



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
CAMPUS DE JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Régia Estevam Alves

**CARACTERIZAÇÃO DA FISIONOMIA DA PAISAGEM A PARTIR DA
FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DA
PICADA, JATAÍ/GO**

Jataí, março de 2012.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)

A474c

ALVES, Régia Estevam.

Caracterização da paisagem a partir da fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, Jataí - GO [Manuscrito] / Régia Estevam Alves. - 2012.

119 f. : il., tabs.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Raquel Maria de Oliveira

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Campus Jataí, 2012.

Bibliografia.

Inclui lista de ilustrações e tabelas.

1. Bacia hidrográfica – Ribeirão da Picada (GO) 2. Paisagem 3. Meio Ambiente - Geoprocessamento

CDU: 556.51

Régia Estevam Alves

CARACTERIZAÇÃO DA FISIONOMIA DA PAISAGEM A PARTIR DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DA PICADA, JATAÍ/GO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal -Campus Jataí, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Organização do espaço nos Domínios do Cerrado brasileiro
Linha de pesquisa: Análise Ambiental

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Raquel Maria de Oliveira.

Jataí, março de 2012

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

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

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

2. Identificação da Tese ou Dissertação

| | | | |
|---|--|-------|--------|
| Autor (a): | Régia Estevam Alves | | |
| E-mail: | regiaestevam@gmail.com | | |
| Seu e-mail pode ser disponibilizado na página? <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não | | | |
| Vínculo empregatício do autor | | | |
| Agência de fomento: | | | Sigla: |
| País: | UF: | CNPJ: | |
| Título: | Caracterização da paisagem a partir da fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, Jataí/GO | | |
| Palavras-chave: Fragilidade Ambiental; Geossistemas; Geoprocessamento | | | |
| Título em outra língua: | Landscape characterization from the environmental fragility of the Hydrographic Basin Ribeirão da Picada, Jataí/GO | | |
| Palavras-chave em outra língua: Environmental fragility; Geosystems; Geoprocessment | | | |
| Área de concentração: | Organização do espaço nos Domínios do Cerrado brasileiro | | |
| Linha de pesquisa: | Análise Ambiental | | |
| Data defesa: (23/03/2012) | | | |
| Programa de Pós-Graduação: | Geografia - Jataí | | |
| Orientador (a): | Prof ^a . Dra. Raquel Maria de Oliveira | | |
| E-mail: | raquelmoliveira@gmail.com | | |

*Necessita do CPF quando não constar no SisPG

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

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

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

Assinatura do (a) autor (a)

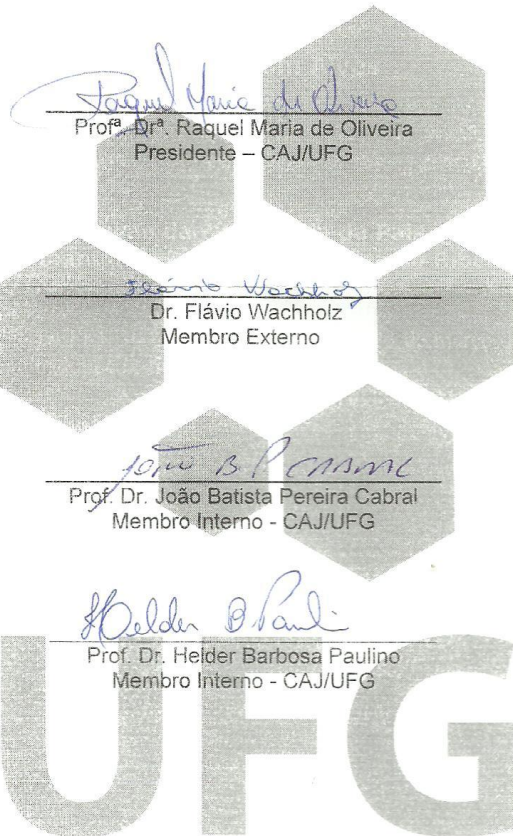
Data: ____ / ____ / ____

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

Regia Estevam Alves

TÍTULO: "Caracterização da Fisionomia da Paisagem a Partir da Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, Jataí/GO".

Dissertação DEFENDIDA e APROVADA em 23 de março de 2012, pela Banca Examinadora constituída pelos membros:



Jataí - Goiás
Brasil

AGRADECIMENTOS

"Se uma pessoa fizesse apenas o que entende, jamais avançaria um passo".

Clarice Lispector

Agradeço primeiramente a Deus, que nunca me deixou desamparada, sempre me deu força e sabedoria nos momentos difíceis.

Aos meus irmãos, Reginaldo, Regina e Regiane, a minha cunhadinha e amiga Micheli.

Às minhas tias, Clara e Jerônima, que me ajudaram nos períodos de doença do meu pai (in memória) e minha mãe. Sou muito grata a essas duas e as outras tias também. Sem elas, teria sido impossível que eu e meus irmãos nos tornássemos gente!

À minha orientadora, professora Raquel, meu muito obrigado.

Ao professor Helder que me ajudou muito no desenvolvimento dessa pesquisa. Nunca me esquecerei da seguinte frase do prof. Helder: *“O conhecimento deve ser pequenininho em relação à humildade.”*

À professora Zilda que me ajudou em um momento delicado.

Ao Alécio (técnico do laboratório de geoprocessamento) que nesse último ano teve muita paciência comigo, simplesmente me alfabetizou em geoprocessamento.

Agradeço de maneira geral à Universidade Federal de Goiás/Campus Jataí, em especial aos funcionários: Jurema (biblioteca), senhor Edmilson (vigia), Simone, Orecí, Balbina e Marinalva (administração), Valter (transporte) e Aurélia (psicóloga). Para essas pessoas um obrigado com muito carinho pela presteza, compreensão, consideração e respeito em todas as vezes que precisei.

Ao professor Cabral que sempre me deu apoio.

À professora Luzia do curso de Biologia, que com muita bondade e eficiência me ajudou no levantamento florístico.

Ao professor Marco Aurélio, pelas considerações ao meu objeto de estudo, e também, pelo empréstimo do laboratório de solo.

Ao Neto (motorista da UFG) que não apenas me levou inúmeras vezes à minha área de estudo, mas também me ajudou nas coletas de solo.

Aos amigos Hudson e Walquíria que durante esse tempo eu presenciei o nascimento de uma linda história de amor, a qual me presenteou como madrinha de casamento.

À minha querida amiga Iza Carla que mesmo distante nunca se esqueceu de nossa amizade.

À amiga Ignazia Perffeto, uma italianinha esparafatosa que me faz dar enormes gargalhadas.

Às amigas Lioneida, Karenine, Nayara e Daniela, simplesmente pela amizade que ajuda a me fortalecer diariamente.

Aos novos amigos: Eleida, Suzana, Celson, José Ricardo e Leonardo.

Enfim, meu eterno obrigado à todos!

"Somente depois que a última árvore for derrubada, o último peixe for morto, o último rio envenenado, o homem irá perceber que dinheiro não se come".

Chefe Seattle, da tribo Duwamish

RESUMO

Esta dissertação teve como proposta caracterizar a fisionomia da paisagem a partir da fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada em Jataí/GO. Para a realização desse estudo foram utilizadas duas metodologias: uma proposta por Ross (1994), para a determinação da fragilidade ambiental com base nos índices de declividade, e, a outra, proposta por Bertrand (2007), para caracterização de paisagem utilizando informações sobre a fragilidade ambiental. Nesse sentido, este estudo teve como base mapeamentos das características ambientais da bacia, a saber: solo, geologia, hipsometria, declividade, erosividade, fragilidade potencial e emergente, e uso da terra. Posteriormente, foi gerado o mapa de caracterização da paisagem baseado no mapeamento da evolução do uso da terra, nos mapas de fragilidades potencial e emergente, e mapa de declividade. Os resultados mostraram que na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada predomina fragilidade potencial com classes forte e muito forte. Entretanto, a fragilidade emergente da bacia apresenta classe que variam de média a muito forte, isso em função dos tipos de uso da terra que a bacia vem sendo submetida. Desse modo, a paisagem da bacia é caracterizada em três tipos de geossistemas: geossistemas marginais em mosaico; geossistemas degradados com dinâmica regressiva; geossistema degradados com dinâmica progressiva para regressiva. Nos geossistemas marginais em mosaico foram observados geofáceis com potencial ecológico em resistasia apresentando diferentes tipos de degradações do solo, como por exemplo, erosões e arenização sem cobertura vegetal, e, geofáceis com potencial ecológico em biostasia, onde como as áreas não apresentam processos de degradação, como por exemplo, as áreas de matas. Nos geossistemas degradados com dinâmica regressiva, observou-se que o potencial ecológico encontra-se em biostasia, pois são áreas em que há certo equilíbrio entre os ecossistemas e as ações antrópicas, e, mesmo tendo atividades agropecuárias, a vegetação tem se regenerado nos últimos anos. Entretanto, os geossistemas degradados com dinâmica progressiva para regressiva, são áreas em que foram intensamente antropizadas e que atualmente estão em processo de regeneração da vegetação, podendo assim, considerar que o potencial ecológico está em biostasia. Nesse sentido, as metodologias utilizadas para a caracterização da fisionomia da paisagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada atenderam com eficiência as necessidades da pesquisa, possibilitando tanto a compreensão em nível de ecossistemas, quanto das ações antrópicas.

Palavras-chave: Fragilidade Ambiental; Geossistemas; Geoprocessamento

SUMMARY

This dissertation had as intended to characterize the physiognomy of the landscape starting from the environmental fragility of the Hydrographic Basin of Stream of the Picada in Jataí/GO. For the accomplishment of that study two methodologies were used: one proposed by Ross (1994), for the determination of the environmental fragility with base in the indexes of steepness, and, the other, proposed by Bertrand (2007), for landscape characterization using information about the environmental fragility. In that sense, this study had as base on environmental maps characteristics of the basin, to know: soil, geology, hypsometry, steepness, erosivity, potential and emergent fragility, and land use. Later, the map of characterization of the landscape was generated based on the mapping of the evolution of the land use, in the maps of potential and emergent fragilities, and map of steepness. The results showed that in the Hydrographic Basin of Stream of the Picada potential fragility prevails with classes fort to very strong. However, the emergent fragility of the basin introduces class that vary of medium to very strong, that in function of the types of land use that the basin has been submitted. Thus, the landscape of the basin is characterized in three geosystems types: marginal geosystems in mosaic; geosystems degraded with regressive dynamics; geosystems degraded with progressive dynamics for regressive. In the marginal geosystems in mosaic geoeasy were observed with ecological potential in resistasy presenting different types of degradations of the soil, as for instance, erosions and arenization without vegetable covering, and, geoeasy with ecological potential in biostasia, where as the areas don't present degradation processes, as for instance, the areas of forests. In the geosystems degraded with regressive dynamics, it was observed that the ecological potential is in biostasy, because they are areas in that there is right balance between the ecosystems and the human activities, and, even though agricultural activities, the vegetation has regenerated in the last years. However, the geosystems degraded with progressive dynamics for regressive, they are areas that were intensely disturbed and that now they are in process of regeneration of the vegetation, it can therefore, to consider that the ecological potential is in biostasy. In that sense, the methodologies used for the characterization of the physiognomy of the landscape of the Hydrographic Basin of Stream of the Picada assisted with efficiency the needs of the research, making possible the understanding so much in level of ecosystems, as of the human activities.

Key-words: Environmental fragility; Geosystems; Geoprocessament

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 01: Esquema teórico de geossistema, segundo Bertrand (1972)..... | 19 |
| Figura 02: Fluxograma da sequência dos procedimentos..... | 50 |
| Figura 03: Imagens de satélites mostrando a evolução do uso da terra na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO, entre os anos de 1991, 2001 e 2011..... | 51 |
| Figura 04: Espacialização do pH (Potencial hidrogeniônico) Cmolc/dm^{-3} em diferentes profundidades: 0-20, 20-40 e 40-60 das classes de solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 71 |
| Figura 05: Espacialização do Alumínio (Al) cmolc/dm^3 em diferentes profundidades: 0-20, 20-40 e 40-60 das classes de solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 73 |
| Figura 06: Espacialização da Acidez potencial (H+Al) cmolc/dm^3 em diferentes profundidades: 0-20, 20-40 e 40-60 das classes de solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 75 |
| Figura 07: Espacialização do Ca (Cálcio) cmolc/dm^3 em diferentes profundidades: 0-20, 20-40 e 40-60 das classes de solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 77 |
| Figura 08: Espacialização do Mg (Magnésio) cmolc/dm^3 em diferentes profundidades: 0-20, 20-40 e 40-60 das classes de solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 79 |
| Figura 09: Espacialização do Fósforo (P) Mg.dm^{-3} (ppm) em diferentes profundidades: 0-20, 20-40 e 40-60 das classes de solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 81 |
| Figura 10: Espacialização do Potássio (K) Mg.dm^{-3} (ppm) em diferentes profundidades: 0-20, 20-40 e 40-60 das classes de solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 83 |
| Figura 11: Espacialização da Capacidade de Matéria Orgânica (MO) em g.dm^{-3} , em diferentes profundidades: 0-20, 20-40 e 40-60 das classes de solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 85 |
| Figura 12: Espacialização da Capacidade de Troca Catiônica (CTC) em Cmolc/dm^{-3} , em diferentes profundidades: 0-20, 20-40 e 40-60 das classes de solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 87 |

| | |
|--|-----|
| Figura 13: Espacialização da Saturação por Bases %, em diferentes profundidades: 0-20, 20-40 e 40-60 das classes de solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 89 |
| Foto 01: Estratos basálticos em processo de intemperização na formação geológica Serra Geral na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 37 |
| Foto 02: Sedimentos areníticos da formação geológica Vale do Rio do Peixe na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 37 |
| Foto 03: Vista do relevo da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 39 |
| Foto 04: a) Perfil de um Latossolo Vermelho; b) Perfil de um Neossolo Quartzarênico, na Bacia Hidrográfica o Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 42 |
| Foto 05: Mata Ciliar nas margens da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 45 |
| Foto 06: Mata Seca nas margens de uma das drenagens da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 46 |
| Foto 07: Cerradão presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 47 |
| Foto 08: Cerrado sentido restrito presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 48 |
| Foto 09: Pastagem a montante da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 61 |
| Foto 10: Colheita em lavoura de milho á montante da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 62 |
| Foto 11: Área com solo descoberto à jusante da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 62 |
| Foto 12: Marmelada do Cerrado (<i>Alibertia edulis</i>), espécie típica da fitofisionomia Cerrado senso restrito na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 63 |
| Foto 13: Carne de Vaca (<i>Roupala Montana</i>), espécie típica da fitofisionomia Cerradão na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 64 |
| Foto 14: Cinco Folhas (<i>Serjania lethalis</i>), espécie típica de Mata Seca na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 65 |
| Foto 15: Degradação intensa de geossistema em resistasia marginal em mosaico à jusante da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 110 |
| Mapa 01: Localização da área de estudo: Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, no município de Jataí/GO..... | 35 |

