (AB'SABER, 2003, p. 115-116).

Na classificação do relevo de Ab'Saber no ano de 1958, o autor considerou duas unidades: os planaltos e as planícies, sendo que o primeiro corresponde a áreas onde o processo de erosão supera o de deposição, enquanto as planícies são as áreas em que a deposição é maior que a erosão, por essa classificação, a área de estudo se enquadra na extensa Unidade do Planalto Brasileiro.

A partir dos estudos das classificações anteriores, inclusive de Ab'Saber, e das imagens de radar obtidas pelo Projeto Radambrasil, Ross (2009) propôs outra classificação das unidades geomorfológicas do Brasil, elaborada originalmente na década de 1980, e que divide o Brasil em três unidades geomorfológicas maiores (planalto, planície e depressão) que se desdobram em diversas subdivisões. Nessa classificação, a área do presente estudo se

localiza nos “Planaltos e Serras de Goiás-Minas” caracterizada, principalmente, por serras e morros alongados.

Especificamente na escala do estado de Goiás, Nascimento (1992), também com base nos trabalhos derivados do Projeto Radambrasil, apresenta o esboço do relevo de Goiás, em que é exposta a compartimentação topográfica do estado, em que há uma divisão em 5 unidades: Planalto Central Goiano, Planalto Setentrional da Bacia do Paraná, Planalto do Divisor São Francisco/Tocantins, Depressão do Tocantins e Depressão do Araguaia, que, por sua vez, desdobram-se em 11 subunidades.

A bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão se localiza na unidade do Planalto Central Goiano e na subunidade do Planalto Rebaixado de Goiânia, praticamente em área limítrofe com a subunidade do Planalto do Distrito Federal. Segundo Nascimento (1992), o Planalto Rebaixado de Goiânia está

situado na porção centro-sul do Estado, abriga a sua capital, Goiânia, e outras cidades de menores dimensões territoriais. Com cotas altimétricas entre 650 e 850m, a unidade compreende um vasto planalto rebaixado e **dissecado**, esculpido em litologias pré-cambrianas diversas. Na seção **centro-meridional e em segmentos da parte norte, predominam os micaxistos e quartzitos do Grupo Araxá**. Na seção setentrional, dominam os gnaisses e granitos do Complexo Goiano. Localmente ocorrem intrusões graníticas e granodioríticas. (NASCIMENTO, 1992, p. 10, grifos nosso).

Enfatiza-se, ainda, que a unidade do Planalto Rebaixado de Goiânia coalesce com a Unidade das Depressões Intermontanas. A definição do Planalto Rebaixado de Goiânia foi dada através de imagem de radar, em função da posição ascendente das cotas altimétricas para sul e para leste e pelo desaparecimento do caráter de intermontana.

Da mesma forma, o Planalto Rebaixado de Goiânia se agrega, em alguns trechos, à parte mais baixa da unidade do Planalto Setentrional da Bacia do Paraná (subunidade do Planalto do Rio Verde). Isso se deve a algumas percées³ abertas por cursos d'água, que posteriormente foram alargadas e unidas por pediplanação. Destarte, as percées promoveram a aglutinação do Planalto Rebaixado de Goiânia com o Planalto do Rio Verde, em que as cotas altimétricas estão em torno de 350 a 400m. Dessa forma, a subunidade do Planalto Rebaixado de Goiânia tende a uma superfície topográfica de transição entre o Planalto do Rio Verde e o Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba (NASCIMENTO, 1992).

A partir dessas características explicitadas por Nascimento (1992), ressalta-se que

³ Percée é uma abertura feita por um canal fluvial conseqüente ao atravessar uma frente de cuesta. (GUERRA; GUERRA, 2011, p. 475).

na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão ocorreu intenso processo de dissecação, em local que outrora fora uma superfície aplainada. Com base no Mapa 4, que ilustra a variação altimétrica da bacia hidrográfica, observa-se a predominância das maiores altitudes (acima de 928m) na porção do extremo nordeste da bacia. Isso se deve ao aspecto resistente da litologia subjacente que é marcada pela cobertura detrítico-laterítica ferruginosa.

De forma geral, reforça-se o que foi explanado por Nascimento (1992), verificando uma dissecação acentuada na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, em que sua gênese e desenvolvimento geomorfológico indicam alternância do clima úmido, em que a incisão do talvegue proporcionou a dissecação do relevo, e o clima árido, que provocou o alargamento do “vale”, pelo recuo paralelo das vertentes.

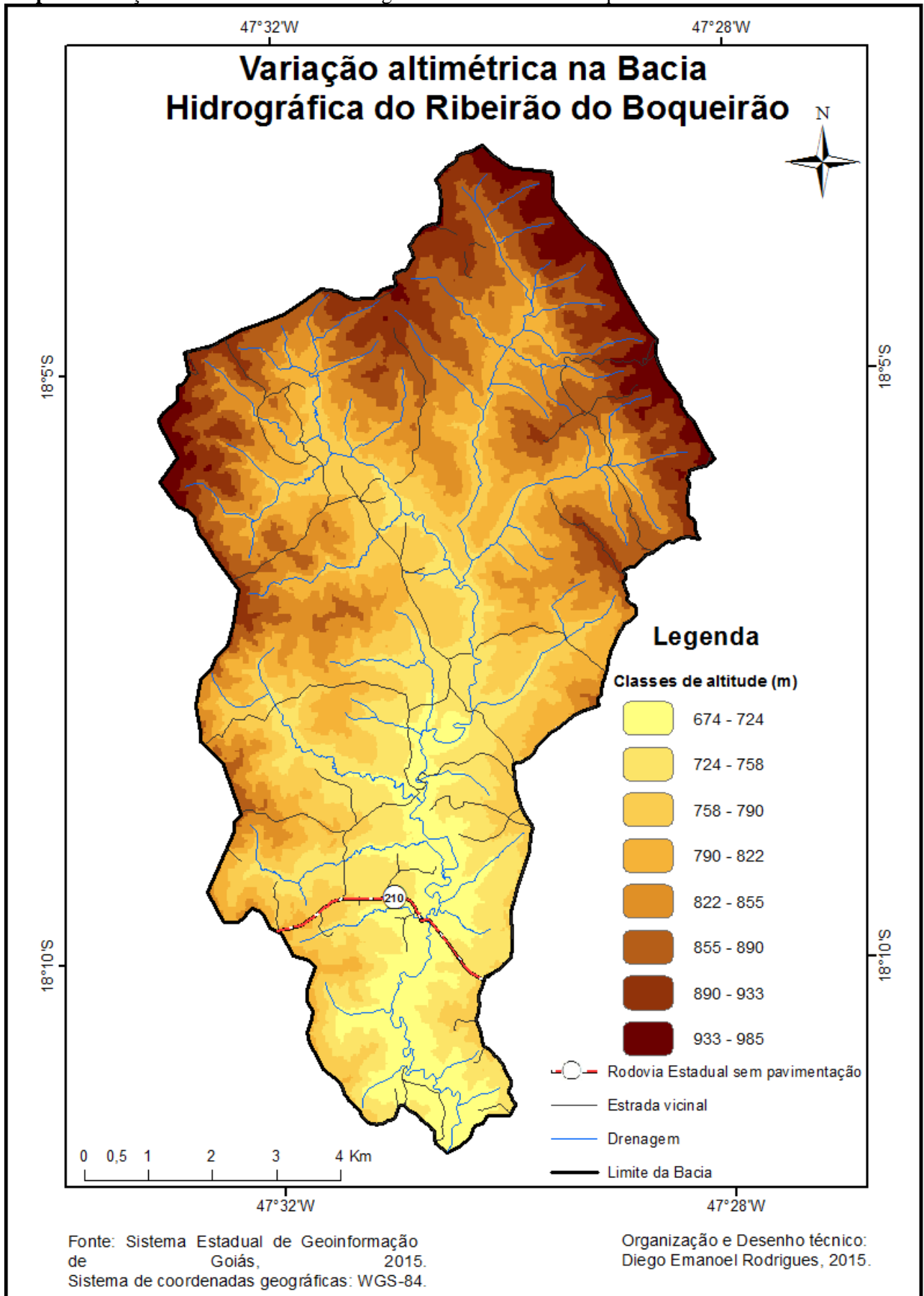
Segundo o Mapa Geomorfológico do Estado de Goiás, em escala generalizada (1:1.000.000), publicado pela Superintendência de Geologia e Mineração do Estado de Goiás (2005), na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão (Mapa 5) visualizam-se as unidades denominadas Zonas de Erosão Recuante (ZER) e Morros e Colinas (MC) com forte controle estrutural.

Segundo Carvalho e Bayer (2008), as áreas de ZERs indicam o processo atual, onde predominam a erosão recuante, sobre a Superfície Regional de Aplainamento (SRA) pretérita. Por consequência nas Zonas de Erosão Recuante, geralmente, encontram-se relevos movimentados, sendo que a continuidade do processo de erosão, em escala de tempo geológico, tende a gerar nova Superfície Regional Aplainada em cota inferior à SRA pretérita.

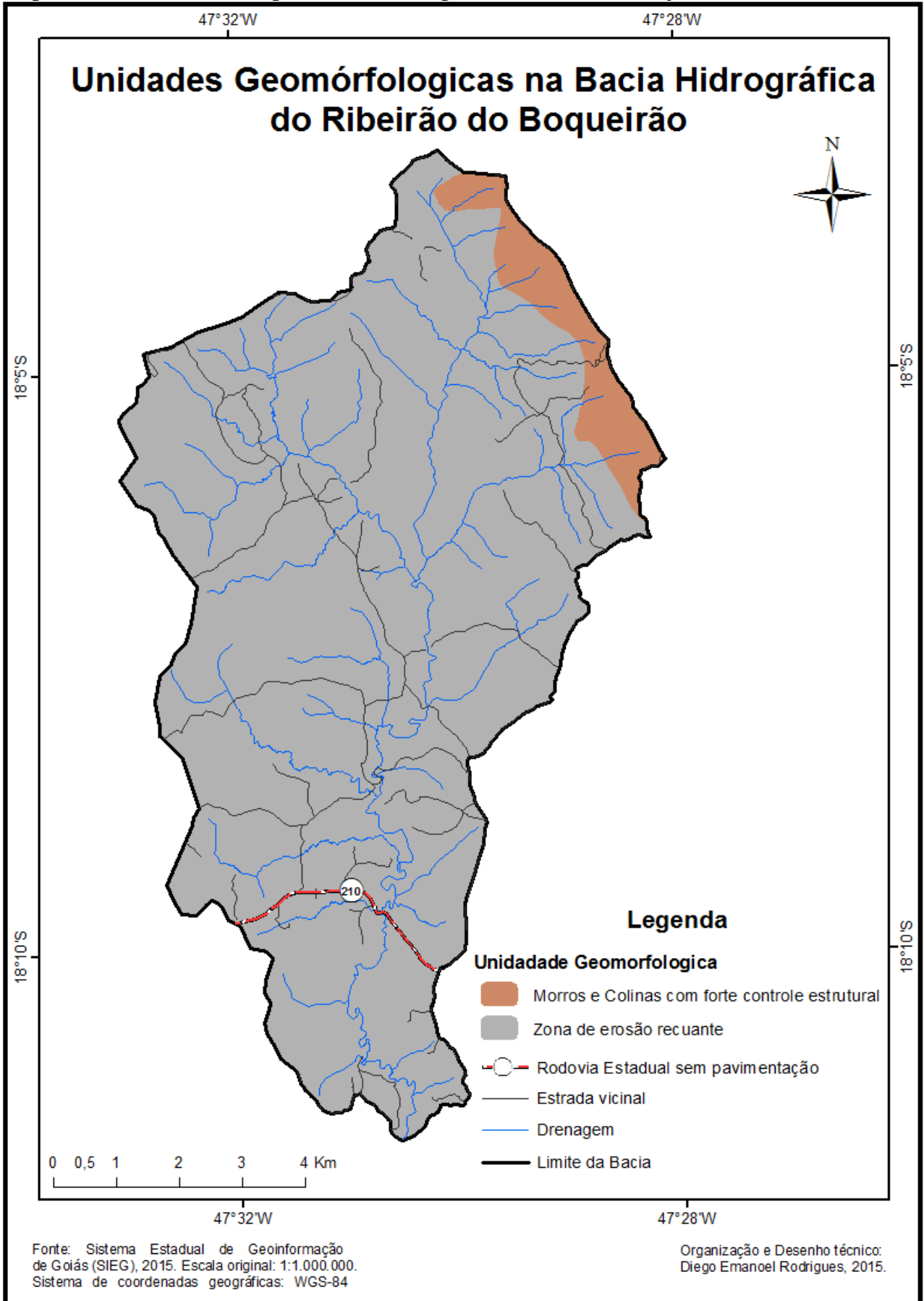
Sobre os Morros e Colinas (MC) com forte controle estrutural, enfatiza-se que

[...] são remanescentes de litologias resistentes à erosão que foram preservadas à medida que uma SRA evoluía com tendência recuante, muitas vezes com um forte controle estrutural (paisagens dobradas, rochas metamórficas com estruturas bem marcadas). Em Goiás podem ser identificados verdadeiros conjuntos de morros e colinas (serranias) [...]. Em outras situações, associações menores de colinas e morros formam típicos inselbergs que se destacam sobre as superfícies aplainadas circundantes. (SUPERINTENDÊNCIA DE GEOLOGIA E MINERAÇÃO, 2005, p. 31).

Mapa 4: Variação altimétrica na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.



Mapa 5: Unidades Geomorfológicas na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.



Dessa forma, apesar do Mapa 5, de unidades geomorfológicas, apresentar escala generalizada, verifica-se que a bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão apresenta a maior parte de sua área em ZER, ou seja, em relevo dissecado. Isso pode ser verificado de forma mais clara a partir do mapa de declividades (mapa 6), gerado a partir de imagem de SRTM, que expressa intervalos de declividade, segmentados segundo metodologia de diagnóstico de suscetibilidade natural à erosão laminar, de Salomão (1999).