| | |
|--|-----|
| Mapa 02: Geologia da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, município de Jataí/GO..... | 38 |
| Mapa 03: Geomorfologia da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 40 |
| Mapa 04: Solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 43 |
| Mapa 05a: Uso da terra na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO no ano de 1991..... | 60 |
| Mapa 05b: Uso da terra na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO no ano de 1991..... | 60 |
| Mapa 05c: Uso da terra na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO no ano de 1991..... | 60 |
| Mapa 06: Grau de proteção aos solos em relação aos tipos de uso da terra na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO no ano de 2011..... | 66 |
| Mapa 07: Classes de solos atualizada da Bacia do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 68 |
| Mapa 08: Classes de fragilidade dos solos da Bacia Hidrográfica Ribeirão da Picada no município de Jataí/ GO..... | 97 |
| Mapa 09: Classes de declividade da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO, no ano de 2011..... | 99 |
| Mapa 10: Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO, no ano de 2011..... | 100 |
| Mapa 11: Fragilidade da declividade da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO, no ano de 2011..... | 101 |
| Mapa 12: Erosividade da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO, no ano de 2011..... | 103 |
| Mapa 13: Fragilidade potencial da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO, no ano de 2011..... | 106 |
| Mapa 14: Fragilidade emergente da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO, no ano de 2011..... | 108 |
| Mapa 15: Caracterização da paisagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, no município de Jataí/GO..... | 111 |
| Quadro 01: Legenda complementar do mapa de paisagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 112 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 01: Grau de proteção aos solos com base nos tipos de uso da terra na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO no ano de 2011..... | 52 |
| Tabela 02: Níveis hierárquicos de classes de fragilidade dos solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, de acordo com proposta de Ross (1994)..... | 54 |
| Tabela 03: Informações das variáveis utilizadas para a elaboração do mapa de fragilidade da declividade da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 55 |
| Tabela 04: Informações das variáveis utilizadas para a elaboração do mapa de Fragilidade Potencial da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 57 |
| Tabela 05: Informações das variáveis utilizadas para a elaboração do mapa de Fragilidade Emergente da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO..... | 57 |
| Tabela 06: Análise de textura dos solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO, no ano de 2011..... | 92 |
| Tabela 07: Análises de porosidade e densidade dos solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, em Jataí/GO no ano de 2011..... | 94 |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|---|-----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 14 |
| 2 | ESTADO DA ARTE | 16 |
| 2.1 | Paisagem: uma análise geossistêmica | 16 |
| 2.2 | Relação solo e paisagem | 23 |
| 2.3 | Bacia hidrográfica: uma unidade espacial | 25 |
| 2.4 | Fragilidade ambiental: um recurso metodológico importante em análises ambientais | 28 |
| 2.5 | Geotecnologias aplicadas em estudos ambientais | 31 |
| 3 | ASPECTOS METODOLÓGICOS | 35 |
| 3.1 | Área de estudo | 35 |
| 3.1.1 | Hidrologia | 36 |
| 3.1.2 | Geologia..... | 36 |
| 3.1.3 | Geomorfologia | 39 |
| 3.1.4 | Pedologia..... | 41 |
| 3.1.5 | Clima..... | 44 |
| 3.1.6 | Vegetação..... | 44 |
| 3.2 | Procedimentos metodológicos | 49 |
| 3.2.1 | PRIMEIRA ETAPA: Uso da terra | 50 |
| 3.2.2 | SEGUNDA ETAPA: elaboração, cruzamento e análises dos mapas; coleta e análise do solo | 53 |
| 3.2.3 | TERCEIRA ETAPA: caracterização da paisagem a partir da fragilidade ambiental | 56 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 59 |
| 4.1 | Evolução do uso da terra nos períodos: 1991, 2001 e 2011 | 59 |
| 4.2 | Análises dos solos da bacia | 67 |
| 4.2.1 | As classes de solos..... | 67 |
| 4.2.2 | Atributos químicos dos solos | 69 |
| 4.2.3 | Atributos físicos dos solos | 90 |
| 4.2.4 | Fragilidade dos solos | 95 |
| 4.2.5 | Declividade | 98 |
| 4.2.6 | Erosividade..... | 102 |
| 4.3 | Caracterização da paisagem a partir da fragilidade ambiental | 104 |

| | |
|-------------------------------------|-----|
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 113 |
| REFERÊNCIAS | 114 |

1 INTRODUÇÃO

Desde os tempos mais remotos o homem se apropria da natureza para sua sobrevivência. No entanto, o uso desenfreado dos recursos naturais tem causado graves desequilíbrios ambientais. Isso vem demandando tanto por parte da ciência, quanto da sociedade em geral, providências urgentes que envolvam estudos de impactos ambientais que preconizem a recuperação, manejo e conservação destes recursos. Desta forma, um dos temas relevante nesse tipo de estudo é o uso da terra, pois este resulta da apropriação do homem ao meio ambiente transformando a paisagem.

Segundo Bertrand (2007) a paisagem constitui-se em um sistema dinâmico de fenômenos naturais e sócio-econômicos, e é oriunda da interação homem e natureza. A paisagem faz parte da transformação do espaço e, isso é inegável, pois ela é a representação da realidade social, econômica, cultural e ecológica, onde o tempo é um dos elementos que constitui esse amálgama. Evidentemente, a paisagem é oriunda das ações humanas e dos recursos naturais, a qual se configura em um complexo de formas e de processos, com escalas espaciais e temporais variadas resultantes de causas e efeitos.

Neste contexto, na busca de atender suas necessidades, o homem introduz na natureza ações que implicam na modificação da dinâmica de sua organização. O sistema ambiental consiste em um conjunto de elementos naturais que possui dinâmica de organização equilibrada, o que torna possível a avaliação das fragilidades e potencialidades de seu uso pelo o ser humano (ROSS, 2006).

Em estudos sobre planejamento ambiental é fundamental que se avalie integralmente os componentes da natureza (solo, relevo, vegetação, clima, e recursos hídricos) para que assim se possam realizar diagnósticos precisos identificando os ambientes naturais e suas fragilidades potenciais e emergentes (SPÖRL e ROSS, 2004).

De acordo com Santos (2005), a aplicação de estudos de impactos ambientais em uma unidade espacial determinada contribui para a correta análise dos dados, bem como para a determinação de ações específicas para cada área. Assim, a adoção de bacia hidrográfica como unidade estudo é de grande importância. Visto que, a bacia hidrográfica abrange todas as variáveis necessárias para estudos de fragilidade ambiental. Segundo Tucci e Mendes (2006), bacia hidrográfica é um sistema de terras drenadas interligadas pelos divisores topográficos, onde no seu interior ocorrem entrada e saída de fluxos energéticos integrando assim uma visão conjunta do comportamento das condições naturais antrópicas.

Assim, a escolha de bacia hidrográfica como unidade espacial é muito importante nos estudos sobre fragilidade ambiental, pois esta oferece toda uma gama de variáveis

necessária nesse tipo de análise. Diante disso, este estudo teve como alvo de investigação a Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, situada no município de Jataí/GO, pois essa abrange um conjunto de propriedades rurais, cujo processo de uso e ocupação se deu em tempos diferentes inferindo na paisagem.

A realização de estudos que primam pela compreensão e recuperação dos processos de degradação apresentados nessa bacia, justificou-se devido a sua importância na contribuição para a economia do município de Jataí/GO que ainda está relacionada principalmente às atividades agropecuárias. Desse modo, a presente proposta teve como objetivo avaliar a fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada em Jataí/GO. E para alcançar este objetivo geral foram necessários alguns objetivos específicos, quais sejam:

- Mapeamento da evolução do uso da terra dentro do período de 1991; 2001 e 2011, confrontando com as informações sobre aspectos naturais (levantamento florístico).
- Avaliação dos atributos químicos e físicos dos solos;
- Elaboração e cruzamento de mapas temáticos sobre a fisiografia da área;
- Caracterização da paisagem a partir das fragilidades potencial e emergente da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada.

2 ESTADO DA ARTE

A revisão bibliográfica é de suma importância para a fundamentação das bases teóricas e conceituais que estruturam este trabalho, primando pela relevância de estudos ambientais que adotem a paisagem como uma categoria de análise geográfica, solos como ferramenta de apoio nas análises da fragilidade ambiental e da caracterização da paisagem, bacia hidrográfica como unidade espacial, fragilidade ambiental como modelo de avaliação ambiental e geotecnologias como ferramenta de apoio.

2.1 Paisagem: uma análise geossistêmica

Historicamente o processo de desenvolvimento da ciência geográfica sempre esteve atrelado à tentativa do homem em compreender a dinâmica da natureza integrada à sociedade. Nomes como o de Alexandre Von Humboldt, Eliseé Reclus, Jean Tricart dentre tantos outros, valorizaram a descrição do que se observavam para apresentar lugares sob forma de paisagem.

Paisagem é uma das categorias de análise da Geografia, assim como, região, lugar, território e espaço. No entanto, é um termo comum no cotidiano do vocabulário das pessoas que por sua vez a utiliza dando diferentes sentidos. Existem vários tipos de paisagem, cujos métodos e técnicas de análise são variados.

De acordo com o dicionário da língua portuguesa, o termo paisagem significa espaço ou terreno que se abrange num lance de vista, onde desenhos e pinturas podem representar uma paisagem urbana ou natural. A paisagem é o conjunto de elementos que compõem o espaço e, é percebida por vários aspectos. Em situações diversas poderá apresentar-se de formas desiguais para cada observador. Sua apreensão depende do contexto e conhecimento em que está sendo observada pelo observador. Convém ressaltar que natureza não é paisagem, pois, enquanto a natureza existe em si, a paisagem só existe se estiver relacionada ao homem (BERTRAND, 2007).

A palavra paisagem é oriunda da linguagem comum e de línguas românticas derivadas do latim *pagus*, que significa país. Em outras línguas como, por exemplo, o francês se escreve *paysage*, em italiano é *paesaggio*, em espanhol é *paisaje*, em alemão é *landschaft*, em inglês é *landscap* e em holandês é *landschap*.

No final do século XV surgiu outro significado da paisagem. O das artes, onde a paisagem era representada em forma de pinturas daquilo que os olhos conseguiam alcançar. Havia também a arte dos jardins, cheios de flores, pássaros, frutos símbolos e etc., o palco das

ações humanas. Na literatura a paisagem era exposta sob formas de espécies de animais e vegetais, através da poesia e do teatro (BERTRAND, 2007).

Foi na Alemanha sob as concepções de Alexandre Von Humboldt que o termo paisagem passou a ter um cunho científico. Humboldt através de suas descrições sobre o clima e a vegetação entendia a paisagem como um conjunto de elementos observáveis. Entretanto, ainda é importante ressaltar que, na Geografia foi A. Hommeyerem quem introduziu o termo paisagem e segundo Passos (2006, p. 40),

a partir do século XIX, o termo paisagem é profundamente utilizado em Geografia e, em geral, se concebe como o conjunto de “formas” que caracterizam um setor determinado da superfície terrestre. A partir dessa concepção que considera puramente as formas, o que se distingue é a heterogeneidade da homogeneidade, de modo que se podem analisar os elementos em função de sua forma e magnitude e assim obter uma classificação de paisagens: morfológicas, vegetais, agrárias, etc.

Desde então, os estudos sobre paisagem vem sendo utilizados por diversos pesquisadores nas mais variadas vertentes do conhecimento geográfico. Na Geografia em análises ambientais pode-se citar Tricart (1977), Christofolletti (1999), Ab’Saber (2003), Passos (2006), Bertrand (2007). Em estudos geomorfológicos Tricart (1977) relacionou de forma integrada homem e meio para melhor desenvolver seu conhecimento dos aspectos geográficos. Para o geomorfólogo, cada paisagem expõe um meio geográfico, onde o resultado de cada um é distinto e a vida é sempre co-participante dessa dinâmica.

Conforme Christofolletti (1999), a paisagem é constituída por elementos materiais e recursos naturais co-relacionados com a intervenção humana. Já para Ab’Saber (2003), que realizou estudos sobre solos valorizando a paisagem e questões ambientais relacionando natureza e sociedade, a paisagem é uma herança de atuações de processos fisiográficos, biológicos e humanos.

O geógrafo Bertrand estudou unidades de paisagem a partir da teoria de Geossistemas que possibilita realizar observações em diferentes escalas. Para Bertrand (2007, p.8),

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É numa determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos antrópicos que, reagindo dialeticamente, uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. A dialética tipo/indivíduo é o próprio fundamento do método de pesquisa.

Do ponto de vista metodológico, a falta de um método que proporcionasse uma análise mais detalhada da paisagem, fez com que a Geografia adotasse diversos métodos ainda que indefinidos e complexos. Para vislumbrar a taxonomia de paisagens é preciso considerar uma classificação que permita uma análise em nível de escala, ou seja, a relação tempo e espaço. Mas, segundo Bertrand (2007), é importante lembrar que existe para cada fenômeno o “início da manifestação” e da “extinção”. Isso possibilita a classificação sistemática das paisagens em unidades hierarquizadas distribuídas em duas grandes unidades: superiores e inferiores.

As unidades superiores abrangem as unidades de paisagem: zona, domínio e região natural. A unidade de paisagem zona se define pelo seu clima e seus biomas; a unidade de paisagem domínio corresponde às características de relevo e clima; e, a unidade de paisagem região natural se constitui tanto a conjuntos físicos, estruturais ou climáticos até domínios caracterizados pela sua vegetação. As unidades inferiores referem-se às unidades de paisagem: geossistema, geofáceis e geótopos. O geossistema corresponde ao complexo geográfico e a dinâmica de conjunto que pode ser analisado em nível local, regional ou global; o geofáceis se caracteriza pelo aspecto fisionômico; e geótopos situa-se no último nível de escala espacial (BERTRAND, 2007).

No entanto, em função das características da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, para este trabalho, o tipo de paisagem que nos interessa é o geossistema. Mas, antes de classificar geossistema, é preciso conhecer a origem desse termo. Assim, em meados do século XX a Geografia Física inclui em seus estudos o geossistema que é uma derivação da Teoria Geral dos Sistemas proposta pelo biólogo russo Ludwig Von Bertalanffy em 1901 objetivando o estudo dos sistemas em várias ciências. De acordo com Rodrigues (2001, p. 72), nessa teoria [...] *os sistemas podem ser definidos como conjuntos de elementos com variáveis e características diversas, que mantém relações entre si e entre o meio ambiente.* Isso contribuiu para que a Geografia Física desenvolvesse diversos modelos de classificação de sistemas já que lida com princípios de interdisciplinaridade, síntese, abordagem multiescalar e dinâmica.

O geossistema surgiu na escola russa proposto por Sotchava, que realizou um trabalho pioneiro publicado em 1960 e a partir de 1968, difundido no ocidente através do francês Georges Bertrand que adaptou a metodologia russa de geossistemas para o caso francês, usando-o na classificação de paisagens.

No Brasil, foram as publicações de Georges Bertrand nos Cadernos de Ciências da Terra da Universidade de São Paulo em 1972, que estimulou vários geógrafos brasileiros a

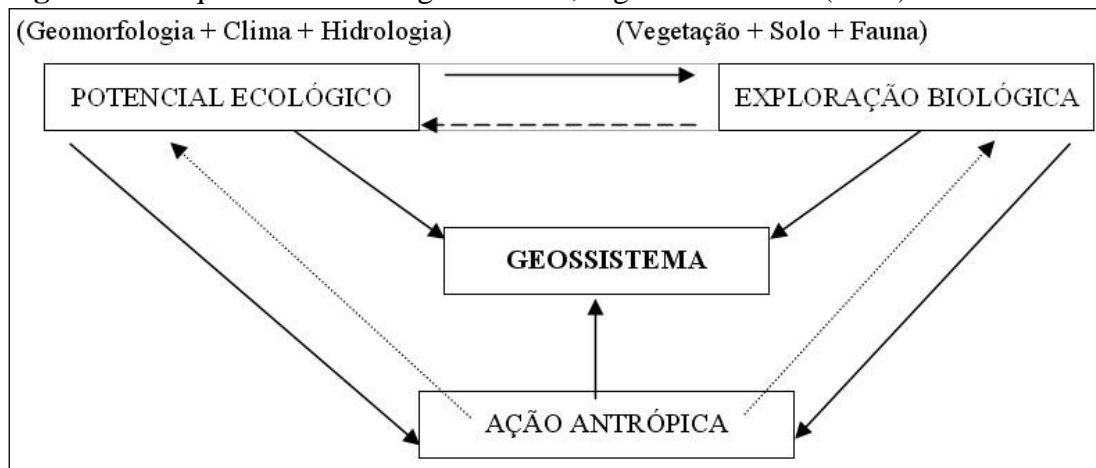
incluir em seus estudos modelos metodológicos geossistêmicos. Podemos citar aqui Christofolletti (1999); Rodrigues (2001), Cunha e Freitas (2006), Troppmair e Galina (2006), Storani (2010), dentre outros.

O termo geossistema, cujo significado trata-se da dinâmica organizacional entre os elementos físicos e biológicos que compõe a natureza, incluindo o homem. Na concepção de Bertrand (2007, p. 18) que adaptou a metodologia alemã para estudos ambientais franceses, o geossistema,

[...] corresponde a dados ecológicos relativamente estáveis. Ele resulta da combinação de fatores geomorfológicos (natureza das rochas e dos mantos superficiais, valor do declive, dinâmica das vertentes...), climáticos (precipitações, temperatura...) e hidrológicos (lençóis freáticos epidérmicos e nascentes, P_H das águas, tempos de ressecamento de solo...). É o “*potencial ecológico*” do geossistema. Ele é estudado por si mesmo e não sob o aspecto limitado de um simples “*lugar*”.

Ainda, no esforço de descrever a dinâmica do geossistema, Bertrand (2007, p. 18) mostra em um esquema teórico, representado na Figura 01, que geossistema resulta-se da combinação de um potencial ecológico englobando geomorfologia, clima e hidrologia; exploração biológica correspondente à fauna, flora e solo e uma ação antrópica.

Figura 01: Esquema teórico de geossistema, segundo Bertrand (2007).



Fonte: BERTRAND (2007, p. 18).

Em contra partida, Christofolletti (1979), ao invés de utilizar o termo geossistema utiliza um termo semelhante, “meio ambiente físico”, o qual é definido como uma organização espacial oriunda da interação de elementos físicos e biológicos. Já Monteiro (2000) aderiu ao método geossistêmico definindo-o como um sistema único que abrange não só os elementos físicos e biológicos, mas também os elementos químicos e humanos.

Para Troppmair; Galina (2006, p. 81), o geossistema é,

[...] um sistema natural, complexo e integrado onde há circulação de energia e matéria e onde ocorre exploração biológica, inclusive aquela praticada pelo homem. Pela ação antrópica poderão ocorrer pequenas alterações no sistema, afetando algumas de suas características, porém estes serão perceptíveis apenas em micro-escala e nunca com tal intensidade que o Geossistema seja totalmente transformado, descaracterizado ou condenado a desaparecer.

Entretanto, Cunha e Freitas (2004, p. 90) elucidam que os geossistemas: “*seriam formados pelo potencial ecológico (a combinação de fatores físicos), pela exploração biológica (combinação dos fatores bióticos) e pela ação antrópica [...]*”. Todavia, antes de qualquer equívoco é de suma importância o esclarecimento da diferenciação entre geossistema e ecossistema. Esses dois conceitos se distinguem pelo fato de o ecossistema ser uma unidade ambiental, enquanto o geossistema é reconhecido como unidade sistêmica espacial, territorializada e antropizada. Neste sentido, Passos (2006, p. 66), também esclarece:

De inspiração sistêmica, o geossistema se diferencia claramente do ecossistema pelo fato da sua territorialização e de sua antropização, ou seja, o geossistema é um conceito não somente espacializado, mas também territorializado, isto é, com toda uma carga de história humana.

Desse modo, o estudo de geossistemas a partir de estudos que integram monitoramentos ou experimentações (trocas, circuitos, balanço de matéria orgânica e energia nos sistemas) possibilita a compreensão temporal e espacial de um determinado local. É importante ressaltar que um geossistema só pode ser compreendido como tal, se houver potencial ecológico e exploração biológica no ambiente considerado, e o espaço rural é o que mais representa essas características. Visto que, isso pode refletir nos parâmetros sociais e econômicos. Nestas perspectivas, Pissinati e Archela (2009, p. 6), enfatizam:

O meio rural é um sistema dinâmico, tanto devido à busca natural por um equilíbrio entre seus elementos, quanto em decorrência das atividades humanas. Em áreas ocupadas por famílias de agricultores, o meio rural também apresenta uma cultura arraigada às experiências de seus pioneiros e ao amor à terra. Considerando que a terra e os demais recursos naturais são os geradores da renda que mantém essas famílias, faz-se necessário compreender tal espaço para manter ou criar estratégias que visem uma exploração sustentável.

Embora possa ser aplicada em diferentes escalas, a análise geossistêmica é referida às áreas relativamente pequenas que vão desde centenas de quilômetros quadrados á poucos

metros quadrados (TROPMAIR; GALINA, 2006). Assim, um geossistema é composto por inúmeros elementos com características diferentes, mas, que se homogeniza em sua totalidade, ou seja, um geossistema não pode ser avaliado somente em partes individuais. Segundo Bertrand (2007), a partir da avaliação de geossistemas é possível classificá-lo em tipologias estritamente fisionômica distinguidos em sete tipos agrupados em dois conjuntos dinâmicos diferentes: geossistema e biostasia ou geossistema em resistasia.

Conforme o autor, os geossistemas em biostasia referem-se a paisagens em que o potencial ecológico é mais ou menos estável, e a atividade antrópica pode provocar uma dinâmica regressiva da vegetação e dos solos, porém, nunca compromete gravemente o equilíbrio entre potencial ecológico e a exploração biológica. Mas, os geossistemas em biostasia são classificados conforme sua maior ou menor estabilidade. Neste sentido, os geossistemas em biostasia são classificados nos seguintes tipos:

- *Geossistemas climáticos, plesioclimáticos ou subclimáticos*: correspondem a paisagens onde o clímax é mais ou menos conservado, onde em caso de um desmatamento a reconstituição da cobertura vegetal e dos solos é rápida, ou seja, o potencial ecológico não é modificado;
- *Geossistemas paraclimáticos*: refere-se a paisagens onde ocorre a partir de uma evolução regressiva de origem antrópica, com modificação parcial do potencial ecológico. Nesse tipo de geossistema a evolução não pode prosseguir, senão artificialmente para outra forma de clímax, como por exemplo, os reflorestamentos;
- *Geossistemas degradados com dinâmica progressiva*: são caracterizados por paisagens rurais que passam pelo abandono ao retorno a um estado floresta clímax;
- *Geossistemas degradados com dinâmica regressiva sem modificação importante do potencial ecológico*: são paisagens onde a vegetação é modificada ou destruída, os solos são transformados pelas práticas agropecuárias. Entretanto, o equilíbrio ecológico não é rompido.

Os geossistemas em resistasia correspondem a paisagens onde a geomorfogênese domina sua dinâmica, sendo comum a presença de processos erosivos. Nesse caso, a destruição da vegetação e do solo pode ser total causando a modificação do potencial ecológico e até mesmo, criando-se uma paisagem inteiramente nova. Esse tipo de fenômeno

pode ocorrer também a partir da ruptura do equilíbrio ecológico causado por uma catástrofe natural, como por exemplo, erupção vulcânica com lava torrencial em montanha. No entanto, na classificação de geossistemas em resistasia é preciso levar em consideração dois subtipos: geossistemas com geomorfogênese natural e geossistemas regressivos com geomorfogênese ligada à ação antrópica.

- *Geossistemas com geomorfogênese natural*: ocorre em regiões áridas ou semi-áridas onde os processos erosivos fazem parte do clímax, contribuindo para a limitação natural do desenvolvimento da vegetação e dos solos;
- *Geossistemas regressivos com geomorfogênese ligada à ação antrópica*: são paisagens com ação antrópica intensa, podendo ser distinguidos em geossistemas em resistasia bioclimática, onde a geomorfogênese é ativada pelo homem; geossistemas marginais em mosaico com geofáceis em resistasia e geofáceis em biostasia, caracterizados por certa fragilidade natural dos ecossistemas, cuja degradação é potencializada pela ação antrópica; e geossistemas regressivos e com potencial ecológico degradado que se desenvolvem por ação antrópica sob paisagens em biostasia como, por exemplo, certos tipos de cultivo em economia colonial.

Do ponto de vista geossistêmico, Troppmair (1985, p. 69) afirma que: “[...] *não podemos estudar o solo, o clima, a água, a vegetação de forma isolada e sim deve prevalecer a visão integrada e sistêmica*”. Neste sentido, geossistema pode ser compreendido, como uma aplicação da ciência, constituindo-se numa ferramenta importante na compreensão da fragilidade, além de explicar de maneira satisfatória a evolução de paisagens, como demonstra Rodriguez e Silva (2002) que utiliza a classificação da paisagem com uma visão geossistêmica para determinar a susceptibilidade à degradação do solo. Portanto, a análise geossistêmica demonstra ser um modelo ideal para tentarmos entender os processos de transformações históricas e a dinâmica atual da paisagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada.

Além disso, na investigação dos fenômenos geográficos, a escolha de uma categoria de análise que oriente os instrumentos metodológicos do objeto de estudo é primordial. Nesse sentido, optou-se pela categoria paisagem pelo fato da mesma constitui-se de elementos físicos, bióticos e humanos, e melhor representa o referencial teórico necessário para o âmbito da pesquisa.

2.2 Relação solo e paisagem

A relação solo e paisagem correspondem à análise dos atributos do solo em conjunto com o relevo e, com a vegetação a que esse dá suporte. Essa análise possibilita a observação da dinâmica do solo e como isso interfere na paisagem. Em relevos mais ondulados é mais comum encontrar solos como Argissolos, Nitossolos, Cambissolos, Neossolos Litólicos, Luvisolos, Chernossolos e Alissolos. Entretanto, em relevos planos a suavemente ondulados, encontra-se solos como Latossolos ou associações de Latossolos com Neossolos (PRADO, 1998; MENDONÇA, 2010).

Antes de compreender a relação solo e paisagem, é necessário primeiro entender o que é o solo e sua dinâmica. O solo é um importante elemento do ecossistema, pois serve de base para o desenvolvimento da fauna, flora, armazenamento de água, atividades agropecuárias e edificações humanas. Sendo relevante lembrar que, o solo é resultado da combinação do material de origem com as ações do clima, relevo, organismos e tempo. Assim, o solo é sujeito a constantes ações naturais e antrópicas. Sua transformação ocorre simultaneamente com a paisagem (CIAMPALINI; FOLLAIN e LE BISSONNAIS, 2010). Neste ponto de vista, Campos et al. (2007, p. 159), o qual realiza estudos sobre a relação solo e paisagem no Brasil, enfatiza que:

As diferentes feições da superfície terrestre expressas pelo relevo em várias escalas provocam variações nos atributos do solo em magnitudes diferenciadas, dependentes principalmente de um local específico da paisagem [...], fatores da hidrologia, litologia e as condições climáticas também são responsáveis por essa variabilidade [...], principalmente quando associados aos acontecimentos geológicos e geomorfológicos históricos, que influenciam a dinâmica de ocorrência e o grau de evolução dos solos nas paisagens (CAMPOS et al., 2007, p. 519).

Os primeiros estudos sobre a dinâmica do solo foram realizados pelo russo Vasily Dokuchaev em 1883, o qual observou que as diferenças dos atributos dos solos estão relacionadas com a Geografia do local onde ocorreu o processo de evolução. Normalmente os processos de evolução do solo são causados por fenômenos naturais como, por exemplo, eventos climáticos, sísmicos e hidrológicos. No entanto, estudos realizados recentemente revelaram que os processos de evolução do solo têm sido acelerados em função das mudanças na cobertura de vegetação. As causas do aceleração da evolução dos solos têm sido por dois fatores: mudanças climáticas e atividades agrícolas.

In recent studies, soil was subjected to rapid evolutions. Two ways of fast soil cover changes can be identified: changes induced by climate and those induced by humans. Human induced changes are those which can be implemented by the farmers individually at the field or farm scale and those which can be imposed by policy- and decision-makers (land planners, natural resource managers) at a range of scales (farm, municipality, catchments, region). Climate induced changes are those related to changes in the seasonal distribution of climate factors and in the frequency of extreme events predicted by the projections of future climate change (CIAMPALINI; FOLLAIN e LE BISSONNAIS, 2010, p. 16).

Barbosa (2006) também relaciona as transformações de ambientes naturais à introdução da agropecuária intensiva, onde o manejo inadequado do solo tem causado erosões, compactação, redução da fertilidade e diminuição do volume e qualidade das águas. Nestas perspectivas, as transformações rápidas do solo trazem graves consequências aos ecossistemas, sobretudo, a produtividade agrícola, impondo a implementação do uso de tecnologias e práticas de conservação do solo que prevêm e controlem os processos erosivos.

Neste sentido, na compreensão da evolução da paisagem é importante que se considere a avaliação do solo e em especial, os processos erosivos presentes. Hermuche; Guimarães e Castro (2009) que realizaram estudos sobre o uso e aptidão agrícola das terras a partir da análise dos compartimentos morfopedológicos no município de Jataí/GO, verificaram problemas ambientais como processos erosivos e arenização oriundos do uso intensivo, manejo inadequado e discrepância entre aptidão e uso do solo. No que refere-se à relação solo e paisagem, esses autores observaram que,

a exploração agrícola inicialmente feita nos chapadões, áreas de Latossolos Vermelhos e relevos planos que suportavam o uso intensivo e a mecanização pesada, passou a incorporar as áreas em seu entorno, de maior declividade, com predominância de Neossolos Quartzarênicos, que são solos arenosos. Da mesma forma, a atividade pecuária também se expandiu ocupando terras inadequadas para a lavoura e solos inaptos para atividades agropecuárias (HERMUCHE, GUIMARÃES e CASTRO, 2009, p. 114)

Estas afirmações evidenciam a relevância da inclusão de estudos detalhados dos solos em pesquisas sobre paisagem. Conforme Barbosa (2006), para amenizar esses efeitos ambientais negativos, sobretudo do solo, cada vez mais aumenta a realização de pesquisas que primam pelo estudo e planejamento da paisagem. Isso ajuda a regulamentação do uso com a atenção especial em relação aos condicionantes ambientais e ao controle das mudanças de tipos de uso (HERMUCHE, GUIMARÃES e CASTRO, 2009; CIAMPALINI, FOLLAIN e LE BISSONNAIS, 2010).

É importante que se perceba que o ambiente apresenta uma co-evolução entre os elementos abióticos e bióticos, os quais devem ser respeitados no processo de ocupação desse ambiente. Assim, a falta de percepção desses atributos pode levar a degradação de todo o ambiente. Outro ponto importante, diz respeito ao fato de que a revegetação de áreas degradadas, com plantas nativas exige o entendimento de que muitas vezes práticas agrícolas elevam a fertilidade do solo, o que apesar de atender as várias culturas domésticas, pode impor às plantas nativas, condições inadequadas para seu desenvolvimento pleno.

Neste sentido, o estudo dos atributos físicos e químicos dos solos deve ser inserido no estudo da fragilidade ambiental, pois isso permite a compreensão acerca do potencial de recuperação do solo, e sua revegetação. Assim os critérios de fertilidade, acidez do solo, capacidade de armazenamento de água, dentre outros, devem fazer parte dos estudos de fragilidade, pois só assim, será possível desenvolver parâmetros de regeneração das áreas antropizadas.

A inserção dos atributos de qualidade de solo no estudo de fragilidade ambiental, aliado aos estudos de revegetação pode contribuir não só para o entendimento da fragilidade, como também dá suporte aos técnicos para as escolhas de técnicas mais adequadas a serem implementadas para a recuperação do ambiente, seja para o uso agrícola ou para áreas de preservação do bioma.

Deste modo, na tentativa de compreender a paisagem, as alterações sofridas e a fragilidade da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, sobretudo as degradações dos solos que tem se configurado numa nova paisagem em alguns locais dessa bacia, é de grande relevância eleger os solos como ferramenta de apoio nas análises da fragilidade ambiental e da caracterização da paisagem dessa bacia. Assim estudos que possibilitem a identificação dos teores de nutrientes, bem como da retenção ou infiltração de água auxiliam na compreensão do estado atual da paisagem, bem como das técnicas a serem implementadas, ou modificadas para que o ambiente não sofra degradação ou possa ser recuperado.

2.3 Bacia hidrográfica: uma unidade espacial

De acordo com Christofolletti (1999) foi a partir do ano de 1945, com a publicação do trabalho do engenheiro hidráulico Robert E. Horton, que os estudos em bacias hidrográficas passaram a representar considerável importância na ciência. Robert E. Horton estabeleceu as leis do desenvolvimento dos rios e de suas bacias, tal estudo serviu de base para uma nova concepção metodológica, a qual posteriormente deu origem a outras pesquisas envolvendo análise em bacia hidrográfica. No Brasil, foi nas décadas de 1980 e 1990 que ocorreu o maior

índice de estudos considerando bacia hidrográfica como unidade fundamental de pesquisa e planejamento (GONÇALVES et al., 2009; MORAGAS, 2005). Isso devido aos vários problemas enfrentados na época com relação ao uso desenfreado dos recursos hídricos.

No que concerne ao termo bacia hidrográfica, pode ser definida como uma área de superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários, cuja delimitação é constituída pelos seus divisores de água (BOTELHO, 1999). Neste sentido, numa concepção semelhante, Tucci e Mendes (2006, p. 20) elucidam:

Para cada seção de um rio existirá uma bacia hidrográfica. Considerando esta seção, a bacia é toda a área que contribui por gravidade para os rios até chegar a seção que define a bacia. Esta área é definida pela topografia da superfície, no entanto, a geologia do subsolo pode fazer com que parte do escoamento que infiltra no solo escoe para fora da área delimitada superficialmente. [...] as características principais da bacia hidrográfica são a área de drenagem, o comprimento do rio principal, declividade do rio e a declividade da bacia.

Do ponto de vista da Geografia, é importante ressaltar que, a realização de pesquisas tendo a bacia hidrográfica como unidade de estudo, constitui-se numa formidável fonte referencial aos estudos ambientais, pois são nesses espaços que se desenvolvem importantes relações entre sociedade e natureza (SANTOS, 2005). Nestas perspectivas, Moragas (2005, p. 32) ressalta que:

Numa visão fisiográfica, a bacia hidrográfica pode ser entendida como área drenada por uma rede de canais influenciada por diversas características topográficas, litológicas, tectônicas, de vegetação, dentre outras. Mas a bacia hidrográfica representa um complexo sistema integrado de inter-relações ambientais, sócio-econômicas e políticas.