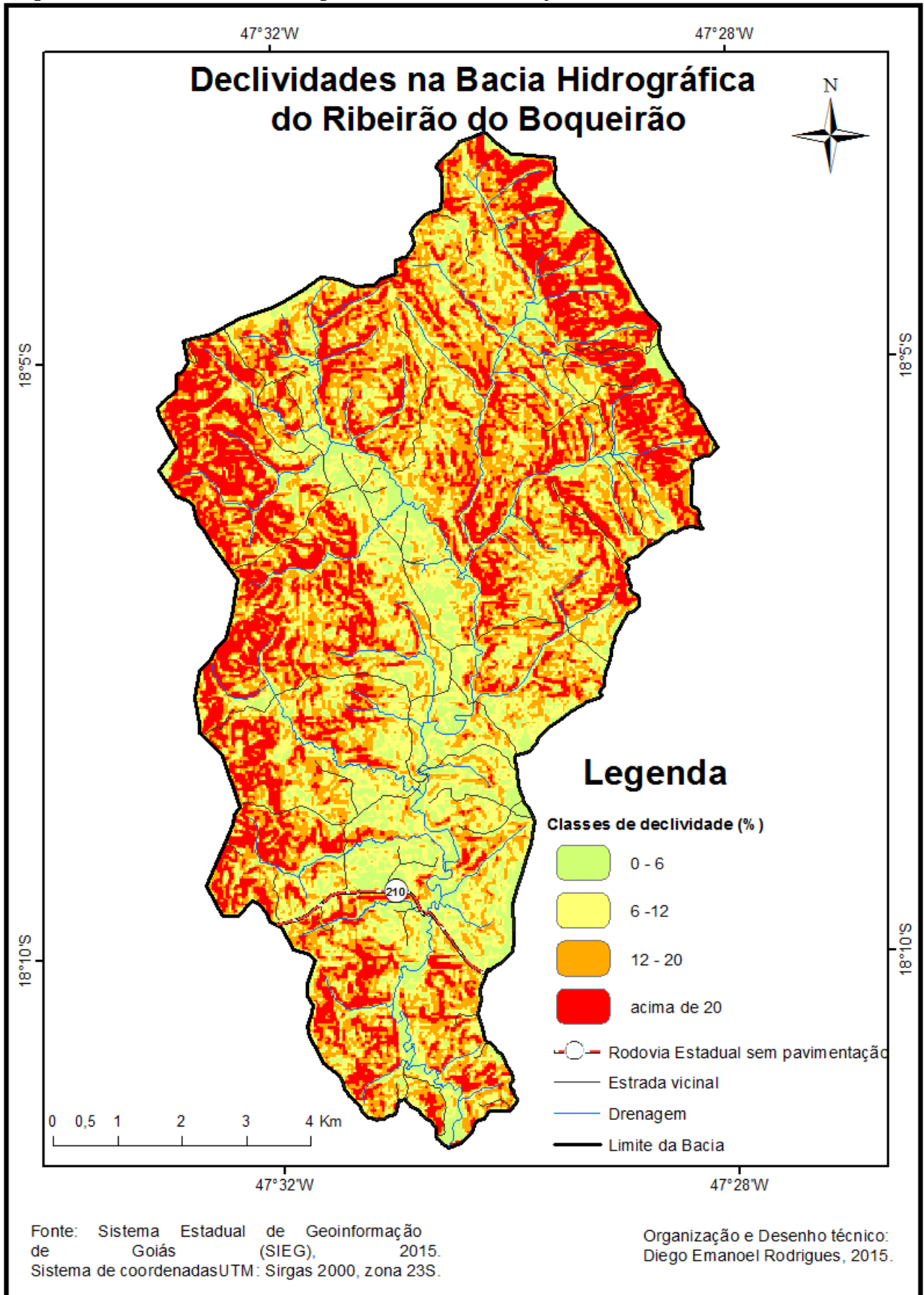
Por esse Mapa, observam-se, de forma geral, em área significativa da porção oeste e nordeste da bacia hidrográfica, declividades acima de 20%, indicando relevo acentuadamente dissecado, que por consequência potencializa os processos erosivos. No entanto, dentre as quatro classes de declividades elencadas, o intervalo de 12 a 20% foi o mais presente nessa bacia, com um percentual de 31,36%. Sendo acompanhado pela classe de 6 a 12%, que está presente em 27,64% da bacia, como verifica-se pela Tabela 1. Cabe ressaltar que a classe de 0 a 6%, que representa o relevo plano a suave ondulado, foi a classe com menor proporcionalidade dentro desta bacia, e especialmente estando, predominantemente, limitada às áreas centrais da bacia, às margens do Ribeirão do Boqueirão, e também no extremo nordeste, em área residual da Superfície Regional de Aplainamento (SRA).

Tabela 1: Área ocupada pelas classes de declividade na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.

Classe	Intervalos de declividade	Área (km ²)	Percentual
1	acima de 20%	19,47	25,65%
2	12 a 20%	23,80	31,36%
3	6 a 12%	20,98	27,64%
4	0 a 6%	11,65	15,35%

Fonte: Imagem SRTM Goiás, SIEG. Org.: Rodrigues (2015).

Mapa 6: Declividades na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.



4.2.3 Aspectos climáticos

Cardoso, Marcuzzo e Barros (2014), analisando o sistema climático de Köppen-Geiger, assinalam que o clima denominado Aw “pode ser encontrado em quase todo o território goiano (CARDOSO; MARCUZZO; BARROS; 2014, p. 52). Este tipo de clima caracteriza-se por um estação chuvosa com temperaturas mais acentuadas, em contraposição a outra estação com nível menor de precipitação e relativamente mais fria. Nesse sentido, a letra A indica que esse clima esta inserido no grande grupo do clima tropical, e a letra w sugere a distribuição das precipitações, que é justamente uma estação chuvosa que varia em torno dos meses de outubro a março e outra estação seca que ocorre a partir de abril até por volta de setembro.

Corroborando com exposto, Alvares et al. (2014) observam que o clima do tipo Aw, ocupa quase integralmente o estado de Goiás. Em termos numéricos, isso corresponde a 94% do território goiano. Os autores ainda destacam que as precipitações médias variam em torno de 1600 a 1900mm, com temperaturas entre 19 e 20°C.

De forma geral, a partir do Mapa de classificação climática de Köppen para o Brasil (ALVARES et al., 2014) observou-se que a bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão está na área de abrangência desse clima. Contudo, cabe destacar que esse mesmo mapa indica que na região do extremo sudeste do estado de Goiás existem fragmentos do clima tipo Cwa. Segundo os autores

[...] In the south of Goiás state, altitude in the areas with Cwa climate ranges from 900 to 1,000 m and in the northern region they range from 1,000 to 1,100 m of altitude, showing latitude effects, because of the increase in annual mean temperature from south to north. In these upland regions of Goia’s state, MONTEIRO (1951), BERNARDES (1951) and VIEIRA (1960) also demonstrated in their climatic maps the occurrence of Cwa climate, which was innovative because they were the first ones to show that. The northernmost point of the Cwa climate in Brazil was found in landscapes with altitude of 900 m and an annual mean temperature of 16 to 17⁴. (ALVARES et al. 2014, p. 724).

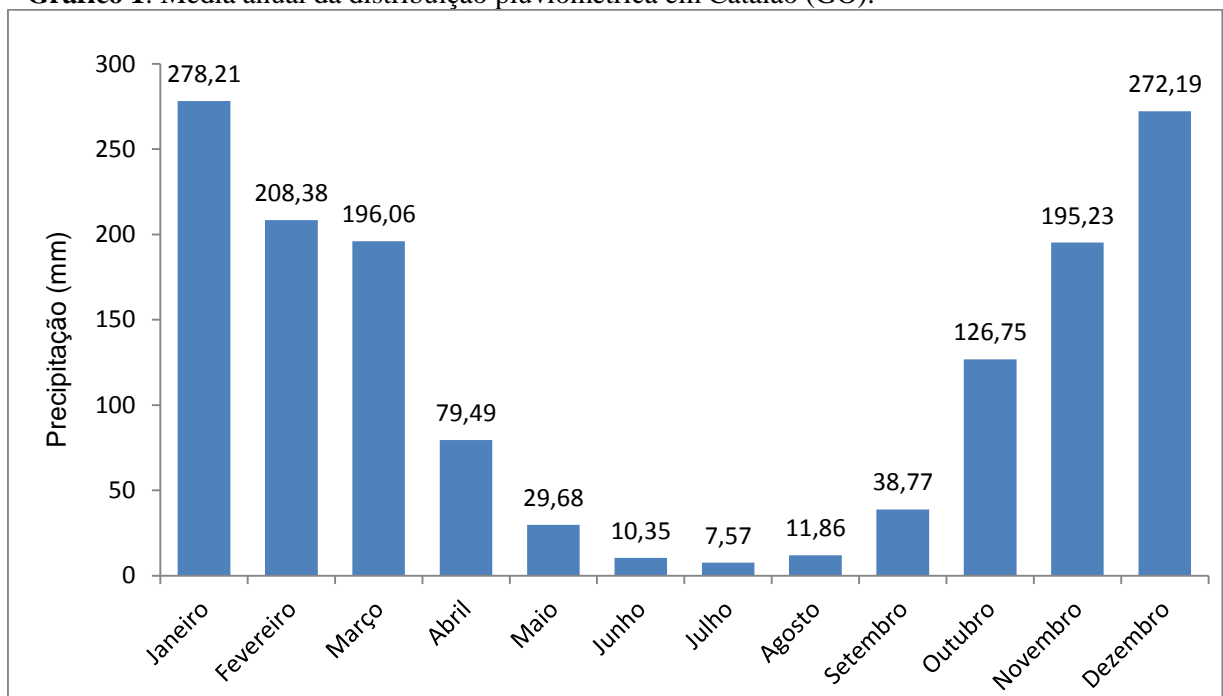
A presença de fragmentos do clima Cwa no estado de Goiás se deve às altitudes elevadas, sendo que este clima aparece, de forma contínua, em partes de Minas Gerais e São

⁴ Tradução aproximada: No sul do estado de Goiás, as áreas com clima Cwa possuem altitude variando de 900 para 1.000m e na região norte variando de 1.000 para 1.100m de altitude, isso mostra os efeitos de latitude, por causa do aumento da temperatura média anual de sul para norte. Nessas regiões de montanha do estado Goiás, MONTEIRO (1951), BERNARDES (1951) e VIEIRA (1960) também desmonstraram, nos seus mapas climáticos, a ocorrência do clima Cwa, sendo inovadores porque foram os primeiros a elucidar isso. O ponto mais setentrional do clima Cwa no Brasil foi encontrado em paisagens com altitude de 900 metros e uma temperatura média anual de 16 e 17 C.

Paulo, na região sudeste do Brasil, tendo como característica central a concentração de chuvas no verão e menor pluviosidade no inverno.

A partir dos dados de precipitação coletados, entre os anos de 1961 e 2014, pela Estação Meteorológica Convencional (INMET, 2015), localizada na cidade de Catalão (GO), verificou-se que a média de precipitação anual está no patamar de 1.455,6mm. Quanto à distribuição dessas precipitações durante o ano, observa-se que as máximas ocorrem geralmente nos meses de dezembro e janeiro com médias acima de 270mm; enquanto as mínimas se encontram nos meses de junho, julho e agosto, com patamares de precipitação abaixo de 12mm, como indica o Gráfico 1.

Gráfico 1: Média anual da distribuição pluviométrica em Catalão (GO).



Fonte: Dados históricos de 1961 a 2014 – INMET /Catalão. Org.: RODRIGUES, 2015.

Corroborando com as médias apresentadas no gráfico 1, Rodrigues (2012) et al. destaca que no período de junho, julho e agosto as chuvas são mais raras, havendo em média apenas quatro ou cinco dias de ocorrência desse fenômeno por mês. O mesmo autor justifica a raridade das precipitações nesse período do ano.

A carência de chuva nesta estação decorre do seguinte: durante o Inverno são muito raras as passagens de correntes perturbadas de O, representado por Linhas de Instabilidade Tropical e apenas o extremo norte da região [Centro-Oeste] está sujeito às raras chegadas das chuvas do sistema de correntes perturbadas de N, ficando a Região dependente, quase exclusivamente, das chuvas frontais proporcionadas pelas frentes frias trazidas do sul pelo anticiclone polar. (RODRIGUES et al., 2012, p. 283).

Segundo Costa (2008), estudo sobre a correlação do uso e ocupação da área urbana de Caldas Novas (GO), enfatiza que o período seco, que se inicia por volta do mês de maio e se estende até meados de setembro, deve-se à atuação das massas de ar Tropical Atlântica (mTa) e Polar Atlântica (mPa). A massa Tropical Atlântica, ao se deslocar sobre o continente, é responsável pela estabilidade atmosférica na região central do Brasil, impedindo a ingressão do fluxo extra-tropical. Apesar dessa massa de ar se formar no Atlântico Sul, a sua umidade se precipita, principalmente, na faixa sul do território brasileiro, em função de fenômenos frotogenéticos, ao encontrar com a massa Polar Atlântica (mPa). “Assim sendo, durante o período considerado seco, que coincide com o inverno, as precipitações, quando ocorrem, são motivadas por deslocamentos da massa Tropical Atlântica e conseqüente ascensão da umidade residual, por esforço comandado pela massa Polar.” (COSTA, 2008, p. 65).

A Água e Terra Planejamento Ambiental Ltda (2012), em relatório técnico derivado do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) de Davinópolis, afirma que durante o verão, o sistema Equatorial Continental (EC) avança sobre o Brasil Central, onde atinge a bacia hidrográfica do rio Paranaíba e determina o período chuvoso da região (ÁGUA E TERRA PLANEJAMENTO AMBIENTAL LTDA, 2012).

o Sistema Equatorial Continental (EC) origina-se na área aquecida do interior do continente, onde dominam os doldrums, e corresponde à faixa de baixas pressões equatoriais, para o interior da qual afluem os ventos alíseos dos dois hemisférios. Assim, o sistema EC, determinado por tal faixa de pressão, é responsável por farta precipitação, além de apresentar temperatura elevada. A forte nebulosidade do verão geralmente se expressa sob as formas de nuvens cumulus, stratocumulus e cumulonimbus que, antes do fim do dia, resultam em chuvas e trovoadas. Essa nebulosidade elevada limita a radiação noturna, resultando em mínimas térmicas também elevadas. A umidade também se mantém alta, com valores em torno dos 90% e o vento sopra, em geral, de NE a NW, sendo frequentes as calmarias. (ÁGUA E TERRA PLANEJAMENTO AMBIENTAL LTDA, 2012, p. 19-20).

Costa (2008, p. 66) destaca, que durante o período chuvoso, “os maiores índices pluviométricos são provocados pelas linhas de instabilidade tropicais, oriundas da penetração de ondas de calor vindas da seção setentrional (instabilidade de noroeste)”. De acordo com a Água e Terra Planejamento Ambiental Ltda (2012, p. 19-20), ainda nesse período, em menor proporção, pode-se ter a influência da massa Tropical Continental (mTc). Segundo a Água e Terra Planejamento Ambiental Ltda (2012), o Sistema Tropical Continental é um núcleo subsidente que precede alguns avanços frontais e, muitas vezes, acompanha a baixa do Chaco. Quando o sistema Tropical Continental consegue exercer influência, de forma geral, as

chuvas se reduzem na bacia do Paranaíba, contudo, a porção meridional da bacia pode ser atingida pela expansão do Sistema TC, portador de chuvas quando em atividade pré-frontal (ÁGUA E TERRA PLANEJAMENTO AMBIENTAL LTDA, 2012, v. 2).

De forma sintética, observa-se que essa região central do Brasil, onde encontra-se a bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, recebe influência direta de quatro das cinco massas de ar que atuam no território brasileiro. Sendo que a mTa (principalmente no inverno) e a mEc (principalmente no verão) merecem destaque, tendo intensa atuação e interferindo, significativamente, no tempo, que configurou o atual clima da região.

4.2.4 Aspectos pedológicos

O aspecto pedológico é fundamental para a compreensão dos processos erosivos, tendo em vista os diferentes níveis de erodibilidade de cada tipo de solo. A partir do levantamento de solo produzido a nível nacional pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2011), em escala pequena (1:5.000.000), bem como o mapa da classificação de solos divulgado no Atlas do Estado de Goiás, elaborado pelo Instituto Mauro Borges (IMB, 2014), são indicadas que as classes de solo predominantes na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão são de Cambissolo e Neossolo.

O nome Cambissolo, de origem latina, vêm do termo *cambiare* que significa trocar, e indica solos em formação e/ou em transformação. Por esse motivo a principal característica associada a essa classe de solo é a presença do horizonte C incipiente. Preferencialmente, ocorrem em regiões declivosas (serranas ou montanhosas) e em muitos casos são pedregosos, cascalhentos e mesmo rochosos. (IBGE, 2015).

De acordo com o IBGE (2015), a classe de Neossolo tem seu nome derivado de *neo* que se origina do grego e traz a ideia de novo e/ou moderno. Dessa forma, a principal característica desta classe de solo é baixo desenvolvimento, sendo solos constituídos por material mineral ou material orgânico pouco espesso (menos de 30 cm de espessura), sem apresentar qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Segundo Reatto et al. (2008, p. 125), em artigo sobre os solos do Cerrado, os Neossolos Litólicos nesse bioma podem estar associados a afloramentos de rocha e também “normalmente ocorrem em áreas bastante acidentadas, de relevo ondulado a montanhoso”.

O levantamento de solo disponibilizado pelo SIEG/GO, em escala relativamente maior (1:250.000), confirma a presença marcante dessas classes de solo. A partir desse levantamento, que possui como legenda associações de classe de solo, e não apenas uma

classe individualizada, verificou-se (Mapa 7) o predomínio justamente de associações de classes de solo que envolvem as classes de Neossolo Litólico e Cambissolo, presentes em áreas de relevo movimentado. Sendo que somadas as associações de solo que envolvem essas duas classes de solo representam mais de 70% (tabela 2) da área da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, indicando, assim, o elevado grau de erodibilidade do solo (Classe I) em vastas áreas dessa bacia.

Tabela 2: Área ocupada pelas associações de solo na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.

Classe de Erodibilidade	Símbolo da Associação de solo	Área (km ²)	Percentual
I	dz Cd3 Cd2	27,80	36,62%
I	fl RLd10 RLd10	30,37	40,01%
III	dx Cd2 Cd1	16,93	22,30%
IV	ax LVd18 LVd14	0,18	0,24%
IV	al LVd4 LVd 3	0,63	0,83%

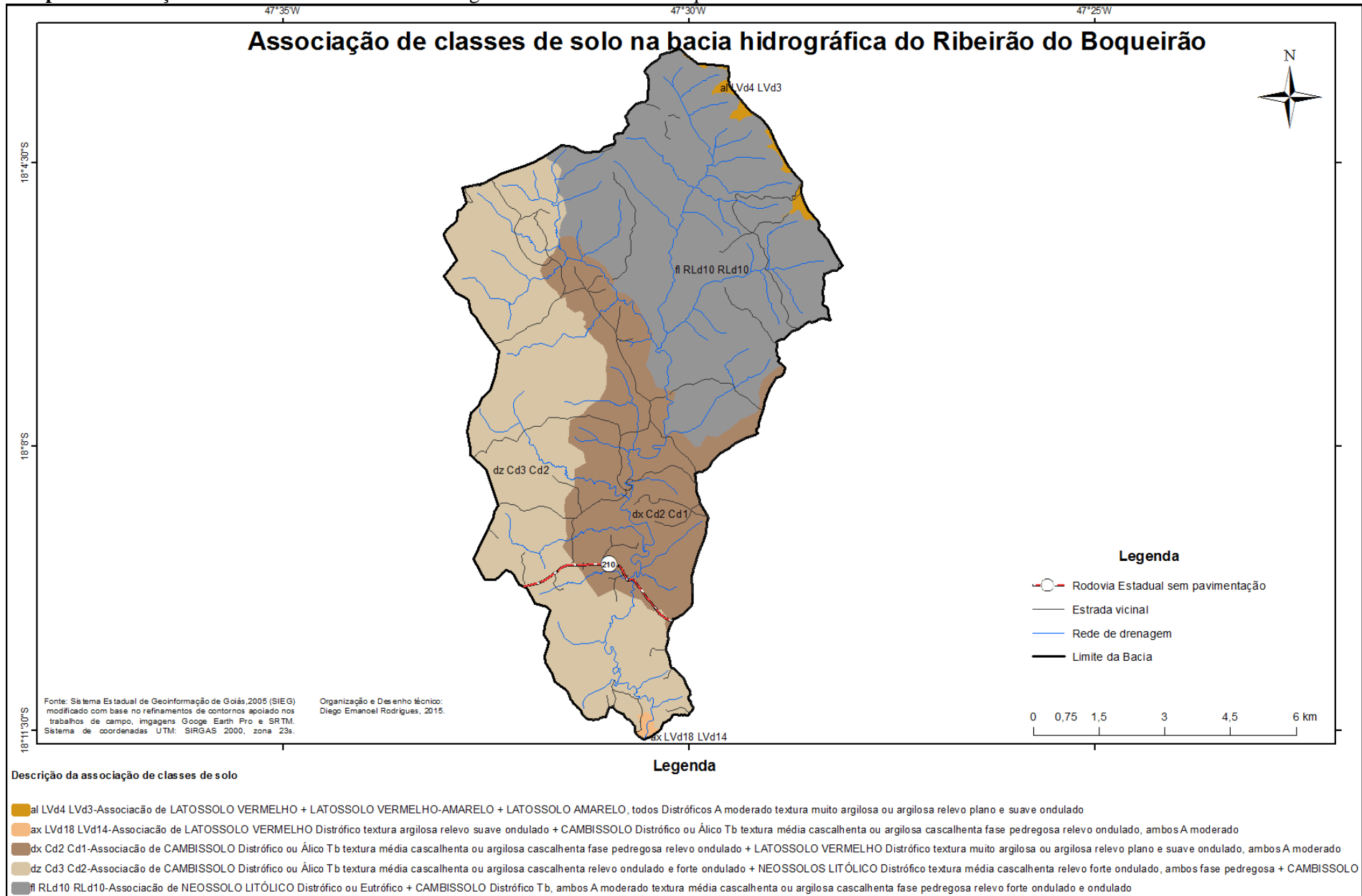
Fonte: Cálculo de SIG de base de dados adaptada do SIEG/GO (2005).

No entanto, na porção centro-oeste da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, (Mapa 7) a classe de Cambissolo aparece associada com a classe de Latossolo Vermelho. Essa associação de solo foi classificada na classe intermediária de erodibilidade (classe III) representada por 22,30% da área da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.

O termo *lat* é de origem latina, e significa material altamente alterado, sendo assim, os Latossolos, geralmente, são intensamente intemperizados, em função disso apresentam significativa homogeneidade no perfil, e comumente são profundos e de boa drenagem. “[...] Distribuem-se por amplas superfícies no Território Nacional, ocorrendo em praticamente todas as regiões, diferenciando-se entre si principalmente pela coloração e teores de óxidos de ferro [...]” (IBGE, 2015, p. 295).

Essa associação de Cambissolo e Latossolo Vermelho se encontra em relevo, relativamente mais plano, estando em região onde o processo de erosão recuante já provocou certo aplainamento do relevo, influenciando em um maior desenvolvimento do solo em relação às áreas movimentadas.

Mapa 7: Associação de classes de solo na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.



Já no extremo nordeste da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, na estreita área de chapada (relevo residual), em função de resistência litológica de Coberturas detrito-lateríticas-ferruginosas (N1dl), há a associação de subclasses dos Latossolos, especificamente, estão correlacionados Latossolo Vermelho-Escuro, Vermelho-Amarelo e Amarelo. Segundo Reatto et al. (2008, p. 117), “as formas de relevo predominantes nos Latossolos do bioma Cerrado são residuais de superfícies de aplainamento, conhecidas regionalmente como chapadas, que apresentam topografia plana a suave-ondulada [...]”.

Por fim, ainda se destaca que a associação da classe de Latossolo Vermelho com o Cambissolo foi encontrada próximo à foz do Ribeirão do Boqueirão, em relevo praticamente plano. Tanto essa associação de solo como a associação de Latossolo Vermelho, Vermelho-amarelo e Amarelo foram classificadas na classe de Erodibilidade IV. Dessa forma, essa região, formada por essas duas associações de classes de solo, apresenta o menor potencial à erodibilidade dentro da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão. Contudo, a área ocupada por elas é ínfima em relação às demais, estando presente em apenas 1,07% da área da bacia.

4.2.5 Aspectos do uso da terra/cobertura vegetal

Tendo em vista a discussão empreendida na segunda seção desse trabalho, entende-se que a sociedade faz parte dos sistemas ambientais e, por meio do trabalho, que é uma atividade conscientemente realizada sobre o meio físico, homens e mulheres influenciam a dinâmica do sistema ambiental. Nesse sentido, dentro da metodologia proposta de verificar o potencial à erosão laminar na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, a intervenção antrópica surge como indício chave para compreender a dinâmica da paisagem e potencial à erosão laminar nessa bacia.

Dessa maneira, o quesito uso da terra/cobertura vegetal indica a materialização da intervenção antrópica no meio físico. Especificamente a bacia do Ribeirão do Boqueirão, como foi destacado na subseção “caracterização socioespacial da bacia hidrográfica”, é ocupada, significativamente, por agricultores familiares que retiram sua sustentabilidade econômica da interação com o meio físico. Assim, o uso da terra de forma inadequada, em termos de conservação ambiental, provoca a aceleração da erosão laminar, que aos poucos degrada o solo, e dificulta as atividades agropastoris empreendidas pelos produtores rurais.

Diante dessa problemática, destaca-se que o uso da terra/cobertura vegetal da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão está para além de um fator estático e naturalizado, mas aparece como reflexo da interação de uma população com o seu contexto

ambiental envolvente, na sua luta diária pela sustentabilidade socioeconômica, guiada por preceitos de exploração agrícolas culturalmente enraizados.

De início, como pode ser averiguado por meio da Tabela 3, a pastagem é a classe de uso da terra/cobertura vegetal proporcionalmente mais presente na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão. Esta situação decorre desse tipo de formação herbáceo-arbustiva ser a condicionante básica para a produção pecuarista, principalmente a pecuária extensiva.

Tabela 3: Área ocupada pelas classes de uso da terra/cobertura vegetal na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, 2015.

Classe	Uso da terra/cobertura vegetal	Área (km ²)	Percentual
I	Área descoberta	4,29	5,65%
II	Pastagem	29,72	39,16%
III	Área campestre	22,02	29,01%
IV	Área florestal	19,69	25,94%
IV	Silvicultura	0,18	0,19%

Fonte: Mapa 8: uso da terra/cobertura vegetal na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, 2015. Org.: Rodrigues (2015).