Isso evidencia que a bacia hidrográfica pode ser entendida como um sistema onde ocorrem diferentes trocas de energia e matéria entre os componentes, dos quais são os recursos naturais e o homem. Logo, em nível de escala, a bacia pode ser considerada um geossistema por apresentar os atributos necessários (potencial ecológico, exploração biológica e ação antrópica) para uma análise integral da paisagem. Deste modo, Gonçalves et al. (2009) realizou estudos sobre análise da relação pluvial, erosividade, erodibilidade e uso do solo nos processos erosivos atuantes na Bacia do Rio Araguaia – GO/MT, também concorda com a análise integrada de bacias hidrográficas em estudos ambientais,

Numa visão sistêmica, a relação entre homem e recursos naturais se dá a partir das ações antrópicas, cujas alterações que ocorrem na superfície de uma bacia hidrográfica contribuem para configuração da paisagem local. Dentre as alterações, o uso e manejo do solo

é um dos principais fatores contribuintes para a transformação da paisagem já que ocorre com fins diversos, dos quais vão desde uso agropecuário até para processos de urbanização. Essas alterações, independentes do tipo, têm impactos importantes na dinâmica organizacional da bacia, pois mesmo procedimentos iniciais como desmatamentos para formação de pastagem ou agricultura, ou ainda, instalações de estruturas para irrigação, influenciam direta ou indiretamente nessa dinâmica podendo resultar em consequências sérias como mostra Moragas (2005, p. 32):

A mudança no uso da terra pode resultar em inúmeras consequências como: erosão em sulcos, alteração da forma das vertentes e taludes, assoreamento dos cursos d'água, mudança do nível de base dos cursos d'água, diminuição da qualidade da água, alteração do ritmo e da vazão do curso d'água, dentre outras. Os problemas advindos desta intervenção podem ser maiores se houver demanda de água para atividades econômicas ou abastecimento de assentamentos humanos.

Esse pensamento já havia sido discutido por Ross (1990, p. 14), o qual afirma que:

Toda causa tem seu efeito correspondente, todo benefício que o homem extrai da natureza tem certamente também malefícios. Desse modo, parte-se do princípio de que toda ação humana no ambiente natural ou alterado causa algum impacto em diferentes níveis, gerando alterações com graus diversos de agressão, levando às vezes as condições ambientais a processos até mesmo irreversíveis.

Nessa mesma perspectiva, Christofolletti (1979, p. 57) destaca as causas e efeitos que as intervenções humanas têm na dinâmica organizacional de uma dada bacia hidrográfica:

O equilíbrio de um sistema representa o ajustamento completo das suas variáveis internas às condicionantes externas [...]. Quando as condições externas permanecem imutáveis, o equilíbrio dinâmico pode chegar ao estado que melhor exprima a organização interna em função das referidas características exteriores, chegando a obter a condição estática de máxima entropia. Esse estado constante ou de estabilidade ("steady state") é atingido quando a importação e a exportação de matéria e energia forem equacionadas por meio do ajustamento das formas do próprio sistema, permanecendo constantes enquanto não se alterarem as condições externas [...]. Em uma bacia hidrográfica, as condições climáticas, litológicas, biogeográficas e outras mais, vão condicionar a estruturação de determinada rede de drenagem e de determinadas formas de relevo. Alcançando o estado de estabilidade, a geometria da rede fluvial e a da morfologia encontram-se em perfeito estado de equilíbrio e só sofrerão modificações se porventura houver alterações nas variáveis condicionantes.

Diante disso, devido ao fato da bacia hidrográfica constituir-se em uma unidade ambiental natural de fácil delimitação, bem como a possibilidade de análise integral de seus componentes, a bacia hidrográfica como unidade espacial torna-se um instrumento de grande interesse científico objetivando a realização de diagnósticos, prognósticos e controle de degradações ambientais (SILVA, 2008). Contudo, tendo em vista as degradações e conflitos ambientais decorrentes do processo de uso e ocupação presentes numa bacia hidrográfica, prima-se neste trabalho eleger a Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada como unidade espacial para estudo sobre fragilidade ambiental, uma vez que essa exige uma avaliação integral dos componentes da bacia (solo, vegetação, clima, relevo, etc.).

2.4 Fragilidade ambiental: um recurso metodológico importante em análises ambientais

Dentro da perspectiva de estudos relacionados a impactos ambientais na Geografia, a análise de fragilidade ambiental é um dos temas que vem se destacando, pois permite a avaliação integrada entre as variáveis: homem e natureza. Fragilidade ambiental trata-se de uma metodologia desenvolvida por Ross (1994), Crepani et al. (1996), os quais tiveram como base as concepções de ecodinâmica preconizadas por Tricart (1977), onde o mesmo recomenda que em estudos sobre planejamento ambiental sejam consideradas as potencialidades dos recursos naturais, bem como, as fragilidades dos ambientes naturais face às ações antrópicas. Contudo, Spörl (2007), uma das seguidoras da metodologia de Ross (1994), enfatiza que o termo fragilidade ambiental significa a susceptibilidade do ambiente natural em sofrer alterações, cujo processo de avaliação envolve a compreensão qualitativa e quantitativa entre os aspectos físicos, bióticos e sócio-econômicos.

Segundo Ross (2006), nesse tipo de estudo é possível entender a dinâmica de funcionamento dos ambientes naturais com ou sem intervenção humana. Visto que, a funcionalidade dos ambientes naturais é modificada através das ações antrópicas que causam alterações na paisagem num ritmo cada vez mais intenso que aquele produzido na natureza. Neste sentido, Spörl (2007) ressalta que qualquer alteração realizada no ambiente natural, mesmo que seja somente em um dos componentes, esta reflete no restante do sistema gerando impactos na natureza. Para Silva (2008, p. 6), “*tem-se como fragilidade ambiental a identificação de áreas sensíveis a impactos ambientais, assim como uma baixa capacidade de recuperação*”. Acrescenta-se ainda que,

[...] o termo fragilidade do meio pode aparecer como ambiente de risco, ou risco ambiental, o qual se define como perigo ou possibilidade de perigo ou perda, que estão vinculadas a percepção humana da dinâmica da natureza (SPÖRL, 2007 p. 25).

Nestas perspectivas, quando se trata de fragilidade de ambientes, Tricart (1977) classifica como estáveis os ambientes naturais quando estão em equilíbrio, porém, quando estão em desequilíbrio são instáveis. Para Spörl (2007, p. 24),

as condições de estabilidade/equilíbrio podem ser rompidas através de alterações realizadas em qualquer um dos componentes da natureza, gerando instabilidade. Qualquer intervenção realizada, não respeitando as vulnerabilidades do sistema, pode acarretar sensibilidade na paisagem em função do rompimento de seus limiares, resultando então na fragilização deste sistema.

Ross (1994, p. 63) enfatiza que:

A fragilidade dos ambientes naturais face às intervenções humanas é maior ou menor em função de suas características genéticas. A princípio, salvo algumas regiões do planeta, os ambientes naturais mostram-se ou mostravam-se em estado de equilíbrio dinâmico até o momento em que as sociedades humanas passaram progressivamente a intervir cada vez mais intensamente na exploração dos recursos naturais.

Assim, a ideia da possibilidade de um colapso dos recursos naturais vem provocando muitos questionamentos nesse início de Século XXI. Certamente um desses questionamentos é como tornar harmoniosa a relação entre homem e natureza, visto que essa é a base para o desenvolvimento da sociedade humana, na qual isso decorre historicamente dos processos de uso e ocupação de terras (SILVA, 2005; SILVA, 2008). Com isso, a compreensão dos processos de uso e ocupação de terras é importante no entendimento da fragilidade dos ecossistemas, pois representam as atividades antrópicas, as quais podem servir de indicadores de pressão sobre os ecossistemas. Sendo assim, Spörl (2001, p. 13), argumenta que:

Os dados sobre uso da terra são imprescindíveis na análise de processos e problemas ambientais. Os diferentes tipos de uso acabam por provocar diferentes processos sobre o meio natural gerando desequilíbrios. O conhecimento das formas de uso da terra, o seu monitoramento e o registro das informações permitem a avaliação dos impactos produzidos, trazendo informações básicas para o manejo dos recursos naturais.

Neste contexto, Ross (1994, p. 65) afirma que em estudos sobre a fragilidade ambiental,

[...] as sociedades humanas não devem ser tratadas como elementos estranhos a natureza e, portanto aos ecossistemas onde vivem. Ao contrário, precisam ser vistas como parte fundamental desta dinâmica representada através dos fluxos energéticos que fazem o sistema como um todo funcionar. Entretanto as progressivas alterações até então inseridas pelas sociedades humanas nos diferentes componentes naturais, afetam cada vez mais a funcionalidade do sistema e com frequência induzem aos graves processos degenerativos ao ambiente natural, em um primeiro momento, e a própria sociedade em prazos mais longos.

Desta forma, o estudo sobre fragilidade ambiental passa pela análise da totalidade dos sistemas ambientais, onde o desafio é abordar de maneira integral os elementos que compõem a paisagem. Buscando-se assim, a compreensão da situação ambiental de um dado recorte espacial, o qual pode ser uma bacia hidrográfica devida sua possibilidade de disponibilidade das variáveis necessárias para a avaliação de fragilidade ambiental.

Vale à pena ressaltar que as proposições de análise da situação ambiental de uma bacia hidrográfica envolvem o estudo de maneira integral dos elementos componentes do extrato geográfico, tais como o solo, a vegetação, a geomorfologia, o clima e o uso da terra, para que assim se possa determinar o grau de fragilidade da bacia (SILVA, 2008).

De acordo com Ross (1994), essa análise integrada possibilita a realização de diagnósticos das diferentes categorias hierárquicas da fragilidade dos ambientes naturais, constituindo-se ao final na carta síntese de fragilidade e vulnerabilidade ambiental. A propósito, a carta síntese de vulnerabilidade ambiental configura-se em um dos produtos síntese e intermediário, o qual representa a contribuição pelo meio físico e biótico ao uso e ocupação racional dos recursos naturais (SPÖRL, 2007). Todavia, a partir da análise da fragilidade ambiental é possível determinar o grau de fragilidade diferenciado que cada variável possui na composição da vulnerabilidade do sistema ambiental.

No que se refere aos estudos que abordem a caracterização de paisagem através da análise da fragilidade ambiental, a metodologia desenvolvida por Ross (1994), torna possível devido a simplicidade e facilidade de execução, permissão de inserção de outras técnicas podendo assim fazer adaptações às necessidades da área de estudo. Além do que, os estudos sobre paisagem exigem a compreensão da complexidade dos elementos físicos, bióticos e sociais que a constitui, averiguando os mecanismos que interferem nas constantes transformações, procurando delimitar as áreas que representam graus de degradação, logo, sua fragilidade ambiental ou potencialidade natural (SILVA, 2008; GHEZZI, 2003). Convém esclarecer que,

a modificação da paisagem é atingida através das alterações nas relações de suas variáveis. Estas mudanças que ocorrem na paisagem são resultantes da relação entre os condicionantes do meio físico e as atividades humanas. A intensidade dessas transformações inadvertidas depende primeiramente do esforço (ou tensão) aplicado ao sistema pelo homem, e posteriormente, do grau de suscetibilidade à mudança (sensibilidade) do próprio sistema (SPÖRL, 2001, p. 13).

Diante disso, na busca da compreensão da dinâmica do sistema ambiental da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada e as transformações que nela ocorrem, o estudo de fragilidade ambiental configura-se numa importante ferramenta de análise da realidade dos ecossistemas possibilitando um planejamento que priorize ações que asseguram a qualidade dos recursos hídricos, solo e biodiversidade dessa área de estudo.

2.5 Geotecnologias aplicadas em estudos ambientais

A complexidade do tratamento de dados digitais em estudos ambientais exige o uso de recursos tecnológicos, os quais na Geografia, em geral são denominados de geotecnologias como, por exemplo, o geoprocessamento, sensoriamento remoto e SIG (Sistemas de Informações Geográficas). Essas geotecnologias oferecem vasta aplicabilidade nos diferentes campos da ciência independente do tema a que se pretende estudar. Mas é na Geografia e em áreas afins que representam maior significado, principalmente quando se refere à análise espacial em estudos ambientais.

Para a Geografia o uso do geoprocessamento abriu possibilidades muito amplas, apesar de vários campos desta ciência ainda não terem se apropriado substancialmente destes recursos, que pode ser aplicados também a outras ciências, além da Geografia. [...] a utilização do arcabouço conceitual para entendimento e avaliação do espaço geográfico encontra-se nos Sistemas de Informações Geográfica – SIG ferramentas poderosas e extremamente úteis que viabilizam resultados práticos e consistentes, (SILVA, 2008, 10).

Assim, essas geotecnologias constituem numa importante ferramenta que auxilia o desenvolvimento de pesquisas ambientais em que envolvem grande quantidade de dados digitais. A vantagem de sua utilização está na possibilidade de registro permanente da área ou objeto de estudo, bem como, o refinamento dos resultados com novos processamentos multitemporais relacionados a dados adquiridos em diferentes épocas. Além da rapidez na obtenção dos resultados e o elevado grau de precisão nos processamentos computacionais, representando, portanto, economia de tempo e custos financeiros (DONHA, SOUZA e SUGAMOSTO, 2006; SPÖRL, 2007).

Quanto a sua aplicabilidade em estudos geossistêmicos, Mendes e Cirilo (2001) lembram que as pessoas estão sempre produzindo modelos, pois a imagem do mundo ao redor de todos é criada pelos olhos, e, isso é um modelo. No entanto, raramente os olhos conseguem distinguir objetos menores que 1 mm, além de focar detalhes em todas as posições no espaço. O geoprocessamento realiza isso com destreza, ou seja, reproduz a variação espacial do mundo real através de mapas temáticos obtidos a partir de imagens de satélites (ROSA, 2009). Neste contexto, o uso de geotecnologias permite a caracterização de paisagens em nível de geossistema a partir de mapeamentos como fez Carvalho e Freitas (2005).

Do ponto de vista espacial, a bacia hidrográfica como unidade espacial representa um grande significado para estudos ambientais que requer o uso de geotecnologias, pois nela é possível verificar as definições, interações e comportamentos geossistêmicos disponíveis em uma variabilidade espacial e temporal. Podendo assim, realizar análises de maneira integrada que vão desde a montante à jusante da bacia (ROSA, 2009). Desse modo, Mendes e Cirilo (2001, p. 405) reforçam que:

Dados os complexos fatores citados e a heterogeneidade temporal e espacial das variáveis ambientais (tipo de solo, vegetação, topografia, clima, etc.) e sócio-econômicas (população, tipos de atividades agrícolas, número de indústrias, etc.) envolvidas ao longo da bacia, surge a necessidade de se desenvolver metodologias baseadas no pressuposto de que a vazão do rio reflete uma resposta que integraliza todas as ações que ocorrem a montante [...]. Dessa forma, é essencial tentar estabelecer uma relação entre desenvolvimento e expansão das atividades humanas, caracterizadas pela alteração do uso das terras [...].

Tal afirmação evidencia a aplicabilidade de geotecnologias aos estudos sobre fragilidade ambiental, já que envolvem a bacia em sua totalidade e tendo suas variáveis ambientais como parâmetros de análise. A utilização de geotecnologia em estudos de fragilidade ambiental torna mais simples a aquisição das variáveis como solo, uso da terra, declividade e erosividade, as quais são representadas na forma de mapas temáticos, cujas informações podem ser cruzadas entre si de acordo com o que se pretende. Para Spörl (2007, p. 28):

Utilizando o SIG e imagens de satélite para atualizar mapas temáticos são possíveis se obter uma manipulação ágil e real dos requisitos necessários para satisfazer as condições de geração desse tipo de carta, em que cada um dos parâmetros envolvidos é fundamental e possui valor significativo na avaliação final da fragilidade ambiental.

Segundo Spörl e Ross (2004), o mapeamento da fragilidade ambiental permite identificar e analisar áreas em função dos distintos níveis de fragilidade. Através do mapeamento é possível apontar as áreas onde o grau de fragilidade é mais forte, o que exige um manejo mais adequado, assim como áreas que apresentam fragilidade mais baixa, o que favorece a inserção de determinadas atividades. Nesse sentido, Kawakubo et al. (2005, p. 2203), parafraseia:

O mapa de fragilidade ambiental constitui uma das principais ferramentas utilizadas pelos órgãos públicos na elaboração do planejamento territorial ambiental. O mapeamento da fragilidade ambiental permite avaliar as potencialidades do meio ambiente de forma integrada, compatibilizando suas características naturais com suas restrições.

Wiegand et al. (2010, p. 195) que recorreu ao uso de SIG para a avaliação da fragilidade potencial da Bacia Experimental de Aiuaba – CE, concluiu que: “[...] *a utilização de ferramentas de geoprocessamento contribui de maneira relevante no tratamento de estudos ambientais, mostrando eficiência e agilidade nas aplicações de metodologias com enfoque espacial*”. Kawakubo et al. (2005) em um trabalho referente a fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento verificou que os resultados alcançados mostraram a eficácia dos sistemas computacionais.

Insistindo um pouco mais nessa discussão, nota-se que Gonçalves et al. (2009, p. 30) obteve a mesma conclusão quando também recorreu à geotecnologias para caracterizar a fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Dourados, MS:

Os Sistemas de Informações Geográficas, através do SPRING e da álgebra de mapas demonstraram eficácia na análise empírica da fragilidade ambiental, atestando a possibilidade de aplicação da metodologia em estudos de planejamento ambiental em bacias hidrográficas.

Nessas mesmas perspectivas Silva (2008, p. 10) afirma que,

[...] as aplicações dos Sistemas de Informações Geográficas para o desenvolvimento de um estudo da fragilidade ambiental, vêm como fundamental em função da necessidade de análise de grande quantidade de dados, e com relações complexas entre estes dados. A principal vantagem para esta aplicação é a disposição de funções que permitem a análise geográfica.

Diante disso, considerando que o processo de análise da fragilidade ambiental é um grande desafio, o qual implica em entender de maneira quantitativa e qualitativa a relação

entre as variáveis ambientais e a dinâmica complexa dos componentes físicos, bióticos e sócio econômico, se faz necessário eleger geotecnologias como ferramentas de apoio neste estudo.

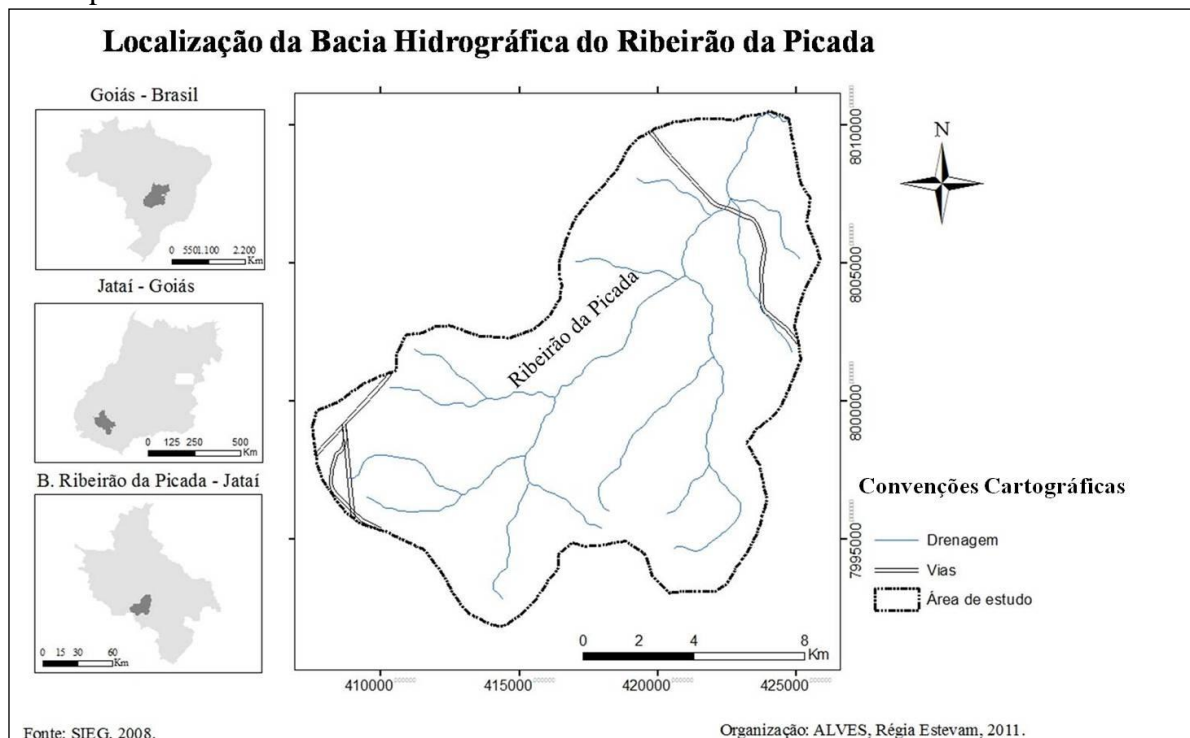
3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

3.1 Área de estudo

A área escolhida para este estudo é a Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada (Mapa 01) situa-se no município de Jataí entre as coordenadas E = 404000m, N = 428000m e E = 7990000m, N = 8014000m, do Sistema de Coordenadas UTM, fuso 22. Esta bacia possui aproximadamente 193,1 km² de extensão, abrangendo diversas propriedades rurais, as quais desenvolvem atividades agropecuárias.

Historicamente, o processo de ocupação na maior parte da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada se deu a partir da ocupação de vários membros de uma mesma família moradora do município de Jataí/GO. Segundo relato do senhor José Carvalho Lima, as propriedades rurais atuais se resumiam em uma só, e tinha a pecuária como principal atividade econômica. Com o passar dos anos, as propriedades foram divididas, onde em algumas, permanecem até hoje membros dessa mesma família, outras foram vendidas para outras pessoas, muitas das quais foram convertidas a produção de grãos nos últimos anos.

Mapa 1: Localização da área de estudo: Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, no município de Jataí/GO.



A jusante da bacia localiza-se três propriedades rurais, cujos proprietários são membros da família Carvalho Lima, pioneira na ocupação da bacia. Nas três propriedades estudadas, segundo informação do proprietário de uma das fazendas, o senhor José Carvalho

de Lima, o processo de desmatamento iniciou-se há aproximadamente vinte anos, quando houve desmatamento do Cerrado para a formação de pastos e construções de currais. O uso inadequado do solo, para fins não condizentes com as características naturais das áreas, tem gerado um aumento expressivo de degradação que varia desde erosões em níveis variados, arenização à assoreamento da drenagem da bacia em alguns locais que possivelmente está relacionado com o processo de uso e ocupação da terra. Neste sentido, áreas com baixo uso de tecnologia presentes nessa bacia foram determinantes na escolha como objeto de estudo, no intuito de entender os fatores que impulsionam os possíveis impactos ambientais.

3.1.1 Hidrologia

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada nasce ao sul do município de Jataí, e o rio principal, que é abastecido por 12 afluentes, recebe o nome de Ribeirão da Picada (Mapa 01), que deságua no Ribeirão Ariranha, o qual faz parte da bacia hidrográfica do Rio Claro.

3.1.2 Geologia

De acordo com os dados do SIEG (2008), a geologia da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada (Mapa 02) é constituída por sedimentos areníticos da Formação Cachoeirinha, sedimentos basálticos da Formação Serra Geral (Grupo São Bento) e sedimentos areníticos da Formação Vale do Rio do Peixe (Grupo Bauru).

A Formação Cachoeirinha, de idade Terciária, é constituída por argilas e areias brancas, cinza, amarelas e avermelhadas, intercaladas tanto com níveis conglomeráticos, quanto com outros laterizados, todos lenticulares (GONÇALVES e SCHNEIDER, 1970).

Os estratos basálticos correspondem à Formação Geológica Serra Geral, de idade Jura-cretáceo, que acompanha a drenagem da bacia praticamente em toda a sua extensão que também é marcada por zona de falhamento (SIEG, 2008).

Essa formação geológica, conforme apresenta a Foto 01, é formada por derrames basálticos toleíticos, creme-amarronzados, cinza escuro e esverdeados, com textura predominantemente afanítica, amigdalóide no topo e raramente vitrófica. Apresenta intertrapes areníticos, finos a muito finos, com estratificações cruzadas de pequeno porte (RADAMBRASIL, 1983).

Foto 01: Estratos basálticos em processo de intemperização na Formação Serra Geral na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.

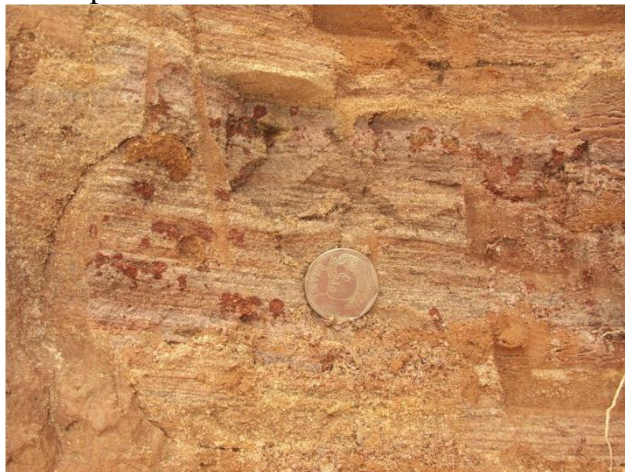


Autora: Régia E. Alves. Trabalho de campo realizado em 29/12/2010.

Conforme Fernandes e Coimbra (2000), a Formação Vale do Rio do Peixe, de idade Cretácea, é constituída por estratos de espessura submétrica (geometria tabular típica), de arenitos intercalados com siltitos ou lamitos arenosos, de contatos não ou pouco erosivos. Segundo os autores, os arenitos dessa formação geológica são muitos finos a finos, apresentam coloração marrom-claro, rosado a alaranjado, de seleção moderada a boa.

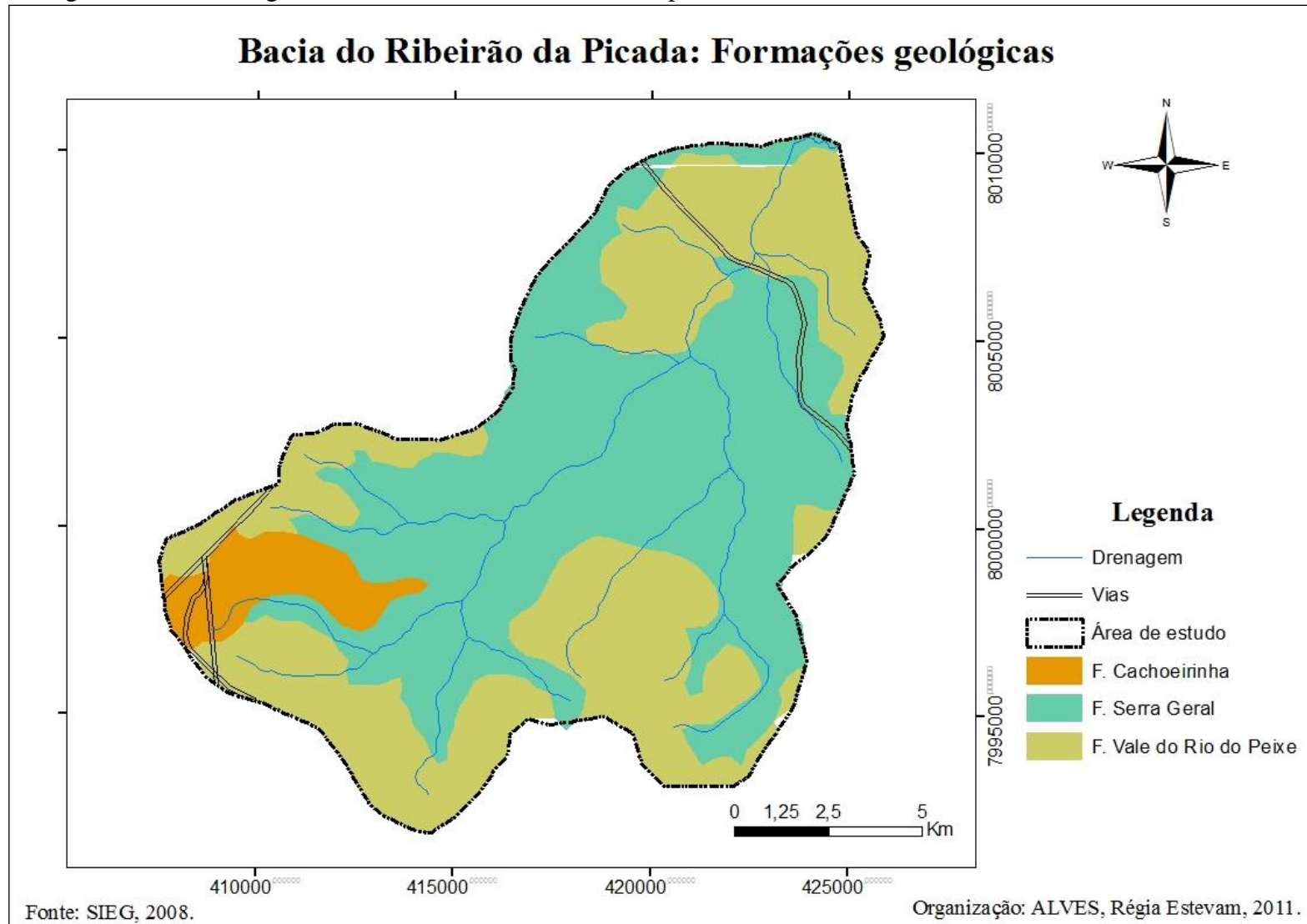
Esses substratos areníticos (Foto 02) possuem aspecto maciço ou estratificação cruzada tabular e acanalada de médio a pequeno porte, sendo que nos estratos podem ocorrer zonas de estratificação/laminação plano-paralela grosseira, formada por superfícies onduladas, às vezes com laminação interna (dimblings eólicos); ondulações de adesão ou planos bem definidos, com lineação de partição.

Foto 02: Sedimentos areníticos da Formação Vale do Rio do Peixe na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.



Autora: Régia E. Alves. Trabalho de campo realizado em 29/12/2010.

Mapa 02: Geologia da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, município de Jataí/GO.

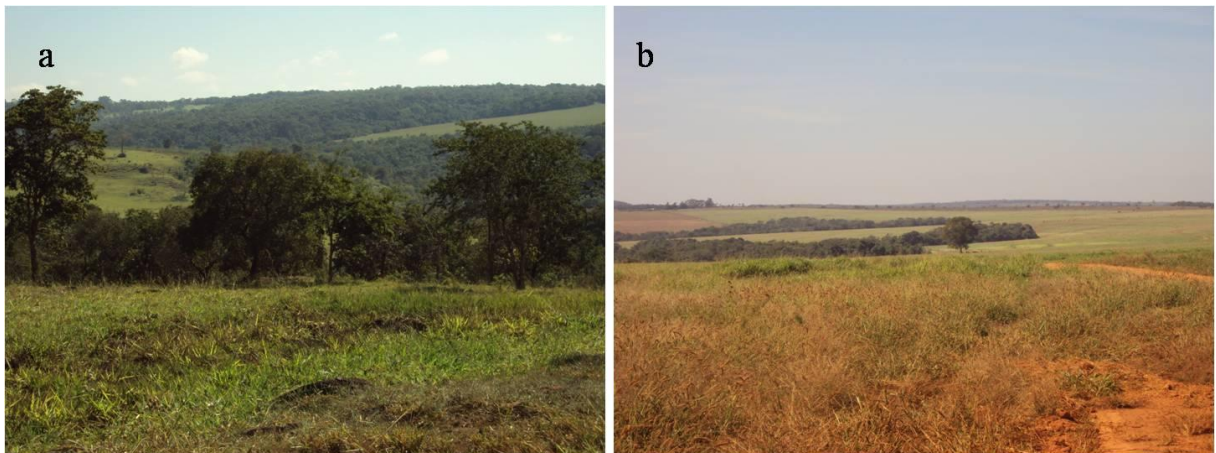


3.1.3 Geomorfologia

De acordo com Oliveira (2004), o relevo do município de Jataí/GO e em seu entorno é representado pelo reverso da *cuesta* do Caiapó, de feições planas a suavemente onduladas, resultado da extensa pediplanação por qual passou toda a região no período Terciário, onde as formas de relevo representam 80% do total da área.