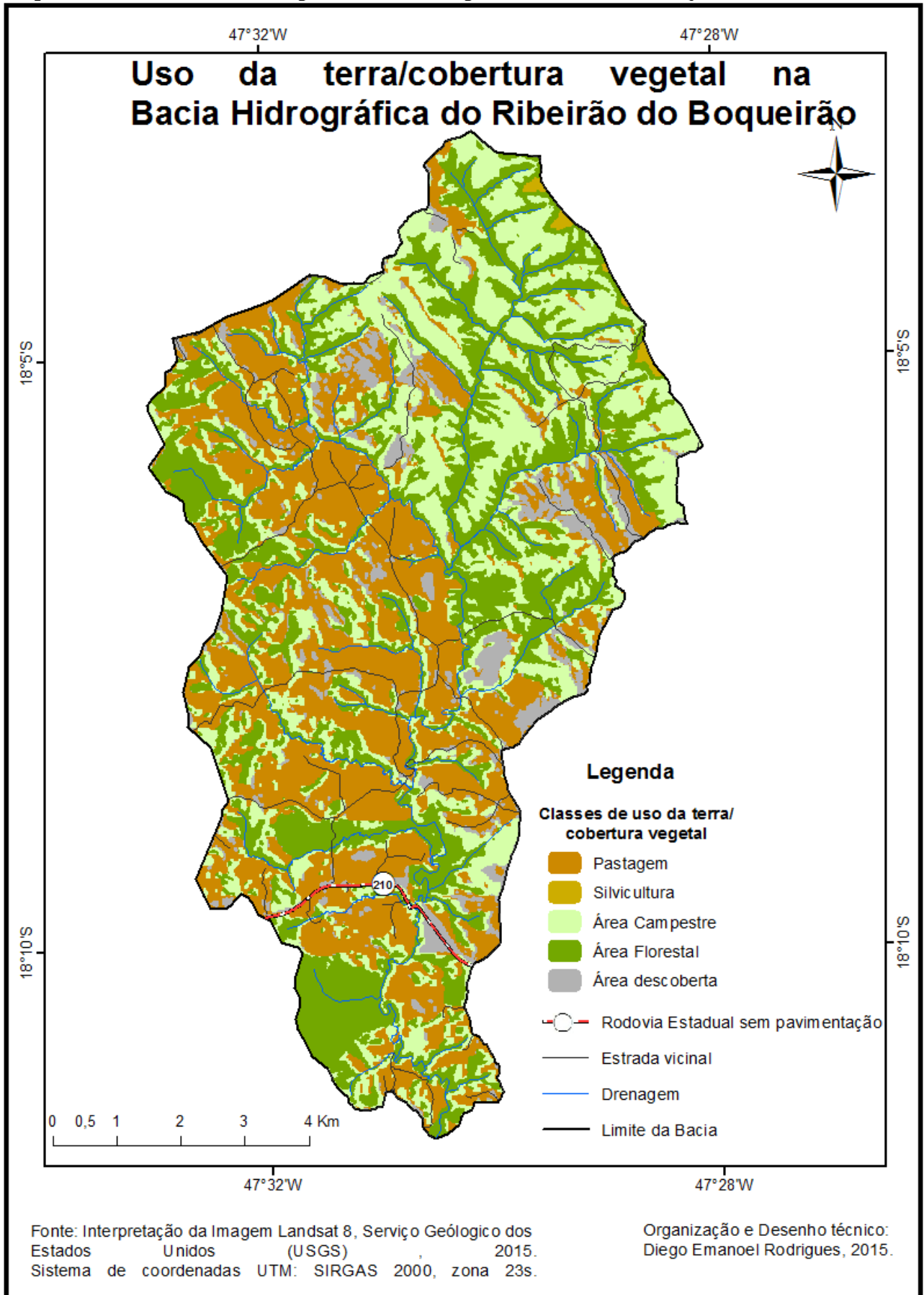
Caume (1997), em estudo sobre a realidade dos produtores familiares do estado de Goiás, enfatiza que a pecuária leiteira constitui a produção predominante da unidade de produção familiar, em função de ser uma estratégia de produção recorrente em meio à agricultura familiar de Goiás. Segundo esse autor isso se deve

a um conjunto de fatores tanto estruturais quanto conjunturais: a dificuldade de ingresso competitivo no mercado da lavoura tecnificada de soja e milho á disponibilidade de terras de má qualidade, a forte expansão de agroindústrias processadoras do leite na região e linhas especiais de crédito [...]. (CAUME, 1997, p. 46-47).

Esse mesmo autor, alerta, ainda, que a produtividade leiteira pode ser considerada bastante baixa (em média 2,7 por litros vaca/dia) devido ao baixo padrão tecnológico e genético do rebanho, bem como à degradação das pastagens, agravada principalmente no período seco, rebaixando ainda mais a produtividade.

Na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, a classe pastagem se encontra disseminada, de forma intensa, por toda a área (Mapa 8). A exceção a isso ocorre na porção nordeste, onde há a ocorrência da associação das classes Neossolos Litólicos com Cambissolo, geralmente em declividades acentuadas ultrapassando os 20%, em que as pastagens cultivadas aparecem, ainda, em menor proporção.

Mapa 8: Uso da terra/cobertura vegetal na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, 2015.



Nessa região, houve a presença marcante de área campestre. A predominância dessa vegetação na parte nordeste da bacia se deve ao solo pouco desenvolvido, pedregoso, em relevo fortemente ondulado. Verificou-se que essa vegetação nativa é aproveitada, de forma menos intensa, também como pastagem para atividade pecuarista. Assim, constatou a interferência antrópica, em menor proporção nessa área.

De forma acentuada, observou-se em coalescência com as pastagens a presença da classe de área descoberta. Isso se justifica pelo processo de degradação das pastagens, especialmente, no período seco, como foi citado por Caume (1997). Em função da dificuldade de acesso a técnicas e tecnologias, a pastagem ao longo do ano passa por desgaste, sendo que no período sem chuvas, típico do clima presente no Cerrado, esse processo se torna mais acentuado, resultando em pastagens ralas, e, em alguns locais, tão pouco intensas, que tendem a ser classificadas como área descoberta. Enfatiza-se que nessa classe também ocorre a presença de áreas de solo exposto derivado da preparação e/ou colheita de culturas de ciclo curto (temporárias).

Constituindo as áreas naturais, além da área campestre, foi classificada a área florestal que ocupou 25,94% da região em estudo. Espacialmente, a presença dessa classe se distribui, de forma geral, por toda a bacia hidrográfica. Entretanto, foi possível verificar locais onde existem a presença de, relativamente, grandes áreas florestais. Em contrapartida, principalmente na região central da bacia, essa classe se torna paulatinamente mais escassa. Inclusive em alguns pontos de cursos hídricos é possível verificar a inexistência da vegetação ripária, necessária à estabilidade das margens dos canais fluviais.

No extremo nordeste da bacia, em área de chapada, onde há a associação de subclasses de Latossolo, em relevo plano, verificou-se a prática da silvicultura. Enfatiza-se, ainda, por esta classificação do uso da terra/cobertura vegetal, a praticamente inexistência da agricultura com alto grau de tecnificação dentro da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão. Isso se justifica pelas características dessa bacia hidrográfica, que apresenta, em sua maior parte, morros e serras, considerando a tipologia de Florenzano (2008).

Pode-se inferir que as limitações do ambiente influenciam diretamente a ocupação e o uso da terra. Principalmente, as restrições de cunho geomorfológico, que são dificilmente transpostas, implicam diretamente no modo de organização da atividade pecuarista que redundam na pastagem como tipo de uso da terra preponderante. Os solos da região, que são influenciados diretamente pelo relevo, apresentam-se como fator limitador, especialmente para os agricultores familiares, que possuem restrição de recursos humanos, técnicos e financeiros para melhorarem e se adequarem às condições pedológicas de acordo com suas

necessidades.

Apesar disso, destaca-se que o uso da terra de forma inadequada e/ou de forma intensa gera como consequência a depredação dos recursos naturais fundamentais à vida, como é o caso da água e do solo. A erosão laminar reflete um desses problemas, que não se traduz em desastres ambientais instantâneos, mas termina por desgastar o solo e dificultar ainda mais o manejo da terra, tendendo a impedir uma relação, minimamente, harmônica entre os agricultores e o meio físico.

Considerando isso, na próxima seção, buscou-se discutir/indicar a suscetibilidade natural à erosão laminar da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão para compreender como o uso da terra/cobertura vegetal atual está contribuindo para agravar ou minimizar a erosão laminar nessa bacia hidrográfica.

5 SUSCETIBILIDADE AO PROCESSO DE EROSÃO LAMINAR NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO BOQUEIRÃO

A partir das informações descritas na seção anterior, em que se expôs as características naturais e antrópicas da paisagem da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, o objetivo da presente seção é discutir o resultado do mapeamento da suscetibilidade natural e do potencial atual de erosão laminar, conforme estipula a metodologia de Salomão (1999). Dessa forma, esses mapas exprimem a materialização da proposta metodológica realizada por esse trabalho, e fornecem, de forma geral, a vulnerabilidade, no âmbito da erosão laminar, da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.

5.1 Suscetibilidade natural à erosão laminar na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão

O mapa de suscetibilidade natural à erosão laminar surgiu como resultado da interpolação dos aspectos do relevo (declividade) com as características do solo (erodibilidade). O cruzamento dessas informações teve por objetivo expor a fragilidade natural do terreno ao processo de erosão laminar. Dessa forma, através desse primeiro mapa, demonstra-se as áreas com maior risco/predisposição a processos erosivos, em função de características naturais, dentro do limite da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.

Como pode ser observado pelo Mapa 9, a classe I – extremamente suscetível à erosão laminar – ocorre de forma preponderante na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, ocupando percentual de 51,27% (Gráfico 2) da área dessa bacia hidrográfica. Esse resultado se deve ao alto grau de erodibilidade apresentado pela combinação de duas associações de solos que compatibilizam os Neossolos Litólicos e Cambissolos com percentuais de declividade acima de 12%, como indica a matriz de correlação entre declividade x erodibilidade (vide seção 3).

Segundo Salomão (1999), as classes de suscetibilidade natural à erosão laminar podem ser compatibilizadas com as classes de capacidade de uso da terra. Sendo que a classe I é proporcional às classes VII e VIII da classificação de capacidade de uso da terra. Lepsch (2010) define essas duas classes:

Mapa 9: Suscetibilidade natural à erosão laminar na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.

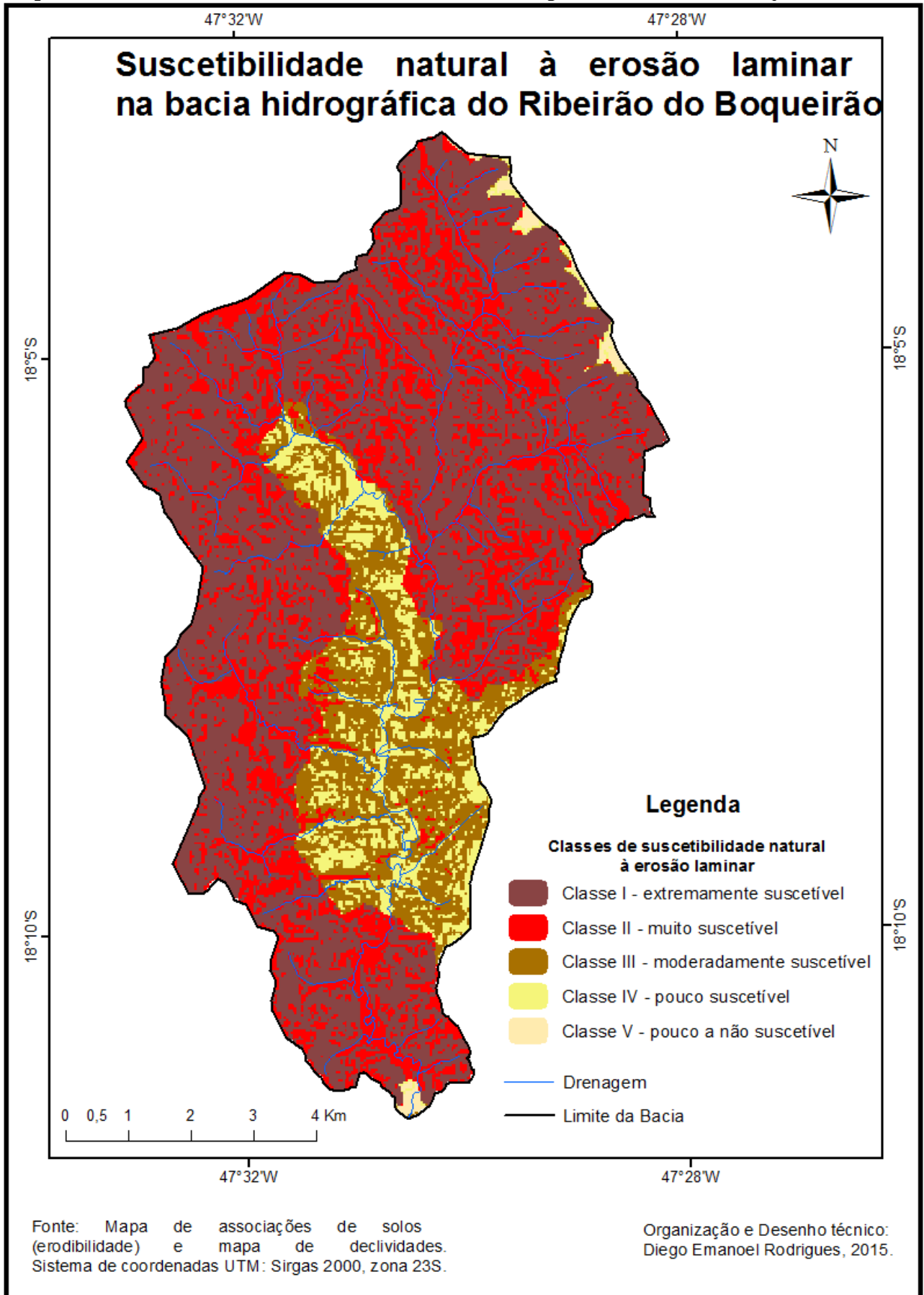
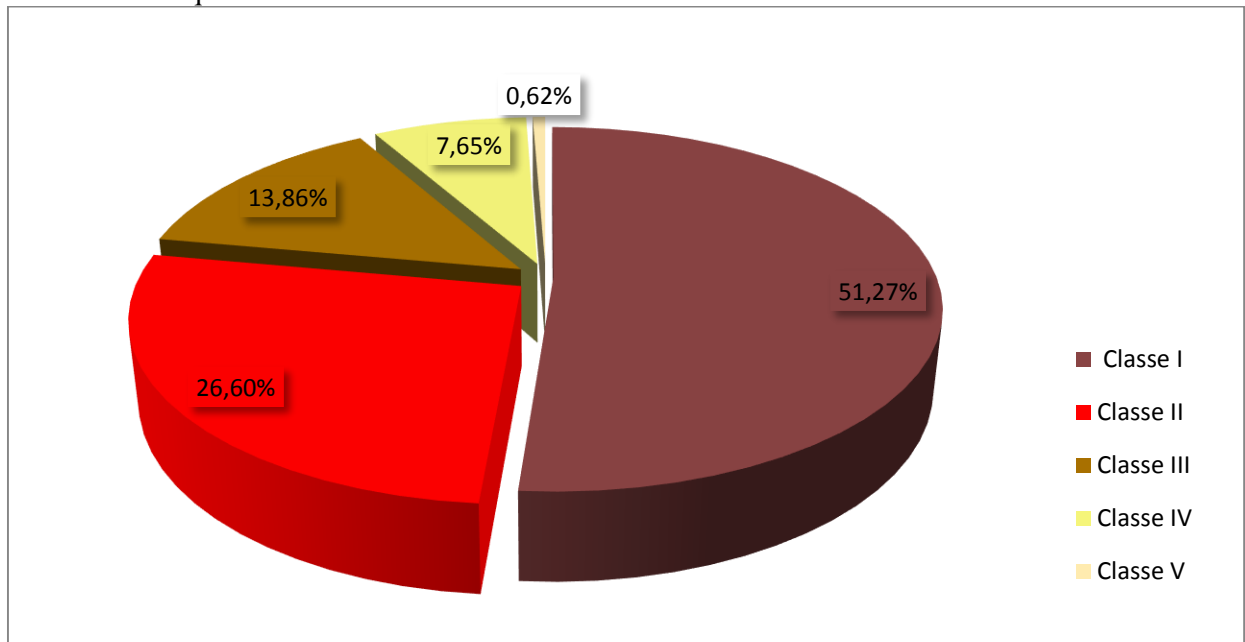


Gráfico 2: Percentuais das classes de suscetibilidade à erosão laminar na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.