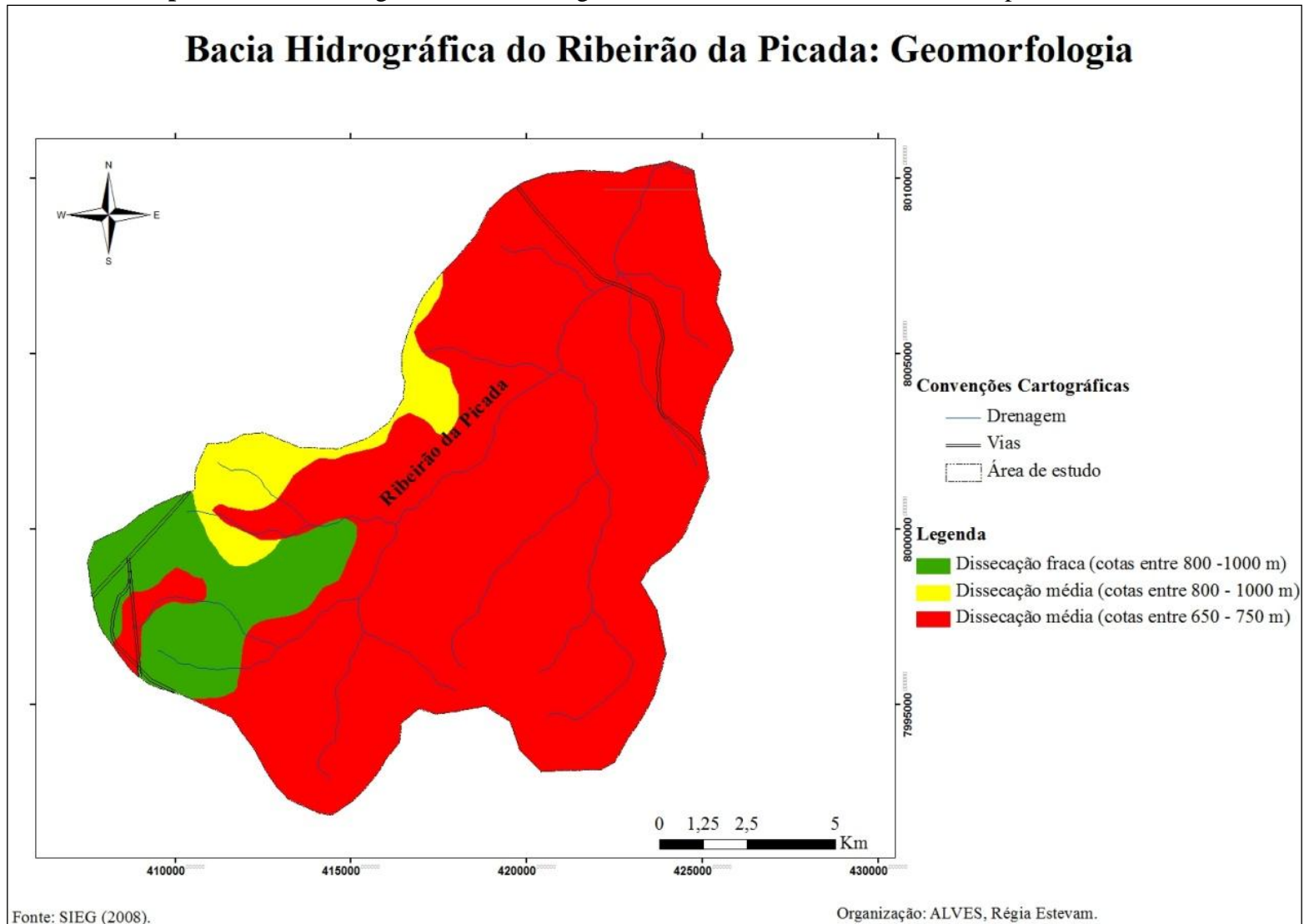
No que se refere à geomorfologia na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, predominam-se Superfície Regional de Aplainamento IIIB com cotas que variam entre 650 a 750m (Mapa 03) com dissecação média e associada a Relevos Tabulares na Bacia do Paraná (LATRUBESSE, 2005). Entretanto, a jusante da bacia observa-se feições planas com dissecações fraca, apresentando cotas que variam de 800 a 1000m, e dissecação média com cotas que variam de 650 a 750m (Foto 03). No entanto, verifica-se feições mais dissecadas na bacia que não aparecem no mapeamento em função do nível de detalhamento da base do SIEG (2008) que apresenta escala de 1: 250.000.

Foto 03: Vista do relevo da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.



Autora: Régia E. Alves. Trabalho de campo realizado em 29/12/2011.

Mapa 03: Geomorfologia da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.



3.1.4 Pedologia

Em relação às classes de solos (Mapa 04), de acordo com a base cartográfica do SIEG (2008), as principais classes são os Latossolos Vermelho-Amarelos e Latossolos Vermelhos e Argissolos Vermelhos, os quais são distróficos. Entretanto, verifica-se uma mancha de Neossolos Quartzarênicos, os quais são órticos típicos. Devido ao nível de detalhamento da escala utilizada não se verifica no mapa da base do SIEG (2008) essa classe de solo.

Os Argissolos, anteriormente denominados de Podzólicos, representam uma área mínima da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada. Esses solos apresentam uma classe de solo bastante heterogênea, com aumento considerável de teor de argila conforme o aumento da profundidade. São solos minerais, não hidromórficos, apresentando horizonte B textural com cores avermelhadas tendendo tonalidades escuras. Apresenta teores de óxidos de ferro inferiores a 15% (REATTO, 2008; EMBRAPA, 2006). No bioma Cerrado, a classe de Argissolos mais comum são Argissolos Vermelho-Amarelos e Argissolos Vermelhos. Predominam áreas localizadas na porção inferior de encostas, cuja formas geralmente são onduladas.

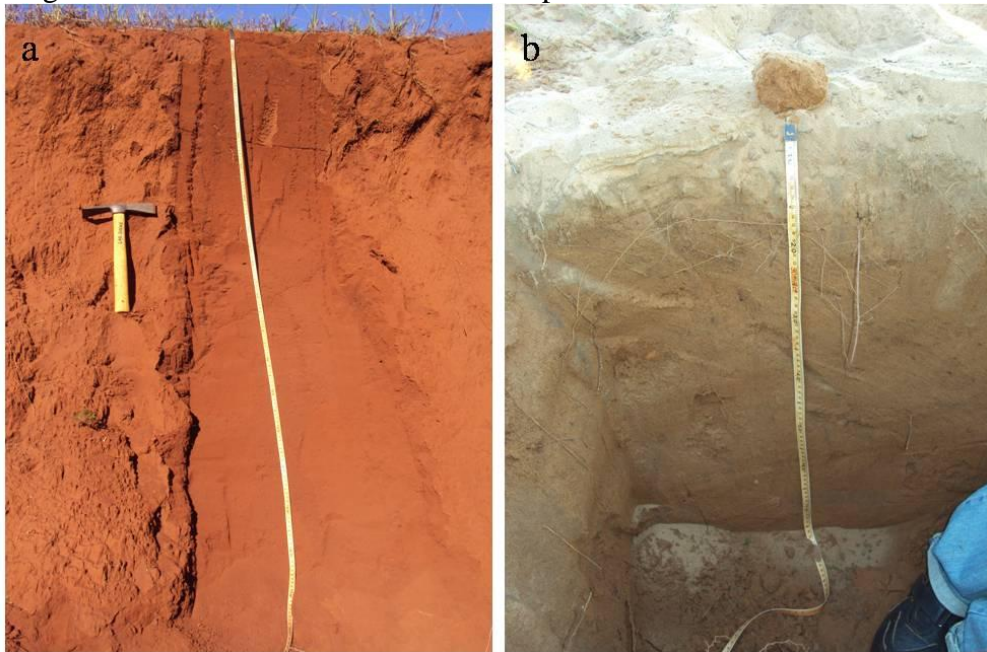
Os Latossolos (Foto 04 a) são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo do horizonte A, a partir de 2m da superfície do solo ou a partir de 300 cm (EMBRAPA, 2006). De acordo com Reatto (2008), esses solos representam aproximadamente 48,6% do bioma Cerrado. Esses solos são altamente intemperizados, oriundos da remoção de sílica e de bases trocáveis do perfil. São constituídos de minerais secundários, compostos de argilas. Tais minerais podem ser encontrados na forma de silicatos, como caulinita, ou sob a forma de óxidos, hidróxidos e oxihidróxidos de Fe e Al, como por exemplo, hematita, goethita e gibbsita.

Em geral os Latossolos do bioma Cerrado, ocorrem mais em relevo que apresentam feições plana à suave ondulada. Porém, em áreas que apresentam topo de encostas podem ocorrer Latossolos sobre derrames basálticos, principalmente ao sul da região e em áreas de influência de arenitos (REATTO, 2008). Segundo esse autor, morfologicamente esses solos não são hidromórficos, profundos (normalmente mais que 2m), apresentam horizontes A, B e C pouco diferenciados com coloração de varia de vermelho escuro a amarelado. Em geral possuem baixos teores de silte (entre 10% a 20%) e de argila entre 15% a 80%.

Em relação aos Neossolos Quartzarênicos (Foto 04 b), as antigas Areias Quartzosas, de acordo com EMBRAPA (2006), correspondem cerca de 15% dos solos dos Cerrados. São solos poucos desenvolvidos, profundos, de textura arenosa ou franco-arenosa, compostos por

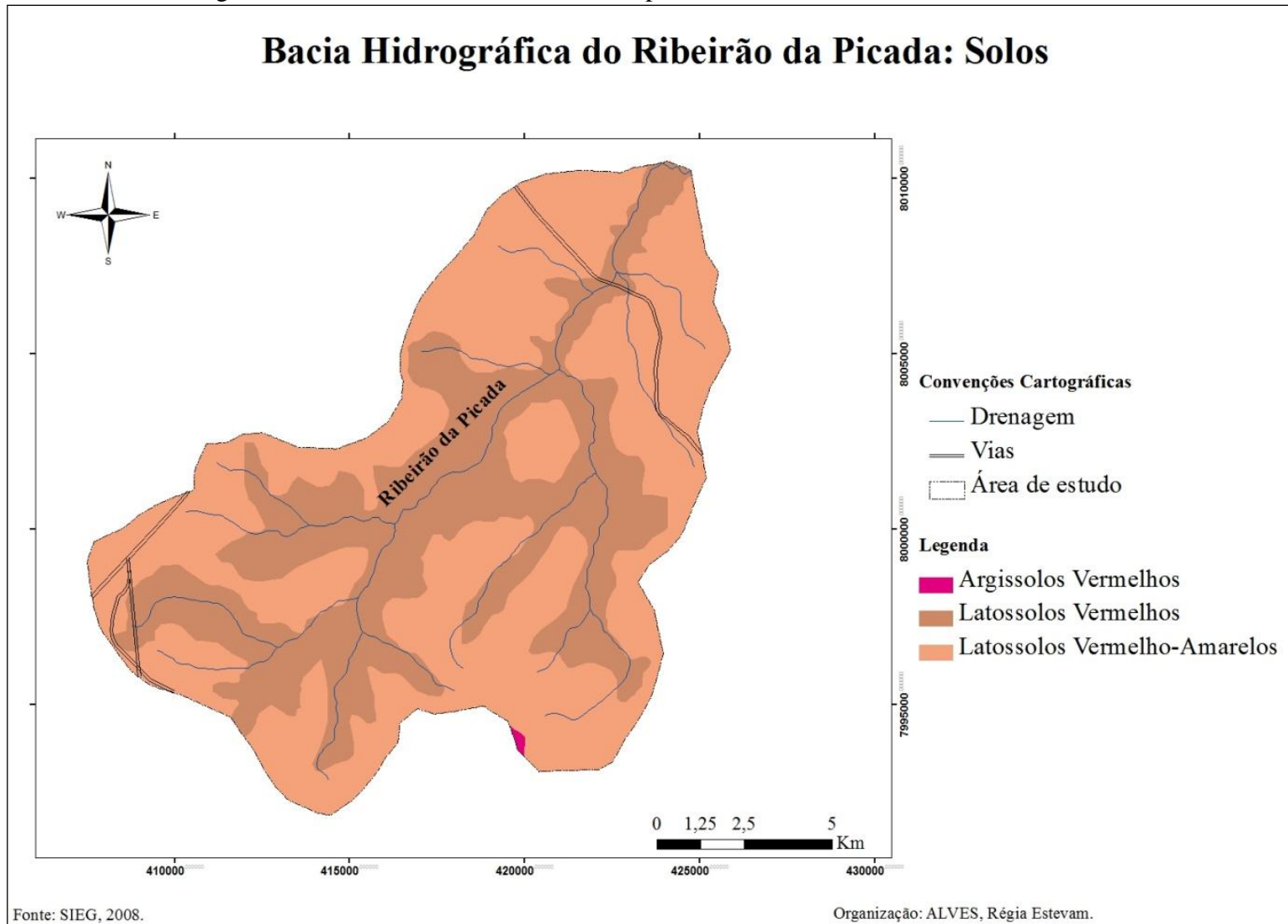
quartzo, com no máximo 15% de argila. Apresentam horizontes A-C. Em geral ocorrem sob vegetação natural predominantemente de Cerrado, ou Campo Cerrado. No bioma Cerrado, esses solos estão relacionados a sedimentos arenosos ocorrendo em relevo plano a suavemente ondulado. Apresentando baixa fertilidade, baixo teor de matéria orgânica, alta saturação por alumínio, baixa capacidade de troca cátions (CTC) e baixo pH (REATTO, 2008).

Foto 04: a) Perfil de um Latossolo Vermelho; b) Perfil de um Neossolo Quartzarênico, na Bacia Hidrográfica o Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.



Autora: Régia E. Alves. Trabalho de campo realizado em 17/05/2011.

Mapa 04: Solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.



3.1.5 Clima

Com relação ao clima na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, considerando que essa bacia situa-se dentro do limite municipal de Jataí/GO, um fato interessante é que mesmo a área do município sendo expressiva, não é o bastante para compor uma dinâmica climática própria. Como menciona Mariano (2005), o clima no município de Jataí/GO, logo, na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, é característico de tropical de continentalidade pronunciada, apresentando um longo período chuvoso (outubro a março), ou seja, tropical chuvoso – Aw (classificação de Köppen, 1918), opondo-se a outro mais seco (abril a setembro).

Ainda para ressaltar, Mariano (2005) afirma que nessa região em função da continentalidade, a baixa umidade do ar e a atuação frequente do Anticiclone Polar, é comum no inverno, apresentar temperatura muito baixa (abaixo de 10,0 C°), principalmente nos meses de junho e julho, em que às vezes ocorrem geadas. Em contrapartida, quando essas massas polares não chegam, ocorre a elevação da temperatura podendo atingir médias altas no inverno. Em relação à precipitação, a média anual é em torno de 1600 a 1800mm concentrando-se nos meses de outubro a março.

3.1.6 Vegetação

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada está localizada no Sudoeste de Goiás, cuja microrregião está inserida nas áreas de ocorrência do bioma Cerrado. Ab'Sáber e Costa Jr. (1951) em visita ao Sudoeste de Goiás, passando por Jataí para realizarem estudos referentes a paisagem, observaram imensos chapadões recobertos por Cerrado, cuja vegetação é constituída de galhos e troncos retorcidos, cascas grossas e folhas grandes. Já naquela época, verificaram processos de degradação do Cerrado, e assim descrevem: “*Observamos grandes queimadas nos “cerrados”, provavelmente com a finalidade de fazer pasto. Nenhuma plantação*”. (IBID, 1951, p. 46).

De acordo com Walter e Ribeiro (2008), depois da Amazônia, o Cerrado é a segunda maior formação vegetal do Brasil, ocupando cerca de 24% do território nacional. Porém, atualmente em todo o Brasil, restam apenas 61,2% desse total. As áreas de Cerrado estão distribuídas em várias regiões do país, ocorrendo em estados como Distrito Federal, Bahia, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Piauí, Rondônia, São Paulo e Tocantins.

De acordo com Walter e Ribeiro (2008), a vegetação do bioma Cerrado é caracterizada por fisionomias compostas de formações florestais, savânicas e campestres. Os

tipos do Cerrado predominantes na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO são as formações florestais e as formações savânicas.

Formações florestais

O termo formações florestais é designado devido representar áreas de predominância de espécies arbóreas com formação de dossel contínuo. Os tipos de vegetação que ocorre na formação florestal são a Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão (WALTER e RIBEIRO, 2008).

A Mata Ciliar (Foto 05) é a vegetação florestal que acompanha as margens de rios em terrenos acidentados, ocupando um espaço, cuja largura é relativamente estreita podendo haver transição nem sempre evidente para outras fisionomias florestais como, por exemplo, Mata Seca e Cerradão.

Foto 05: Mata Ciliar nas margens da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.



Autora: Régia E. Alves. Trabalho de campo realizado em 18/06/2011.