Fonte: Mapa de suscetibilidade natural à erosão laminar. Org.: Diego Emanuel Rodrigues (2015).

Classe VII – Solos sujeitos a limitações permanentes mais severas, mesmo quando usadas para pastagens ou reflorestamento. São terrenos muito inclinados, ressecados ou pantanosos, considerados de baixa qualidade e que devem ser usados com extremo cuidado. Quando a vegetação natural foi removida, o reflorestamento é mais indicado nas regiões de clima mais úmido e, no caso de solos em climas mais secos, a pastagem.

Classe VIII – Terras nas quais não é aconselhável nenhum tipo de lavoura, pastagem ou florestas comerciais. Devem ser obrigatoriamente reservadas para a proteção da flora e fauna silvestres ou à recreação controlada. São áreas muito áridas, declivosas, arenosas, pantanosas ou severamente erodidas. São por exemplo terrenos íngremes montanhosos e/ou com muitos afloramentos rochosos, dunas costeiras e mangues. (LEPSCH, 2010, p. 208).

De forma sintética, a classe I de suscetibilidade à erosão laminar corresponde a terrenos que apresentam problemas complexos de conservação, indicados para a preservação da vegetação nativa ou reflorestamento, criação de animais silvestres e para atividades de recreação (LEPSCH, 2010; SALOMÃO, 1999).

A classe II – muito suscetível à erosão laminar - aparece de forma significativa, associada predominantemente às classes de Nossolos Litólicos e Cambissolos combinadas a declividades até 12%. Também contribuíram com essa classe, de forma menos significativa, áreas classificadas em associação de Cambissolo com Latossolo Vermelho em declividades maiores que 20%.

Estando presente em aproximadamente 26,6% da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, a classe II de suscetibilidade à erosão laminar, de acordo com Salomão (1999), é compatibilizada com a classe VI de capacidade de uso das terras, que segundo Lepsch

(2010), corresponde a “terras que não devem ser usadas com lavouras intensivas, mas adaptadas para pastagens, reflorestamento ou, excepcionalmente, cultivos especiais que protegem os solos [...]. **Quando usadas para pastagem requerem cuidados intensivos para evitar a erosão.**” (LEPSCH, 2010, p. 208, grifos nosso).

A classe III - moderadamente suscetível à erosão laminar - representa a classe intermediária de suscetibilidade à erosão natural, sendo compatibilizada com a classe IV da capacidade de uso das terras. Segundo Lepsch (2010), essa classe corresponde a

terras com muitas limitações permanentes à agricultura. Lavouras intensivas (milho, soja etc.) devem ser implantadas apenas ocasionalmente, ou em extensão limitada (por exemplo, arroz ou feijão durante um ano alternando com quatro anos de pastagens). Os solos, em sua maior parte, devem ser mantidos com pastagens ou cultivos permanentes mais protetores (tais como laranjais e cafezais). Possuem características desfavoráveis à agricultura, pela forte declividade ou pelas muitas pedras à superfície. (LEPSCH, 2010, p. 208).

Especialmente, a classe III, de suscetibilidade natural à erosão laminar, encontra-se preponderantemente na parte central e centro-leste da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão (Mapa 9), onde está presente a associação das classes de Cambissolo e Latossolo Vermelho em terrenos com 6% a 20% de declividade.

Já as classes IV e V indicam menor suscetibilidade à erosão laminar. Especificamente a classe IV – pouco suscetível à erosão laminar - pode ser visualizada na parte central da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, coalescendo com a classe III – moderadamente suscetível. Para Salomão (1999, p. 240), a classe IV “corresponde à classe III de capacidade de uso das terras, onde os terrenos apresentam problemas complexos de conservação, sendo mais indicados a pastagens e culturas perenes [...]”. Em complementação, Lepsch (2010, p. 208) alerta que “quando [essas terras são] usadas para agricultura intensiva, necessitam de práticas complexas de caráter mecânico, tais como a construção de terraços”.

Por último, a classe V - pouca a não suscetível à erosão laminar – apresenta-se em restritas áreas (0,62%) da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, especificamente, no extremo nordeste e próximo à foz da bacia hidrográfica. Segundo Salomão, a classe V de suscetibilidade à erosão pode ser comparada com as classes I, II e IV de capacidade de uso das terras. Lepsch (2010) conceitua essas últimas três classes da seguinte forma:

Classe I – Os solos são profundos, produtivos, fáceis de lavrar e quase planos. Não são suscetíveis a inundações, mas estão sujeitos à erosão por liviagem (movimento vertical de lavagem) e à deterioração da estrutura (como compactação). [...].

Classe II – Terras com limitações moderadas de uso, com riscos moderados de degradação. Estão em áreas ligeiramente inclinadas, sujeitas a uma erosão, ou com algum excesso de água no solo. Quando usadas para agricultura intensiva, elas necessitam de práticas simples de conservação do solo, tais como plantio em nível ou métodos de cultivo especiais, como o plantio na palha.

Classe V - [...]. O terreno é quase plano, *pouco sujeito à erosão*, com sérias limitações ao cultivo, por exemplo, muitas pedras à superfície ou encharcamento pronunciado, com impossibilidade de drenagem artificial. (LEPSCH, 2010, p. 207, grifos nossos e do autor).

Em resumo, a classe V possui baixo risco à erosão laminar, por derivar de classes de solo com pouca erodibilidade. No caso da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, ocorreu em áreas cobertas pelas seguintes associações de classes de solo: Latossolo Vermelho com Cambissolo e Latossolo Vermelho com Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Amarelo, ambas em declividades até 6%.

Através do mapeamento das classes de suscetibilidade natural à erosão laminar, na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, observa-se uma predisposição a processos erosivos em grande parte da bacia, representada, principalmente pelas classes I e II. Isso é um alerta para as limitações naturais, chamando a atenção para a necessidade de cautela ao explorar essa bacia hidrográfica, tendo em vista a conservação dessas áreas.

As classes III e IV predominam na porção central da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, e são classes que já permitem, de forma geral, o cultivo de pastagens, culturas permanentes ou até culturas de ciclo curto (temporárias), desde que adotadas medidas que protejam o solo e mitiguem possíveis processos erosivos. Caso contrário, haverá a potencialização do processo de erosão laminar.

Por fim, a classe V representa os terrenos com propensão para a erosão laminar praticamente nula, sendo aconselháveis para a maioria dos tipos de uso da terra, inclusive, produção de culturas de ciclo curto. Contudo, vale destacar que é necessário manter a preocupação com os princípios conservacionistas, principalmente, quando essa classe ocorre no fundo de vale, sendo necessária atenção especial com os cursos hídricos e sua vegetação ripária que cumprem papel importante na estabilidade da bacia para evitar/minimizar o processo de erosão das margens dos cursos hídricos.

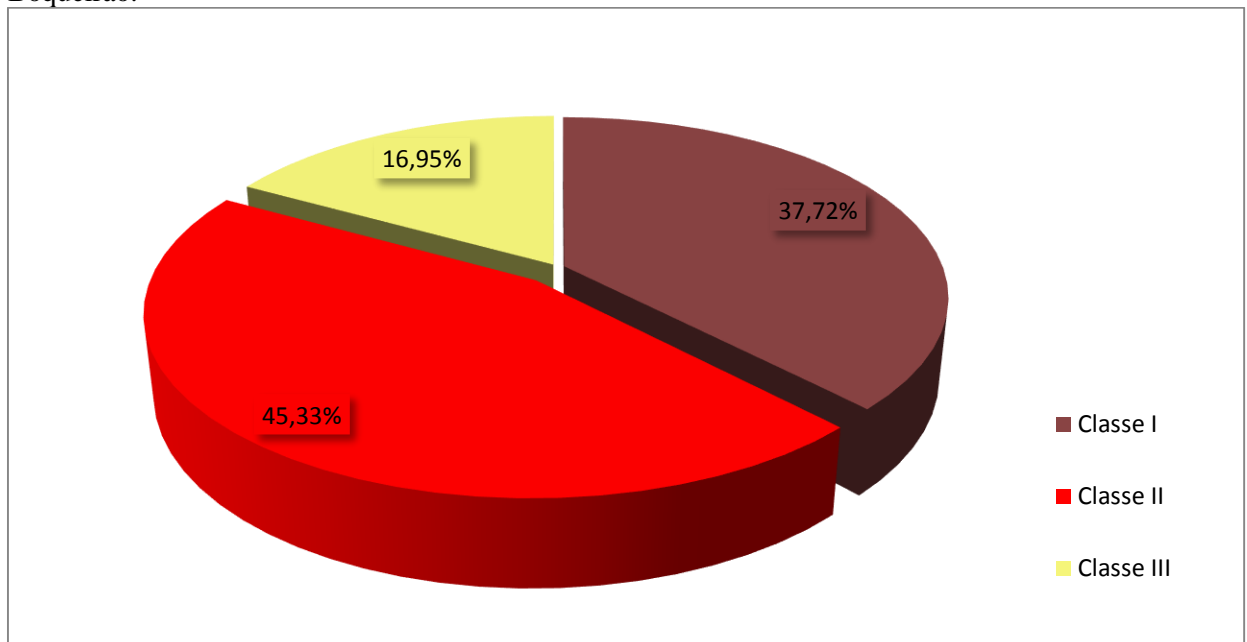
Cabe ressaltar que o mapeamento da suscetibilidade natural à erosão laminar visa distinguir, de forma geral, áreas com maior/menor suscetibilidade natural à erosão laminar. Entretanto, esse mapa não reflete de forma rigorosa os limites de cada classe de suscetibilidade natural à erosão laminar, haja vista que o levantamento pedológico utilizado apresenta associações de classes de solo na escala de 1.250.000, limitando a exatidão das

informações. Contudo, esse mapeamento cumpre o objetivo de dar o panorama da fragilidade natural ao processo de erosão laminar presente na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, com a finalidade de alertar e incentivar maior cautela ao ocupar e explorar tal bacia hidrográfica.

5.2 Potencial atual à erosão laminar na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão

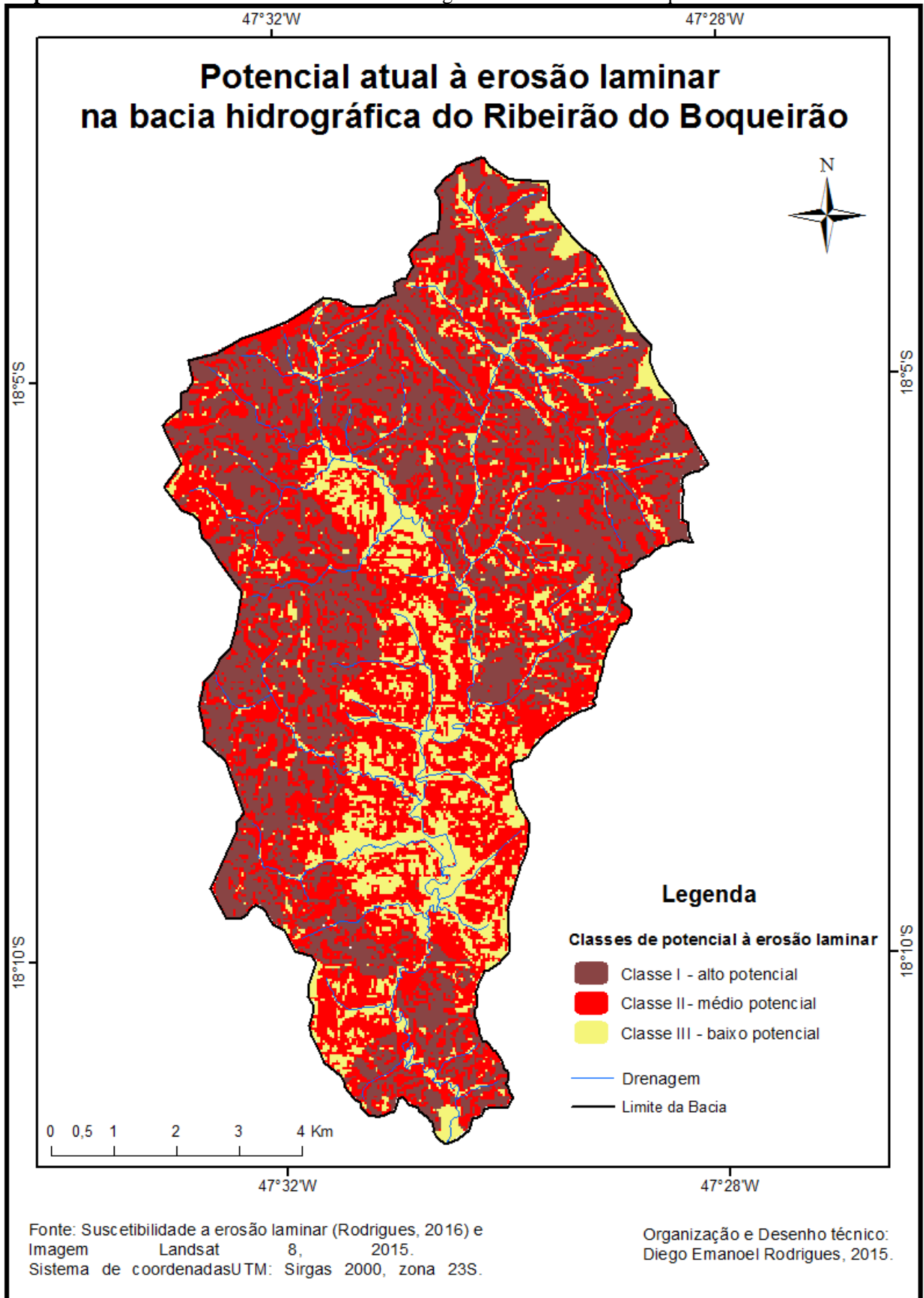
O mapa de potencial (atual) à erosão laminar é resultado da sobreposição do mapa de suscetibilidade natural à erosão laminar com o mapa de uso da terra/cobertura vegetal da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão. Dessa forma, a partir da suscetibilidade natural à erosão laminar, o objetivo principal desse mapeamento foi demonstrar como a intervenção antrópica, expressa através do mapa de uso da terra/cobertura vegetal, exerce influência para o potencial atual à erosão laminar. Observando o Mapa 10 é possível visualizar a espacialização de cada classe de potencial à erosão laminar, bem como pelo Gráfico 3 se constata as respectivas proporções numéricas dessas classes dentro da bacia hidrográfica.

Gráfico 3: Percentuais das classes de potencial à erosão laminar na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.



Fonte: Mapa de Potencial à erosão laminar. Org.: Diego Emanuel Rodrigues (2015).

Mapa 10: Potencial à erosão laminar na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.



5.2.1 Classe I de potencial à erosão laminar

A classe I, de potencial à erosão laminar, ocorre de forma significativa, ocupando 37,72% da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão. Segundo Salomão (1999), a classe I, de potencial à erosão laminar, corresponde, de forma preponderante, a áreas onde o uso da terra é incompatível com a suscetibilidade natural à erosão laminar.

Exemplificando os terrenos da classe I, observa-se, na Foto 1, paisagem que passou pelo processo de desmatamento, localizada em área com alto grau de erodibilidade (associação das classes de Neossolo Litólico e Cambissolo) em declividade acentuada. A ausência total de vegetação em área de suscetibilidade natural à erosão laminar I e II justifica o alto potencial à erosão laminar (classe I).

A remoção da vegetação, em sua totalidade, expõe e fragiliza o solo frente aos agentes da erosão, como é o caso da água, potencializando o processo de erosão laminar. A ausência de vegetação, mesmo que de porte médio a baixo, contribui para a maximização do salpicamento (efeito splash) das partículas de solo, ao mesmo tempo em que a inexistência da rugosidade no solo, provocada pela vegetação, permite uma velocidade acentuada do fluxo de água que escorre pela vertente e potencializa a erosão laminar.

Pelo mapa de uso da terra/cobertura vegetal (Mapa 8) a região de encosta presente na paisagem, expressa pela Foto 2, encontra-se com área descoberta. A justificativa para essa foto apresentar a classe pastagem, já praticamente cobrindo toda encosta, deve-se ao fato da imagem ter sido registrada cinco meses após o mapeamento de uso da terra cobertura vegetal. A partir disso, constatou-se, através dos exemplos, que a desvegetação, que expõe o solo ao risco intenso a processos erosivos, é a etapa inicial para implantação da pastagem cultivada, que continua em expansão dentro da bacia hidrográfica, inclusive em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar I, indicativa de restrições severas ao uso.

Enquanto isso, nas Fotos 3 e 4, observa-se a pastagem disseminada pela encosta, e, atualmente, já sendo utilizada para a produção pecuarista. O principal tipo de gramínea utilizado para essa atividade é do gênero *Brachiaria*, exótica ao bioma Cerrado, e ocorre de forma preponderante ao longo da bacia hidrográfica, ocupando, inclusive, encostas declivosas com solos com alto potencial à erodibilidade (classe de suscetibilidade natural à erosão laminar I).

A partir disso, acredita-se que a utilização desse gênero de gramínea, como pastagem, indica a busca dos agricultores familiares em obter maior eficácia da produção pecuarista nessas regiões com restrições de cunho geomorfológico e pedológico. Contudo,

esse tipo de uso da terra, segundo Salomão (1999), está em desarmonia com a alta suscetibilidade natural à erosão laminar (classe I) desses terrenos, que potencializa o processo de erosão laminar, que, por consequência, tende a gerar mais restrições para esses terrenos. Especificamente na Foto 3, na parte em destaque, pode-se visualizar uma feição indicativa de perda de solo por processos erosivos.

Foto 1: No segundo plano, área descoberta em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar I e II.



Fonte: Pesquisa de Campo. Autor: Diego Emanuel Rodrigues, 15 jan. 2016.

Foto 2: No segundo plano, pastagem em crescimento em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar I e II.



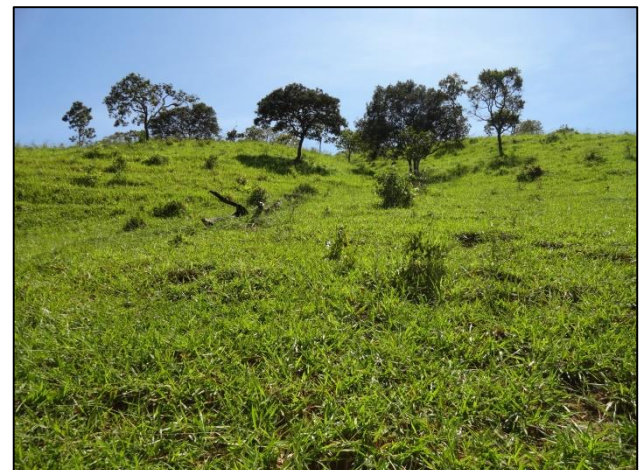
Fonte: Pesquisa de Campo. Autor: Diego Emanuel Rodrigues, 15 jan. 2016.

Foto 3: No segundo plano, pastagem em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar I.



Fonte: Pesquisa de Campo. Autor: Diego Emanuel Rodrigues, 15 nov. 2015.

Foto 4: Pastagem em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar I.



Fonte: Pesquisa de Campo. Autor: Diego Emanuel Rodrigues, 28 mar. 2015.

Enquanto as Fotos de 1 a 4 apontaram ambientes onde a vegetação nativa foi intensamente alterada pela ocupação antrópica, na Foto 5, principalmente na área destacada, visualizam-se áreas marcadas por fitofisionomias do Cerrado (predominantemente formações

campestres), que se caracterizam pela preponderância da vegetação herbácea-arbustiva em relação à vegetação arbórea em encostas declivosas, e representadas pela classe I de suscetibilidade natural à erosão laminar.

No entanto, mesmo em área com reduzida atuação antrópica e com o predomínio de uma vegetação campestre, essa região é classificada com alto potencial à erosão laminar, isso decorre da vegetação herbácea-arbustiva, predominante nessa área, não anular a forte erodibilidade presente na encosta com acentuada declividade. Na verdade, a existência, em maior parte, de vegetação herbáceo-arbustiva apresenta correlação direta com os solos de desenvolvimento incipiente nessa paisagem, caracterizados pela associação de Neossolo Litólico com Cambissolo.

Foto 5: Área campestre em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar I.



Fonte: Pesquisa de Campo. Autor: Diego Emanuel Rodrigues, 24 jan. 2016.

Fazendo analogia com Tricart (1977), quando classifica o meio físico em três unidades morfodinâmicas (meios estáveis, intergrades e fortemente instáveis), constata-se que essas vertentes se aproximam dos meios fortemente instáveis, que são paisagens onde “[...] a morfogênese é o elemento predominante da dinâmica natural, e fator determinante do sistema natural [...]” (TRICART, 1977, p. 51).

Nesse sentido, através dessa paisagem ilustrada pela Foto 5, constata-se que na classe de potencial à erosão laminar I podem se encontrar áreas que, em função de fatores naturais, são potencialmente vulneráveis ao processo de erosão laminar. Entretanto, ressalta-se que nesse tipo de paisagem é necessário buscar a preservação, tendo em vista que o alto potencial à erosão ocorre naturalmente dentro do equilíbrio dinâmico desse sistema. Sendo que a interferência antrópica, principalmente ao desvegetar essa área, pode provocar processos erosivos ainda mais intensos.

Inclusive, chama-se a atenção para o fato de que as paisagens apresentadas exemplificam áreas classificadas com alto potencial à erosão laminar. No entanto, em termos quantitativos, a partir do modelo conceitual, acredita-se que a perda de solo por erosão laminar ocorre em diferentes proporções nos terrenos ilustrados. De forma geral, vertentes com suscetibilidade natural à erosão laminar similares possuem potencial à erosão laminar amenizado ao passo que aumenta a intensidade e o porte da vegetação.

Em áreas de forte a extrema suscetibilidade à erosão laminar (classes I e II), preferencialmente, deve-se manter a vegetação nativa, tendo em vista a conservação do solo. Apesar disso, em determinados casos, gera impasse com a atual produção dos agricultores familiares residentes nessa bacia hidrográfica. Daí a necessidade do poder público buscar, juntamente com os próprios produtores, soluções que preservem a vegetação natural nessas áreas, ao mesmo tempo em que não inviabilize a renda desses atores sociais.

Como possíveis soluções para esse impasse, cita-se a possibilidade de se pensar no incentivo a atividades controladas de ecoturismo em terrenos extremamente suscetíveis e o uso de práticas intensas de controle à erosão em regiões que permitam tal possibilidade. Atitudes nesse sentido são imprescindíveis, considerando a necessidade de evitar a degradação do solo, que traz prejuízos ambientais e, por consequência, problemas para a produção e reprodução da população de agricultores residentes nessa região.

5.2.2 Classe II de potencial a erosão laminar

A classe II - de médio potencial a erosão laminar - foi a classe com maior presença dentro da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, ocupando proporcionalmente 45,33% de sua área. Essa classe apresenta uma gama heterogênea de terrenos, com estruturas distintas, tanto pelo aspecto de suscetibilidade natural (relevo e solo), como pelo uso da terra/cobertura vegetal.

Inicialmente, enfatizam-se duas paisagens, com reduzida influência de atividades antrópicas, em que predominam a cobertura vegetal nativa que influencia diretamente na minimização do potencial à erosão laminar. Na Foto 6, verifica-se, principalmente na metade inferior da vertente, a presença de formação florestal (Mata Ciliar) de forma contínua, em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar I, enquanto na Foto 7 se observa a presença da área campestre, representada por um Cerrado Ralo (formação savânica) em classe de suscetibilidade natural II.

A partir dessas duas ilustrações se retoma a discussão sobre a importância da cobertura vegetal para a minimização do risco a processos erosivos. No primeiro caso a vegetação florestal, que é caracterizada pela presença de cobertura arbórea densa, abranda o potencial à erosão laminar ao estar presente na classe de suscetibilidade natural à erosão laminar I. Enquanto na paisagem subsequente, o predomínio de vegetação herbáceo-arbustiva densa, mesclada com cobertura arbórea espaçada, é importante também para evitar a desestabilização da vertente, tendo em vista que essa área se encontra sobre solos com alto potencial de erodibilidade.

Foto 6: Área florestal em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar I.



Fonte: Pesquisa de Campo. Autor: Diego Emanuel Rodrigues, 16 jan. 2016.

Foto 7: Área campestre em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar II.



Fonte: Pesquisa de Campo. Autor: Diego Emanuel Rodrigues, 15 jan. 2016.

Segundo Bertoni e Lombardi Neto (2014, p. 59), “a cobertura vegetal é a defesa natural de um terreno contra a erosão”, sendo responsável pela a) proteção direta contra o impacto das gotas de chuva; b) dispersão da água, interceptando-a e evaporando-a antes que atinja o solo; c) decomposição das raízes das plantas que, formando canalículos no solo, aumentam infiltração de água no solo; d) melhoramento da estrutura do solo pela adição de matéria orgânica, aumentando assim sua capacidade de retenção de água; e) diminuição da velocidade de escoamento da enxurrada pelo aumento do atrito na superfície. (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2014).

Apesar dessas paisagens que resguardam a vegetação natural, Salomão (1999) considera que na classe II, de médio potencial à erosão laminar, as atividades implantadas pela intervenção antrópica, de forma geral, ainda são incompatíveis com a suscetibilidade à erosão laminar, sendo essa inadequação passível de ser controlada, adotando-se medidas

conservacionistas para a proteção do solo. Diante disso, nas próximas paisagens se discutem terrenos onde a intervenção antrópica alterou a cobertura vegetal original.

Em específico, as Fotos 8 e 9 demonstram paisagens onde predominam o cultivo da pastagem sobre classe de suscetibilidade natural à erosão laminar II. A diferença entre as duas ocorre na localização, considerando que as paisagens exemplificam áreas distintas dentro da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão (vide mapa 2), mas, principalmente, pela época em que as fotos foram tiradas. A Foto 8 foi captada no dia 12 de setembro de 2015, durante o período seco, em grande parte por esse motivo se pode visualizar na vertente em segundo plano (em destaque), pela coloração em tom de verde amarelado, o desgaste da cobertura herbácea-arbustiva utilizada como pastagem.

Nessas condições o solo fica com maior vulnerabilidade à erosão laminar, especialmente em relação às precipitações esporádicas que podem ocorrer durante o período seco, e as primeiras precipitações do período chuvoso que caem sobre o solo compactado em função do pisoteio do gado e com pouca proteção pela pastagem degradada.

Foto 8: No segundo plano, predomínio de pastagem sobre classe de suscetibilidade natural à erosão laminar II.



Fonte: Pesquisa de Campo. Autor: Diego Emanuel Rodrigues, 12 set. 2015..

Foto 9: Pastagem sobre classe de suscetibilidade natural à erosão laminar II.



Fonte: Pesquisa de Campo. Autor: Diego Emanuel Rodrigues, 28 mar. 2015.

Já a Foto 9 foi tirada no dia 12 de março de 2015, ainda dentro do período chuvoso na região, o que pode ser visualmente averiguado pelo tom de verde mais acentuado, que indica uma pastagem mais densa, em função do aumento considerável da precipitação. Dessa forma, ao analisar essas duas paisagens, que apontam, de forma geral, estágios diferenciados dessa cobertura vegetal durante o ano, constata-se a necessidade de procurar medidas conservacionistas que possibilitem a neutralização ou mitigação ao máximo do

potencial à erosão laminar de terrenos com essa configuração na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.