A Mata de Galeria são formações florestais que acompanha as margens de rios formando corredores fechados sobre os cursos d'água, ocorrendo geralmente em fundos de vales ou cabeceiras de drenagem onde os cursos de água ainda não escavaram um canal definitivo (WALTER e RIBEIRO, 2008). Predomina-se espécies de porte arbóreo de 20 à 30 metros de altura, apresentando uma superposição das copas, que fornecem cobertura arbórea de 70% a 95%, ocorrendo transição brusca para outras fisionomias de formações savânicas e campestres. Entretanto, quando a transição ocorre outras fisionomias como Mata Ciliar, Mata Seca ou Cerradão, quase não é possível perceber. Embora seja também vegetação de

formação florestal do Cerrado que ocorre nas margens dos rios, a Mata de Galeria se diferencia da Mata Ciliar por formar corredores fechados de vegetação

Diferentemente desses tipos de matas citados acima, a Mata Seca (Foto 06) inclui formação florestal do bioma Cerrado que não ocorre próxima aos cursos d'água. Devido à presença de vegetação dependente de nutrientes, a Mata Seca geralmente ocupa locais, cujo solo possui boas condições químicas e físicas, as quais melhoram devido à presença de matéria orgânica no solo (WALTER e RIBEIRO, 2008).

Foto 06: Mata Seca nas margens de uma das drenagens da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.



Autora: Régia E. Alves. Trabalho de campo realizado em 18/06/2011.

No que se refere ao Cerradão, esse tipo de fisionomia vegetal é uma formação florestal do bioma Cerrado com características esclerófilas caracterizado por sub-bosque formado por pequenos arbustos e ervas, com poucas gramíneas, cujas espécies são típicas do Cerrado sentido restrito e também por espécies típicas de Mata seca e Mata de Galeria (WALTER e RIBEIRO, 2008). A vegetação de Cerradão (Foto 07) apresenta dossel contínuo, onde a altura varia entre 8m a 15m com cobertura arbórea pode varia de 50% a 90%, sendo mais densa na estação chuvosa e menos densa na estação seca.

Foto 07: Cerradão presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.



Autora: Régia E. Alves. Trabalho de campo realizado em 18/06/2011.

Formações savânicas

Para Walter e Ribeiro (2008), as formações savânicas do Cerrado abrangem quatro tipos fitofisionômicos: o Cerrado sentido restrito, o Parque de Cerrado, o Palmeiral e a Vereda. Dentre esses tipos fitofisionômicos, na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada o mais comum de ser encontrado é o Cerrado sentido restrito, embora exista uma pequena área localizada a médio curso da bacia.

O Cerrado sentido restrito (Foto 08) é caracterizado pela presença de estratos arbóreo e arbutivo herbáceo definidos, com árvores distribuídas aleatoriamente em diferentes densidades. As árvores são de porte baixo, com o dossel inclinado e tortuoso, com ramificações irregulares e retorcidas, e em geral evidenciadas por queimadas. Isso devido á algumas espécies de arbustos e subarbustos desse tipo fitofisionômico possuírem sistemas subterrâneos perenes que possibilita a rebrota após a queima ou o corte (WALTER e RIBEIRO, 2008). Em geral os troncos dessas espécies apresentam cascas com cortiça espessa, e as folhas são rígidas e coriáceas. Tais características favorecem a adaptação as condições de seca (xeromorfismo).

Foto 08: Cerrado sentido restrito presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.



Autora: Régia E. Alves. Trabalho de campo realizado em 18/06/2011.

O Parque de Cerrado é uma formação savânica, a qual se caracteriza pela presença de árvores agrupadas em terrenos um pouco mais elevados, onde algumas vezes quase não são perceptíveis, porém outras apresentam com bastante destaque sendo essas conhecidas como “murundus” ou “monchões”. Geralmente, as árvores desse tipo fitofisionômico possuem altura em média de 3m a 6m com cobertura arbórea de 5% a 20% onde ocorrem agrupamentos arbóreos e depressões (WALTER e RIBEIRO, 2008).

A formação savânica Palmeiral é caracterizada por apresentar uma única espécie de Palmeira arbórea, onde não é muito comum a ocorrência de árvores entre as palmeiras. Todavia, no bioma Cerrado é possível encontrar quatro subtipos mais comuns de Palmeiras, as quais se diferenciam em estrutura de acordo com a espécie dominante (WALTER e RIBEIRO, 2008). Embora um dos subtipos de Palmeiras do Cerrado ocorra em terrenos mal drenados, em geral a maioria dos subtipos é encontrada em terrenos bem drenados.

A Vereda se caracteriza por apresentar fitofisionomia com palmeira arbórea em meio à agrupamentos mais ou menos densos de espécies arbutivo-herbácea, cujo local de ocorrência comumente circundados por campos típicos geralmente úmidos. A florística da Vereda pode variar muito, porém, se destaca a presença marcante de buritis, os quais a altura varia de 12m a 15m.

Formações campestres

Esse tipo de fitofisionomia do Cerrado abrange três tipos como o Campo Sujo, o Campo Limpo e o Campo Rupestre. O Campo Sujo é caracterizado pela presença de arbustos e subarbustos espalhados entre o estrato arbustivo-herbáceo. Geralmente as espécies de plantas dessa fitofisionomia são constituídas por indivíduos menos desenvolvidos em relação às espécies arbóreas do Cerrado sentido restrito (WALTER e RIBEIRO, 2008).

No que se refere ao Campo Limpo, essa fitofisionomia é predominantemente herbácea, apresentando raros arbustos e ausência completa de árvores. O Campo Limpo ocorrem em posições topográficas e condições de umidade distintas, mas sua ocorrência é mais frequente em encostas, chapadas e olho d'água, circundando Veredas e na borda de Matas de Galeria.

Já o Campo Rupestre é um tipo fitofisionômico do Cerrado onde se predomina espécies herbáceo-arbutivo, com eventual presença de arvoretas pouco desenvolvidas, cuja altura atinge até 2m. O Campo Rupestre abrange um complexo de vegetação que engloba paisagens em micro-relevos com espécies típicas, onde ocorrem em trechos de afloramentos rochosos com altitudes quase sempre acima de 900m, porém eventualmente a partir de 700m.

3.2 Procedimentos metodológicos

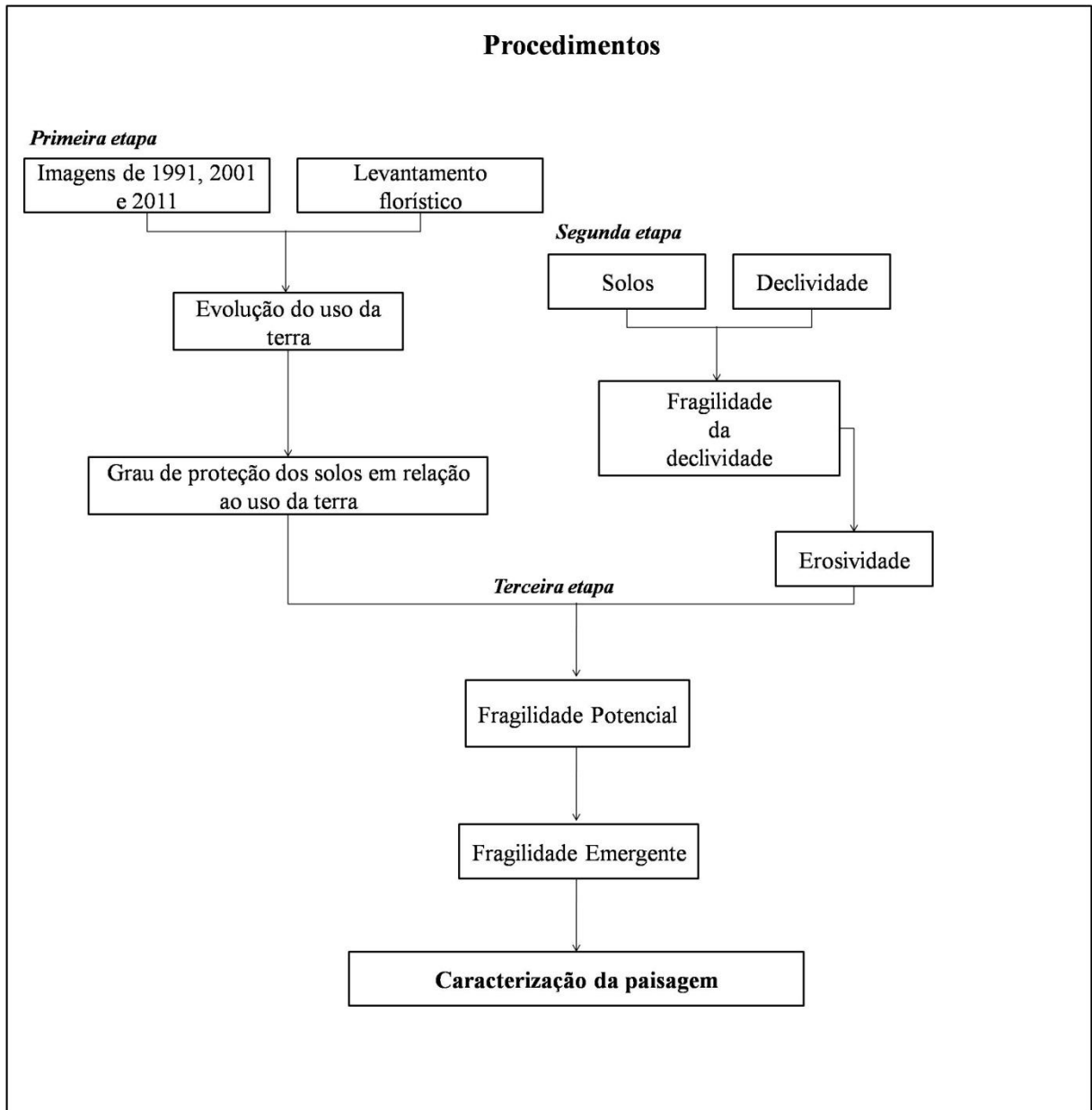
Existem conhecidas metodologias para se realizar avaliação da fragilidade ambiental, a saber: o método proposto por Tricart (1977), por Ross (1994) uma baseada nos índice de dissecação e outra baseado na declividade, e Crepani et al. (1996). Os métodos desenvolvidos por estes autores foram aplicados nas pesquisas de Spöl (2001), Souza (2005), Silva (2008) e Cabral et al. (2011) dentre outros, apresentado resultados satisfatório para análise de fragilidade ambiental.

Para alcançar os objetivos propostos, dentre as metodologias apresentadas, a proposta de Ross (1994) baseada em classes de declividade foi a mais adequada, considerando que já foram desenvolvidos outros estudos na região (SILVA, 2008; CABRAL et al., 2011) utilizando essa metodologia. Esse modelo consiste em analisar a fragilidade ambiental, a qual é realizada a partir de dados gerados por produtos cartográficos, tais como mapas de uso da terra, solos, declividade e erosividade.

Para este trabalho, foram utilizadas bases de imagens e cartas topográficas correspondentes ao quadrante SE22-vd e SE22-yb, obtidas nos seguintes sites: INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), SIEG (Sistema Estadual de Estatísticas de Informações Geográficas) e NASA (National Aeronautics and Space Administration). Assim,

para a caracterização da paisagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, ao longo do desenvolvimento deste estudo, foram realizados os seguintes procedimentos (Figura 02):

Figura 02: Fluxograma da sequência dos procedimentos.



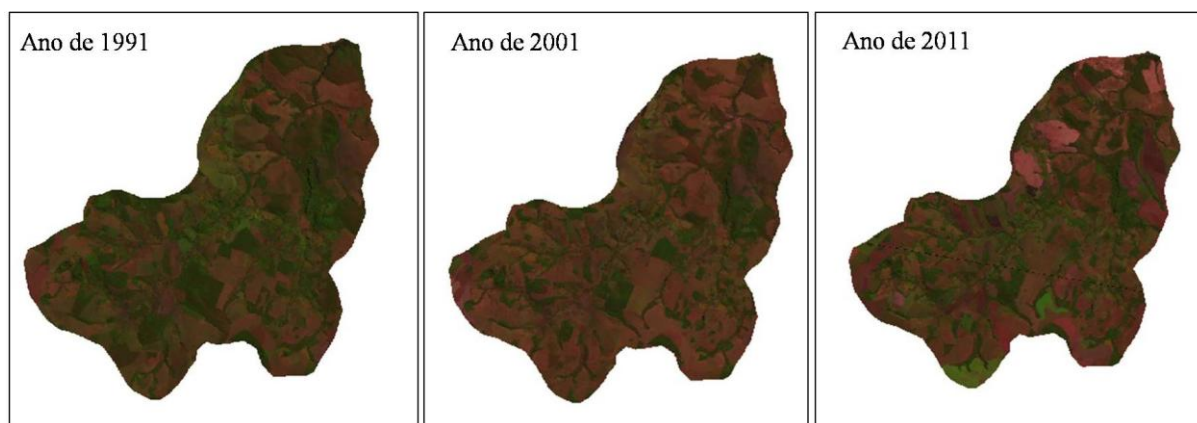
3.2.1 PRIMEIRA ETAPA: Uso da terra

3.2.1.1 Evolução do uso da terra entre os períodos de 1991, 2001 e 2011

Os mapas de uso da terra foram elaborados visando compreender o espaço antropizado na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, bem como, analisar a proteção dos solos pela cobertura vegetal, onde os tipos de uso são correlacionados com os graus de proteção proposto por Ross (1994). Sendo importante ressaltar que o desenvolvimento dessa

variável foi possível a partir do uso de sensoriamento remoto com o auxílio dos softwares Spring 5.1.6 e ArcGis 9.3. Através de mapeamento foi realizada uma evolução de uso da terra em um período de vinte anos onde se avaliou a Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada a cada 10 anos, correspondente aos anos de 1991, 2001 e 2011 (Figura 03), o que possibilitou observar a dinâmica do uso da terra nesse período.

Figura 03: Imagens de satélites mostrando a evolução do uso da terra na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO, entre os anos de 1991, 2001 e 2011.



Fonte: INPE, 2011. Imagens TM Landsat 5 (5R4G3B).

Para a produção dos mapas temáticos de uso da terra foram utilizadas as seguintes imagens: Landsat 5-TM de 1991 órbita 223 / ponto72; Landsat 5-TM de 1991 órbita 223 / ponto73; Landsat 5-TM de 2001; Landsat 5-TM de 2011 órbita 223 / ponto72 e Landsat 5-TM de 2011 órbita 223 / ponto73. Com o auxílio de software Spring 5.1.6 essas imagens foram tratadas e georreferenciadas individualmente. Em seguida foi feita combinações das bandas, visando apresentar um colorido que possibilitasse a visualização das formas de uso, onde foi selecionado a composição colorida RGB com as bandas 5, 4 e 3 do TM, as quais, a banda 5 no canal vermelho-R, banda 4 no canal verde-G e banda 5 no canal azul-B. Logo após, foi realizada a classificação temática das imagens, onde foram atribuídas as classes de uso.

Em função da necessidade de correção dos polígonos multispectrais na finalização dos mapas, optou-se por classificação digital supervisionada. Assim, primeiramente foram coletadas amostras de treinamento identificando na imagem Landsat 5 - TM, as áreas representativas de cada classe. Desse modo, nesse processo o programa classificou os pixels assimilando e delimitando por polígonos as áreas amostrais correspondentes as classes de uso, resultando no mapa de uso da terra.

Todavia, devido à ocorrência de homogeneização de alguns polígonos entre classes de uso distintas foi necessária uma realização de pós-classificação no modo vetorial dos mapas. Cada classe de uso foi corrigida e em seguida os mapas foram exportados para o software ArcGis 9.3 para finalização, resultando em três mapas de uso da terra na escala de 1:85.000.

Após o mapeamento de uso da terra, os tipos de vegetação foram identificados visualmente, analisando as seguintes variáveis: flora local, presença e altura dos estratos, altura e proximidade dos indivíduos e altura do dossel. Foram definidas parcelas de 100m² para cada tipo de vegetação e amostras das plantas foram coletadas, herborizadas, numeradas e depositadas no Herbário Jataiense Professor Germano Guarim Neto (HJ). Os táxons foram identificados através de comparação com exsicatas depositadas no HJ, por taxonomista, de acordo com Souza e Lorenzi (2008).

3.2.1.2 Grau de proteção aos solos em relação ao uso da terra

Em estudos sobre fragilidade ambiental é importante considerar o grau de proteção aos solos em que cada tipo de uso da terra representa. Desse modo, visando à elaboração do mapa de Fragilidade Potencial, para cada tipo de uso da terra foram atribuídas classes hierárquicas de grau de proteção aos solos (Tabela 01), obedecendo a uma ordem decrescente conforme a metodologia de Ross (1994), a qual varia de muito alta à muito baixa ou nula. Posteriormente elaborou-se um mapa de grau de proteção visando avaliar a capacidade de proteção em que se encontram os solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada.