Por práticas conservacionistas se entende o uso de técnicas e tecnologias que permitam controlar a erosão, ainda que não a anulem completamente, mas a reduzam a proporções insignificantes, de forma que permita cultivar o solo sem depauperá-lo. Destarte, o objetivo do modelo conservacionista é mitigar ou mesmo, se possível, acabar com o conflito ecológico gerado pelas práticas agrícolas exercidas pelo ser humano em relação ao equilíbrio dos sistemas ambientais (LEPSCH, 2010).

Lepsch (2010) destaca que dentro das medidas conservacionistas existem três grupos de práticas principais, são elas: 1) de caráter edáfico – relativa à manutenção ou melhoria da fertilidade de solo, principalmente no que diz respeito à adequada disponibilidade de nutrientes para as plantas; 2) de caráter mecânico – associada à utilização de máquinas para atenuação do potencial à erosão, em geral, introduzem algumas alterações no relevo para corrigir os declives muito acentuados; e, por fim, 3) de caráter vegetativo – incluem métodos de cultivo que visam controlar a erosão com o aumento da cobertura vegetal do solo.

Tendo em vista contribuir com a minimização do potencial à erosão laminar na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, acredita-se ser pertinente apontar a possibilidade do uso de práticas de caráter mecânico, como por exemplo, linhas em nível (terraços), de modo a se buscar atenuar a potencialização da erosão por conta dos declives, ainda significativos, em determinadas regiões de potencial à erosão laminar II, ilustradas pelas Fotos 8 (segundo plano da foto) e 9.

Quanto à degradação natural da pastagem acredita-se necessário discutir práticas no âmbito vegetativo e edafológico, como por exemplo, buscar espécies de gramíneas para pastagem mais aptas a esse ambiente, além de aumentar o número de espécies arbóreas nativas de Cerrado em meio às pastagens, o que já contribui com a minimização da vulnerabilidade do solo à erosão hídrica e, também, eólica. Destaca-se, inclusive, no primeiro plano da Foto 8 a presença de mudas que sugerem o replantio de espécies arbóreas nessa área. Ainda como medida conservacionista, ressalta-se a importância da rotação de pastagens na atividade pecuarista, tendo como objetivo evitar o depauperamento das pastagens e permitir a sua recuperação adequada.

Retomando a discussão dos terrenos com médio potencial à erosão laminar (classe II), visualiza-se (Foto 10) novamente uma paisagem com a cobertura de gramíneas do gênero *Brachiaria*, sendo que nesse caso essa cobertura vegetal se encontra sobre as classes de suscetibilidade III e IV, onde os solos apresentam menor potencial à erodibilidade (associação

de Cambissolo com Latossolo-Vermelho) em declividades, de forma geral, mais sutis em relação às vertentes das Fotos 8 e 9.

Por apresentar características próximas às paisagens do terreno da classe III, esse terreno pode ser considerado em faixa de transição entre as classes II e III. No entanto, destaca-se a importância de se buscar medidas conservacionistas, principalmente de caráter vegetativo, em função, inclusive, dessa área espacialmente estar próxima ao curso hídrico. (mapa 2).

Foto 10: Pastagem em classe III de suscetibilidade natural à erosão laminar.



Fonte: Pesquisa de Campo. Autor: Diego Emanuel Rodrigues, 15 jan. 2016

Foto 11: Plantação de milho em classes III e IV de suscetibilidade natural à erosão laminar.



Fonte: Pesquisa de Campo. Autor: Diego Emanuel Rodrigues, 16 jan. 2016.

Por fim, exemplificando ainda a classe II de potencial à erosão laminar, mas também em transição para a classe III, verifica-se na Foto 11 a presença da cultura de milho⁵, em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar III e IV. É comum ao segmento da agricultura familiar, como salientado por Caume (1997), a intercalação da pecuária com produções agrícolas como a do milho, em pequena escala, com a finalidade predominante de consumo na própria unidade familiar.

Em termos de risco à erosão laminar, Salomão (1999) enquadra as culturas de ciclo curto (anuais) como um tipo de uso da terra/cobertura vegetal que potencializa a suscetibilidade natural à erosão laminar. Principalmente, quando há o revolvimento do solo, como ocorreu no caso da Foto 11. Por isso, esse tipo de cultura, mesmo quando presente, inclusive na classe de baixo potencial à erosão laminar (classe III), exige a preocupação com

⁵ Ressalva-se que, no Mapa de uso da terra/cobertura vegetal, essa região aparece como Área descoberta. Isso decorre do fato da época desse mapeamento (13/07/2015) ainda não existir essa plantação de milho, provavelmente o solo já estava sendo preparado para a plantação dessa cultura agrícola que aparece evidenciada na Foto 11, datada de 16/01/2016.

medidas conservacionistas, buscando, por exemplo, usar sistemas de plantio que minimizem a exposição do solo às intempéries climáticas.

Ressalva-se que não constitui objetivo desse trabalho apontar, de forma específica, práticas conservacionistas para a bacia hidrográfica. Mas demonstrar a heterogeneidade de terrenos que ocorrem na classe de potencial à erosão laminar II e sugerir, para o debate, possíveis práticas ambientalmente positivas. Na classe de médio potencial se reforça que as medidas de conservação ambiental vão desde a manutenção da vegetação nativa em áreas que apresentam alta suscetibilidade natural à erosão laminar, bem como medidas conservacionistas (mecânicas, vegetacionais ou edáficas) que visam sanar/evitar restrições para os tipos de uso, como as pastagens e as culturas agrícolas de ciclo curto.

5.2.3 Classe III de potencial à erosão laminar

Segundo Salomão (1999), a classe III corresponde à classe de baixo potencial à erosão laminar em que o uso atual da terra/cobertura vegetal ocorre em compatibilidade com a suscetibilidade natural à erosão laminar do terreno. Na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, a classe III ocupou menor área proporcionalmente em relação às demais, ocorrendo em 16,95% da bacia hidrográfica. Esses terrenos com baixo potencial à erosão laminar nessa bacia são ligados, principalmente, a classes de suscetibilidade natural à erosão laminar de média a baixa (classe III a V), combinada com vários tipos de uso da terra/cobertura vegetal.

Sendo a pastagem o uso da terra/cobertura vegetal predominante na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, ela está presente, de forma intensa, também na classe de baixo potencial, como se verifica pelas Fotos 12 e 13. Especificamente na Foto 12, observa-se uma área de pastagem no médio curso do Ribeirão do Boqueirão. Nesse caso, a pastagem se encontra sobre terreno classificado em classe IV de suscetibilidade natural à erosão laminar. Já a paisagem da Foto 13 se encontra próxima à foz do Ribeirão do Boqueirão (mapa 2), em classe de suscetibilidade à erosão laminar V. Apesar de não haver restrições para esse tipo de cobertura vegetal, em ambos os terrenos é importante tomar cuidado com o manejo da pastagem, além de se conservar as matas ripárias.

Foto 12: Pastagem em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar IV.



Fonte: Pesquisa de Campo. Autor: Diego Emanuel Rodrigues, 28 mar. 2015.

Foto 13: Pastagem em classe de suscetibilidade à erosão laminar V.



Fonte: Pesquisa de Campo. Autor: Diego Emanuel Rodrigues, 12 set. 2015.

Diferentemente dos casos anteriores, a Foto 14 elucida o terreno localizado em altiplano, classificado como classe natural de suscetibilidade à erosão laminar V, recoberto por vegetação do gênero *Eucalyptus* e por gramíneas, que estão presentes entre as árvores. Essa cobertura arbórea é a representante da restrita produção silvicultora que ocorre na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão. Em termos de erosão laminar, o risco dessa área se apresenta quase nulo, tendo em vista que essa vegetação de porte alto maximiza a proteção do solo, que já se encontra em relevo plano e de baixa erodibilidade.

Foto 14: Silvicultura em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar V.



Fonte: Pesquisa de Campo. Autor: Diego Emanuel Rodrigues, 21 nov. 2015.

Foto 15: Área florestal em classe de suscetibilidade à erosão laminar IV.



Fonte: Pesquisa de Campo. Autor: Diego Emanuel Rodrigues, 16 jan. 2016.

As três Fotos seguintes (15, 16 e 17) são terrenos sobre área florestal. Dessa forma, novamente se enfatiza a importância da vegetação arbórea na proteção e

desenvolvimento do solo. A Foto 15 se apresenta em região de classe III e IV de suscetibilidade natural à erosão laminar, combinada com cobertura vegetal que pode ser considerada na fitofisionomia de Cerrado Denso (formação savânica), enquanto na Foto 16 se observa vegetação florestal, em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar IV. Por ambas as fotos, que foram captadas numa vista interna à área florestal, pode-se verificar o terreno coberto de matéria orgânica, representada pela folhagem da cobertura arbórea, produzindo uma camada protetora do solo e reduzindo o processo de erosão laminar.

Foto 16: Área florestal em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar IV.



Fonte: Pesquisa de Campo. Autor: Diego Emanuel Rodrigues, 15 jan. 2016.

Foto 17: Área de florestal em classe de suscetibilidade natural à erosão laminar V.



Fonte: Pesquisa de Campo. Autor: Diego Emanuel Rodrigues, 12 set. 2015.

Já na Foto 17 se demonstra uma área coberta por Mata Ciliar em classe de suscetibilidade V na margem direita do Ribeirão do Boqueirão, próxima a sua foz (mapa 2). A vista dessa Foto, que foi extraída externamente à Mata Ciliar, possibilita observar a água no extremo canto inferior da foto, o que indica a presença do Ribeirão do Boqueirão e no plano principal a Mata Ciliar que assume importância na proteção da margem do curso hídrico, ao dificultar o processo de solapamento das margens do canal fluvial por meio de processos erosivos.

Em síntese, a classe III (baixo potencial) representa áreas com pouca propensão ao processo de erosão laminar. No entanto, como essas regiões se localizam predominantemente próximas ao curso do Ribeirão do Boqueirão e seus tributários, ressalta-se a importância do cuidado com as Matas Ciliares e de Galerias para a conservação das águas superficiais, outro elemento fundamental para a manutenção e reprodução das unidades de produção familiares na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A erosão acelerada do solo decorre diretamente da intervenção antrópica que reorganiza, através do trabalho, os elementos físico-bióticos do meio. Dessa forma, evidencia-se que a erosão laminar, que é uma forma de manifestação dos processos erosivos que ocorre de forma silenciosa, porém efetiva na depauperação do solo, consiste, na atualidade, em um problema ambiental que deriva diretamente da desarmonia entre as atividades antrópicas e os limites de recuperação dos sistemas ambientais.

A bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, por suas características naturais de cunho geomorfológico e pedológico, apresenta significativa área com severas restrições às atividades antrópicas no que diz respeito a práticas agrícolas. Como foi exposto, essa bacia hidrográfica apresentou mais de 70% de sua área classificada com suscetibilidade natural à erosão laminar I (extremamente suscetível) e II (fortemente suscetível), representantes de terrenos com alto risco à erosão laminar e que necessitam de atenção minuciosa com vistas à conservação ambiental.

Desse modo, quando se observou o uso da terra/cobertura vegetal foi possível visualizar, tanto pelas áreas de pastagens, como pelas áreas desvegetadas em processo de recobrimento por pastagens, a força da atividade pecuarista na região que constitui uma opção de atividade econômica viável para os agricultores, tendo em vista as próprias limitações morfo-pedológicas da região.

Contudo, pelo que se averiguou, o cultivo da pastagem não segue princípios de conservação ambiental e ocorre de acordo com a facilidade de exploração dos terrenos, por isso essa atividade ocupou intensamente as áreas de centro-oeste da bacia, representadas por terrenos mais planos e/ou com melhor adaptabilidade ao aspecto pedológico, além disso, ocupa vastas áreas de relevo ondulado a forte ondulado e ainda continua se expandido para as áreas de maior suscetibilidade à erosão laminar na bacia, que estão sobre associação de Neossolos Litólicos com Cambissolos em relevo forte ondulado, na parte nordeste da bacia.

Apesar da cobertura vegetal de porte arbóreo ocorrer de forma significativa, a distribuição espacial desse tipo de vegetação não se faz em estreita harmonia com a suscetibilidade natural dos terrenos à erosão laminar. Por esse motivo, o potencial (atual) à erosão laminar em classe I (alta suscetibilidade) ocorre em significativa área dessa bacia hidrográfica (37,72%), apontando, de forma geral, para solos que estão sendo desgastados. Com isso, possivelmente estarão inaptos ou com uma diminuição da produtividade ao longo do tempo.

Enquanto isso, quase metade (45,33%) da área da bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão se encontra em área de médio potencial à erosão laminar, onde há a necessidade de práticas de controle da erosão para a minimização/neutralização do processo de erosão laminar. Entretanto, na maioria dos casos, pela observação em campo, não se verificou a utilização de medidas de conservação do solo.

A partir disso, infere-se que a ausência de um planejamento ambiental-agrícola para a bacia hidrográfica, que vise à conservação da estabilidade ambiental da paisagem termina por beneficiar um processo de retroalimentação positiva de processos relacionados à erosão laminar. Isso decorre de um uso da terra sem medidas conservacionistas e/ou inadequado, segundo a vulnerabilidade à erosão laminar, que provoca o depauperamento do solo, o que por sua vez implica a necessidade dos agricultores ampliarem suas áreas de cultivo, buscando obter a recuperação da produção diminuída pelo desgaste do solo ao longo do tempo.

Considerando a menor disponibilidade de áreas com baixo potencial à erosão laminar (16,95%), observou-se a tendência à expansão do uso da terra, sem as medidas conservacionistas necessárias, para áreas com maior suscetibilidade natural à erosão laminar (I e II), facilitando ou acelerando o desgaste do solo nessas áreas e retroalimentando positivamente a inserção novas áreas na classe de alta suscetibilidade à erosão laminar.

Por isso cabe ressaltar a necessidade de um planejamento agrícola-ambiental para essa bacia hidrográfica, com o objetivo de estudar e adequar a capacidade de uso da terra à exploração antrópica, principalmente em função de Davinópolis (GO) se apresentar como um pequeno município que possui economia intensivamente vinculada às atividades agrícolas. Dessa forma, a conservação ambiental consiste em uma premissa para a conservação do solo e, conseqüentemente, possibilita a continuação das atividades agrícolas de forma viável.

Contudo, sabe-se que esse desafio da conservação ambiental para essa bacia hidrográfica ilustra um desafio que possivelmente deve ser enfrentado por diversos outros municípios do Brasil. Por isso, enfatiza-se a importância dos estudos de cunho ambiental que tenham por finalidade contribuir com a discussão científica acerca da dinâmica dos sistemas ambientais e, principalmente, alertar a sociedade para a necessidade de práticas de exploração antrópica harmônicas com o meio físico, buscando a perpetuação da manutenção dos recursos naturais, como o solo, em plenas condições para sua utilização antrópica.

Cabe enfatizar que o presente estudo apresenta limitações quanto à escala do mapeamento, considerando que se utiliza de base de dados com informações cartográficas generalizadas, como é o caso do levantamento pedológico na escala de 1:250.000, as imagens

SRTM com resolução espacial de 30x30m, e a do satélite Landsat 8, que apresenta resolução espacial 15x15m. No entanto, mesmo com tais restrições que indicam certa generalização, o mapeamento cumpre o objetivo de ser um estudo pioneiro para a área, contribuindo ao produzir informações sobre a bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, sendo que foi verificada a ausência de informações nessa área. Ainda se destaca a finalidade de alertar e incentivar novos estudos sobre a erosão laminar, que é fundamental para constatar e direcionar políticas de conservação do solo, recurso impreterível para a população davinopolina e sociedade em geral.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas** 7. ed. Sao Paulo: Ateliê, 2003. p. 33-43; 113-134.
- ÁGUA E TERRA PLANEJAMENTO AMBIENTAL LTDA. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA):** Aproveitamento Hidrelétrico de Davinópolis (AHE). v. 2. 2012. 287 p.
- ALVARES, C. A. et al. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, jan. 2014.
- AYOADE, J. O. **Introdução a climatologia para os trópicos**. Sao Paulo: Difel, 1986. 332 p.
- BERTONI, J. LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 9. ed. São Paulo: Ícone, 2014. 355 p.
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física Global: esboço metodológico. **R. RAÍGA**, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004.
- BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Org.). **Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.
- BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n. 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n. 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 2012.
- BRASIL. Lei n. 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal Brasileiro. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 1965.
- BRASIL. Lei n. 9.433 de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei n. 8.001, de 13 de março de 1990. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 1997.
- CALDERANO FILHO, B. et al. Suscetibilidade dos solos à erosão na microbacia do Córrego Fonseca, região Serrana do estado do Rio de Janeiro. Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. 7, 2014, Aracaju. **Anais...** Uberlândia: Universidade Federal de Sergipe, 2014, p. 571-576. Disponível em: <<http://www.resgeo.com.br/geonordeste2014/anais/doc/pdfs/104.pdf>>. Acesso em: 3 set. 2015.
- CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Classificação climática de Köppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v. 8, n. 16, p. 40-55, jan./mar. de 2014.
- CARVALHO, T.M.; BAYER, M. Utilização dos produtos da "Shuttle Radar Topography Mission" (SRTM) no mapeamento geomorfológico do Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 9, p. 35-41, 2008.
- CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991. 147 p. (Coleção ensaios).

LAMARCHE, H. (Coord.). **Agricultura familiar**: comparação internacional. Tradução de Ângela M. N. Tijiwa. Campinas: Unicamp, 1993. v. 1-2. (Coleção Repertórios).

LEFF, E. **Ecologia, capital e cultura**: territorialização da racionalidade ambiental. Tradução de Jorge Silva. Petrópolis: Vozes, 2009. 439 p. (Coleção educação ambiental).

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2.ed. Sao Paulo: Oficina de Textos, 2010. 216 p.

MELO, N. A. **Pequenas cidades da microrregião geográfica de Catalão (GO)**: uma análises de seus conteúdos e considerações teórico-metodológicas. 2008, 527 f. Tese (Doutorado em Geografia e Gestão do Território) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

MOREIRA, M. L. O. et al. **Geologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**: texto explicativo do Mapa Geológico do Estado de Goiás e Distrito Federal. Escala 1:500.000. Goiânia: CPRM/SIC - FUNMINERAL, 2008. 141 p.

NASCIMENTO, M. A. L. S. Geomorfologia do Estado de Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 12, n. 1, p. 1-22, 1992.

NAVARRO, G. R. B.; ZANARDO, A.; CONCEIÇÃO, F. T. da. O Grupo Araxá na Região Sul-Sudoeste do Estado de Goiás. **Geol. USP, Sér. cient.**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 5-28, jun. 2013.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de Bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008.

REATTO, A. et al. Solos do Bioma Cerrado: aspectos pedológicos. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F. **Cerrado**: ecologia e flora. Brasília: EMBRAPA, 2008. p. 109-133. v. 1.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F. **Cerrado**: ecologia e flora. Brasília: EMBRAPA, 2008. p. 109-133. v. 1.

RODRIGUES, R. de A. et al. Determinação de Regiões Climaticamente Homogêneas no Estado de Goiás. In: ASSIS, A. A. F. de; FARIA, A. L. L. de. (Orgs.). **O onde e o quando: espaço e memória na construção da história e da geografia**. Viçosa: Geographica, 2012, p. 274-289.

RODRIGUES, D. E.; FERREIRA, I. M. Configuração campo/cidade no Município de Davinópolis (GO). Encontro Nacional de Geografia Agrária. 11, 2012, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2012, p. 1-17.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil**: subsídios para o planejamento ambiental. São Paulo: Oficina dos textos, 2009. 208 p.

SALOMÃO, F. X. de T. Controle e prevenção dos processos erosivos. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (Org.). **Erosão e conservação dos solos**: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 229-267.

SAMPAIO, A. R. et al. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil** – Folha SE.22-X-B(Goiânia). Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT. 1999. p.

SIEG. Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás. **Geomorfológica**: carta SE.23-Y-A. Escala: 1:500.000. Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br/>>. Acesso em: 5 set. 2015.

SIEG. Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás. **Imagem SRTM do Estado de Goiás**. Resolução espacial: 30x30m. Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br/>>. Acesso em: 30 ago. 2015.

SIEG. Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás. **Solos**: bacia do rio Paranaíba em Goiás. Escala 1:250.000. Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br/>>. Acesso em: 5 set. 2015.

SILVA, B. M. **O lixo urbano em Davinópolis (GO)**: uma análise. 35 f. 2000. Monografia (Bacharelado em Geografia). Departamento de Geografia, Universidade Federal de Goiás – Campus Catalão, Catalão, 2000.

SILVA, S. S. da. **Paradigmas ambientais e sustentabilidade**: o que evidenciam alguns discursos organizacionais. 2010. 183 p. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2010.

SMITH, N. **Desenvolvimento desigual**: natureza, capital e a produção do espaço. Tradução de Eduardo de Almeida Navarro. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1988. p. 1-107.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. 97 p.

USGS. Serviço Geológico dos Estados Unidos da América. **Imagem Landsat 8**. Orbits: 270. Ponto: 73. Data da imagem: 13 ago. 2015. Resolução espacial: 30x30m/15x15m (banda 8). Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 28 set. 2015.

ANEXO



FORMULÁRIO DE METADADOS PARA DISPONIBILIZAÇÃO DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BDTD/UFG

(x) Mestrado

() Doutorado

Possui agência de fomento?	(x)Sim ()Não	Sigla:	CAPES
Título do trabalho:	Avaliação da suscetibilidade natural e do potencial à erosão laminar na Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, Município de Davinópolis (GO)		
Título em outro idioma:	Assessment of natural susceptibility and laminar erosion potential in the watershed of Ribeirão of Boqueirão, municipality of Davinópolis (GO)		
Data defesa:	(04/05/2016)		

Nome do autor(a):	Diego Emanuel Rodrigues
Como deseja ser citado:	RODRIGUES, D. E.
E-mail:	Diegomr41@hotmail.com
Link do currículo Lattes:	http://lattes.cnpq.br/6937266316828814

Orientador(a):	Prof. Dr. Paulo Henrique Kingma Orlando
E-mail:	phorlando@yahoo.com.br
Link do currículo Lattes:	http://lattes.cnpq.br/7942805833197424

Co-orientador(a):	-----
Link do currículo Lattes:	-----

Nomes dos membros da banca:	
1)	Prof. Dr. Paulo Henrique Kingma Orlando (Unidade Acadêmica Especial de Geografia - Instituto de Geografia - Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão) - Orientador e Presidente da Banca
2)	Prof. Dr. Ivanilton José de Oliveira (Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás) –Membro Externo.
3)	Prof. Dr. Rafael de Ávila Rodrigues Unidade Acadêmica Especial de Geografia - Instituto de Geografia - Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão)- Membro Interno

Palavras-chave:	Declividade das encostas. Erodibilidade dos solos. Uso da Terra/cobertura vegetal. Erosão laminar.
Palavras-chave (outro idioma):	Slopes declivity. Soil erodibility. Land use/ vegetal cover. Laminar erosion.

Nome da unidade acadêmica:	Unidade Acadêmica Especial de Geografia - Instituto de Geografia - Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão
Programa de Pós-Graduação:	Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão.
Área de conhecimento:	Geografia e Ordenamento do Território.

Resumo:
<p>As sociedades humanas ao longo do tempo desenvolveram e aumentaram a sua capacidade de reorganizar espacialmente os elementos do meio que as envolve. Dessa forma, a intervenção antrópica se tornou um dos agentes dinamizadores da paisagem, juntamente com os processos físicos e biológicos. Isso implica dizer que as atividades humanas influem e aceleram os processos de erosão. Especificamente, a erosão laminar é uma forma de manifestação da erosão hídrica que ocorre de forma silenciosa ao depauperar a fertilidade do solo, de forma gradativa, ao longo do tempo. Por esse motivo Bertoni e Lombardi Neto (2014) enfatizam que esse tipo de erosão é uma das formas mais perigosas, especialmente, nos países de clima tropical. A partir disso se propôs realizar o diagnóstico da suscetibilidade natural e do potencial à erosão laminar na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, no município de Davinópolis (GO), com a finalidade de constatar como o atual uso da terra/cobertura vegetal influi para aumentar, amenizar ou neutralizar a suscetibilidade natural à erosão laminar nessa bacia hidrográfica. A metodologia se baseou, de forma predominante, na adaptação da proposta de Salomão (1999), que determinou uma matriz de correlação entre a declividade das encostas e a erodibilidade dos solos para a geração de documento cartográfico que indica a suscetibilidade natural à erosão laminar, que por sua vez, ao ser sobreposto ao mapa de uso da terra/cobertura vegetal, resulta no mapa de potencial atual à erosão laminar. Na bacia hidrográfica do Ribeirão do Boqueirão, que apresenta, de forma geral, relevo dissecado, observou-se elevado percentual de áreas com alto grau de suscetibilidade natural à erosão laminar, o que impõe restrições às atividades agrícolas. As áreas com menor suscetibilidade natural à erosão laminar se encontram próximas ao curso hídrico principal, na parte central dessa Bacia Hidrográfica. Quanto ao uso da terra/cobertura vegetal, não se verificou, de forma geral, adoção de medidas conservacionistas e/ou harmonização das atividades antrópicas às limitações naturais à erosão laminar. Assim, a classe I, de alto potencial à erosão laminar, foi mapeada em 37,72% da área da bacia hidrográfica e de forma geral aponta para regiões onde o uso da terra é incompatível às limitações naturais. Enquanto isso, a classe II (médio potencial) apareceu em 45,33% da área da bacia hidrográfica, e nesse caso ainda há incompatibilidade entre o uso da terra e a suscetibilidade natural, passível de ser resolvida com a utilização de práticas conservacionistas. O restante da bacia hidrográfica, 16,95%, se encontra a classe III (baixo potencial). Esses dados expostos revelam a necessidade de um planejamento que busque conservar o solo dessa bacia hidrográfica, que inclusive é uma das maiores bacias, integralmente localizadas no município de Davinópolis (GO). Destaca-se, ainda, que as famílias de agricultores, ao explorar as terras dessa bacia hidrográfica, garantem sua reprodução socioeconômica, além de contribuírem para a dinâmica econômica do município de Davinópolis, que tem na produção agropecuária um importante pilar de sustentação.</p>
Abstract:

Over time, the human societies have developed and increased their capacity of spatially reorganize the elements of the environment that surrounds them. Thus, the human intervention has become one of the engaging agents of the landscape, along with the physical and biological processes. This means that human activities influence and accelerate the erosion processes. Specifically, laminar erosion is a form of manifestation of the hydric erosion that occurs silently, depleting the soil fertility, gradually, over time. For this reason, Bertoni and Lombardi Neto (2014) emphasize that this type of erosion is one of the most dangerous, especially in countries with tropical climates. From this, we aim to do a diagnosis of natural susceptibility and of laminar erosion potential in the basin of the Ribeirão of Boqueirão, in the municipality of Davinópolis (GO), in order to investigate how the current land use/ vegetal cover influence to increase, mitigate or neutralize the natural susceptibility to laminar erosion in this basin. The methodology was based predominantly on adapting of the proposal of Salomão (1999), which determined a correlation matrix between the slopes declivity and the soil erodibility, for generating cartographic document indicating the natural susceptibility to laminar erosion. When it was overlaid on the map of land use / vegetal cover, resulted in the current potential map to laminar erosion. In the basin of Ribeirão of Boqueirão, which in general has dissected topography, we observed a high percentage of areas with high natural susceptibility to laminar erosion, which imposes restrictions for agricultural activities. The areas with lower natural susceptibility to laminar erosion are near to the main watercourse, in the central part of this basin. With respect to land use / vegetal cover, overall, it was not verified adoption of conservation measures and/ or harmonization of human activities to natural limitations to laminar erosion. Thus, the class I, with high laminar erosion potential, was mapped in 37.72% of the watershed area and, in general, points to areas where the land use is incompatible with natural limitations. In the meantime, the class II (medium potential) appeared in 45.33% of the watershed area, in which case there is incompatibility between the land use and natural susceptibility, which can be solved with the use of conservation practices. In the rest of the watershed, 16.95%, there is class III (low potential). The data presented show the need for planning that seeks to conserve the soil of this watershed, which also is one of the largest basins, fully located in the municipality of Davinópolis (GO). One should highlight that the families of farmers, when exploring the lands of this watershed, ensure their socio-economic reproduction and contribute to the economic dynamics of the municipality of Davinópolis, which has the agricultural production as an important pillar.