Tabela 01: Grau de proteção aos solos com base nos tipos de uso da terra na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO no ano de 2011.

| Grau de Proteção | Tipos de uso da terra | Dígito |
|-------------------------|------------------------------|---------------|
| Muito alta | Matas | 1 |
| Alta | Cerrado e Cerradão | 2 |
| Média | Pastagem | 3 |
| Baixa | Cultura | 4 |
| Muito baixa ou nula | Solo descoberto | 5 |

Adaptado de Ross (1994)

3.2.2 SEGUNDA ETAPA: elaboração, cruzamento e análises dos mapas; coleta e análise do solo

3.2.2.1 Informações sobre os solos

Devido a escala de mapeamento ser de 1: 250.000, desenvolvida pelo SIEG (2008), o mapa dessa base cartográfica não apresenta a classe de solo Neossolos Quartzarênicos, presentes à jusante da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, considerando que o nível de detalhamento para solos, nesta escala, é baixo. Neste contexto, foi necessária a realização de uma nova classificação desses solos, onde a partir de levantamento de campo com amostragens e a utilização de um aparelho de GPS (Global Positioning System) foi possível identificar, delimitar e mapear a área de abrangência mais representativa dessa classe de solo com melhor detalhamento numa escala de 1: 85.000, resultando no mapa de solos atualizado da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada.

Além do mapeamento das classes de solos, também foram avaliadas as características dos atributos químicos e físicos dos solos da bacia. Para tanto, foram realizadas coletas aleatórias de amostras deformadas e indeformadas em Neossolos Quartzarênicos sob pastagem degradada, Neossolos Quartzarênicos sob Cerradão, Latossolos Vermelhos, Latossolos Vermelho-Amarelos e Argissolos Vermelhos, sendo estes últimos sob pastagem. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Solo da UFG/CAJ, onde foram feitas análises dos atributos químicos (avaliação da fertilidade dos solos) e físicos (avaliação da textura indicando a porcentagem de silte, argila e areia) de acordo com a EMBRAPA (1997). Dentre as análises físicas, também foi avaliada a porosidade e a densidade aparente desses solos através de amostras indeformadas em profundidades de 0 -5 cm, 5 - 10 cm, 10 - 15 cm e 15 - 20 cm considerando macro, micro e porosidade total baseando-se na metodologia de Kiehl (1979). Os resultados da análise dos atributos químicos foram especializados utilizando o software SURFER 8.

A avaliação de amostras de Neossolos Quartzarênicos em duas áreas diferentes, uma sob pastagem degradada e outra sob Cerradão, foi devida a presença de diferentes tipos de degradação nessa classe de solo sob pastagem, que se localiza ao lado de uma área de Cerradão. Sendo assim, tal avaliação objetivou-se observar quais fatores que ocasionam a degradação.

Em mapeamento de fragilidade de ambiental a partir dos índices de declividade, são utilizadas as informações de solos, cuja fragilidade dos mesmos é classificada conforme as características dos solos, segundo a metodologia do Ross (1994), que varia de muito baixa à muito forte. Cada uma dessas classes receberam um dígito que variam de 1 à 5 de acordo com

as classes de fragilidade, como por exemplo: muito baixa (1), baixa (2), média (3), forte (4) e muito forte (5). No entanto, para a Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada foram definidas quatro classes de fragilidade, as quais estão apresentadas na Tabela 02.

Tabela 02: Níveis hierárquicos de classes de fragilidade dos solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, de acordo com proposta de Ross (1994).

| Classes de fragilidade | Classes de solos | Dígito |
|-------------------------------|--|---------------|
| Baixa | Latosolos Vermelhos distróficos | 2 |
| Média | Latosolos Vermelho-Amarelos distróficos | 3 |
| Forte | Argissolos vermelhos distróficos | 4 |
| Muito forte | Neossolos Quartzarênicos Órticos típicos | 5 |

Adaptado conforme Ross (1994)

3.2.2.2 Informações referentes à hipsometria e declividade

O mapeamento da hipsometria da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada foi elaborado a partir da utilização de imagens SRTM 30 metros correspondentes as cartas SE-22-VD e SE-22-YB, adquiridas no site da NASA. As imagens foram trabalhadas inicialmente no software Spring 5.1.6, onde foi feito mosaico das imagens e depois a partir do recorte de plano de informação delimitou-se somente a área da bacia

Na categoria modelo de dados no Sftware Spring 5.1.6, foram criadas classes temáticas considerando as altimetrias com isolinhas de 50 em 50m. As altimetrias apresentam cota mínima de 559 e máxima de 859m. Diante disso, foi estabelecido intervalo de 550 a 900 m. Em seguida foi realizado o fatiamento dessas classes altimétricas. A arte final do mapa foi realizada no Software ArcGis 9.3, onde as altimetrias ficaram definidas da seguinte maneira:

550 - 600 metros

600 – 650 metros

650 – 700 metros

700 – 750 metros

750 – 800 metros

800 – 850 metros

850 – 900 metros

Em relação ao mapeamento da declividade, este foi elaborado utilizando as mesmas imagens SRTM 30 correspondentes que foi realizado o mapeamento de

hipsometria. Tais imagens também foram trabalhadas no software Spring 5.1.6, onde no modelo de dados foram atribuídas às seguintes classes temáticas: 0-6; 6-12; 12-20; 20-30 e Acima de 30%. Em seguida fez-se o fatiamento dos intervalos de declividade e a associação das respectivas fatias com cota mínima de 0 e máxima de 30% m. Após esse processo, o mapa foi vetorizado visando a adequação da drenagem à imagem. Depois de realizadas essas adequações na drenagem, o mapa foi exportado em formato de shapefile e finalizado no Software ArcGis 9.3, resultando no mapa de declividade na escala de 1: 85.000.

3.2.2.3 Fragilidade das classes de declividade

Para a elaboração desse mapa, foi realizado o cruzamento entre os mapas de declividade e o de solos através do Software ArcGis 9.3 utilizando a proposta de Ross (1994), onde a partir da equação que envolve a soma de dois códigos, divididos pelo número, resulta no código de fragilidade, como por exemplo: 0-6% de declividade (1) + Latossolos Vermelho-Amarelos (3) = $4 : 2 = 2$ (fragilidade baixa), assim sucessivamente para todas as classes. Seguindo essa equação foi atribuído grau de fragilidade da declividade conforme a Tabela 03.

Tabela 03: Informações das variáveis utilizadas para a elaboração do mapa de fragilidade da declividade da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.

| Classes de declividade | Classes de solos |
|------------------------|--------------------------------------|
| (1) -----0 a 6% | (4)-----Argissolos Vermelhos |
| (2)-----6 a 12 % | (3)-----Latossolos Vermelho-Amarelos |
| (3)-----12 a 20% | (2)-----Latossolos Vermelhos |
| (4)-----20 a 30% | (5)-----Neossolos Quartzarênicos |
| (5)-----Acima de 30% | |

Adaptado de Ross (1994).

3.2.2.4 Mapeamento da erosividade

A chuva é uma importante variável na correlação com os processos erosivos atuantes nos solos. Diante disso, visando avaliar a erosividade da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, porém, em função de atualmente não haver nenhum ponto de coleta de índices de chuva na área de estudo, optou-se por utilizar os dados de erosividade organizados por Assis (1999), a qual realizou um estudo sobre o potencial erosivo para o município de Jataí/GO. O

cálculo de erosividade realizado por Assis (1999) abrange toda a área da Bacia Hidrográfica Ribeirão da Picada.

A erosividade representa a capacidade da chuva em causar erosão em um solo descoberto. Desse modo, foram utilizados os cálculos de erosividade correspondentes apenas para a área da bacia, processados a partir do software Spring 5.1.6, resultando no mapa de erosividade.

Para o cálculo de erosividade, Assis (1999) utilizou o método proposto por Wischmeier e Smith (1978), o qual foi adaptado para as condições do Brasil por Lombardi e Moldenhauer (1977) citado por Bertoni e Lombardi (1999). Esse método de cálculo para erosividade consiste na seguinte equação:

$$EI_{30} = 67,355 (r^2 / P)^{0,85}$$

onde:

EI_{30} = média mensal do índice de erosividade, em MJ. mm/(ha.h);

r = médias mensais de pluviosidade em mm;

P = médias anuais pluviosidade em mm.

Entretanto, para classificar qualitativamente a Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada em relação à produção de sedimentos, os valores quantitativos de erosividade de MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹ para tm mm ha⁻¹ ano⁻¹ foram convertidos de sistema métrico internacional para o sistema métrico decimal, onde os valores em megajoules foram divididos por 9,81.

Sendo feita a adequação das classes de erosividade de acordo com a proposta de Ross (1994), que variam de muito fraca (erosividade abaixo de 250 Ton.m.mm/ha⁻¹.h.ano⁻¹) a muito forte (erosividade acima de 1000 Ton.m.mm/ha.h.ano).

3.2.3 TERCEIRA ETAPA: caracterização da paisagem a partir da fragilidade ambiental

3.2.3.1 Mapeamento da fragilidade potencial

A fragilidade potencial é caracterizada pelo o equilíbrio dinâmico natural entre os elementos do sistema. Nesse sentido, o mapa da fragilidade potencial da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, foi elaborado a partir do cruzamento das informações dos mapas de fragilidade da declividade e de erosividade. Nesse cruzamento foram combinados os dígitos das respectivas classes de fragilidade da declividade e classe da erosividade que para a área de estudo ficou definida como dígito 5, sendo considerado grau muito alto. Assim, todos os dígitos da fragilidade da declividade foram combinados com o dígito da erosividade (Tabela

04), seguindo a equação descrita anteriormente, conforme a metodologia proposta por Ross (1994).

Tabela 04: Informações das variáveis utilizadas para a elaboração do mapa de fragilidade potencial da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.

| Classes da fragilidade da declividade | Classes de erosividade |
|---------------------------------------|------------------------|
| (3)-----Média | (5)-----Muito forte |
| (4)-----Forte | |
| (5)-----Muito forte | |

Adaptado de Ross (1994).

3.2.3.2 Mapeamento da fragilidade emergente

As áreas que correspondem à fragilidade emergente são caracterizadas pelas ações antrópicas, as quais causam desequilíbrio na dinâmica organizacional do ambiente. Nessas perspectivas, o mapa de fragilidade emergente foi elaborado a partir do cruzamento do mapa de fragilidade potencial com o mapa de grau de proteção aos solos em relação ao uso da terra.

No cruzamento dos mapas foram combinados os dígitos das informações conforme respectivas classes de fragilidade. Sendo que todos os dígitos da fragilidade potencial foram combinados com todos os dígitos do grau de proteção (Tabela 05), seguindo a equação de combinação dos dígitos de acordo com a metodologia proposta por Ross (1994).

Tabela 05: Informações das variáveis utilizadas para a elaboração do mapa de Fragilidade Emergente da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.

| Classes de Fragilidade Potencial | Classes de grau de proteção |
|----------------------------------|-----------------------------|
| (4)-----Forte | (1)-----Muito alta |
| (5)-----Muito forte | (2)-----Alta |
| | (3)-----Média |
| | (4)-----Baixa |
| | (5)-----Muito baixa ou nula |

*() Dígitos correspondentes a classe hierárquica de fragilidade / Adaptado de Ross (1994).

3.2.3.3 Caracterização da paisagem

A caracterização da paisagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada foi feita com base nos mapeamentos, principalmente de fragilidades potencial e emergente, porém,

com ênfase no mapeamento da evolução do uso da terra e as observações feitas em campo, visando confrontar tais informações com as obtidas nos mapeamentos.

Desse modo, foi feita a classificação da paisagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada a partir da identificação dos tipos de geossistemas, conforme classificação para tipologia de paisagens proposta por Bertrand (2007). Nessa metodologia, a classificação de paisagem é realizada a partir da identificação dos tipos de os geossistemas conforme sua evolução englobando todos os aspectos da paisagem. Assim, é preciso levar em consideração três elementos: o sistema de evolução, o estágio atingido em relação ao clímax e o sentido geral da dinâmica (progressiva, regressiva e em estabilidade). Esses três elementos foram observados a partir do mapeamento da evolução do uso da terra, o mapa da declividade da bacia, as fragilidades potencial e emergente.

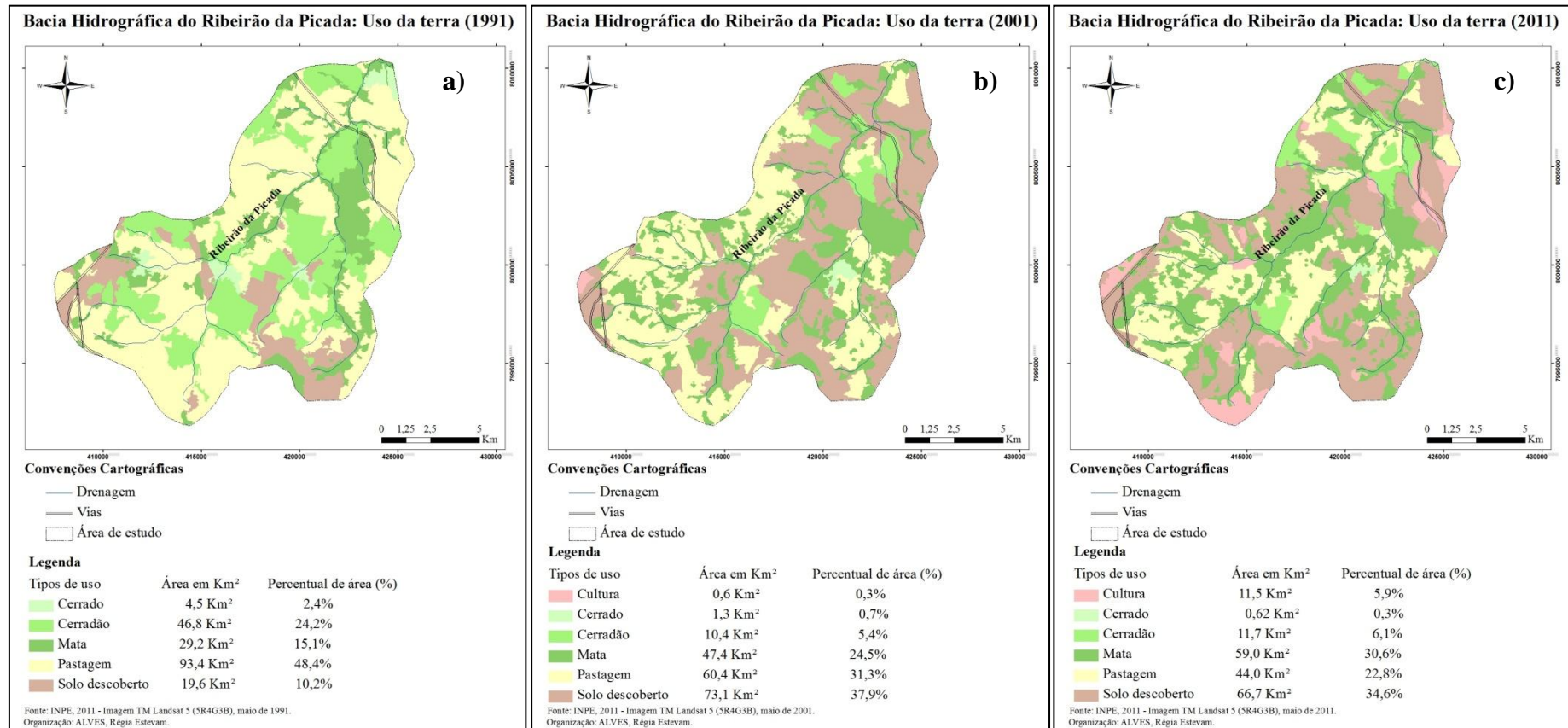
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Evolução do uso da terra nos períodos: 1991, 2001 e 2011

Os mapeamentos sobre uso da terra auxiliam na compreensão dos processos de uso e ocupação de uma determinada área, sobretudo uma bacia hidrográfica, tornando-se de grande relevância para o planejamento territorial. Além de ser também um dos dados fundamentais na execução dos mapas de fragilidade ambiental, os quais ajudam na indicação da capacidade de uso da terra. Nesta perspectiva, o mapeamento do uso da terra da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada em um período de vinte anos, juntamente com o levantamento florístico atual, possibilitou observar a evolução do uso da bacia. O mapeamento da evolução do uso da terra da bacia foi dividido em três momentos: 1991 (Mapa 05a), 2001 (Mapa 05b) e 2011 (Mapa 05c).

Evidentemente a vegetação original da bacia era constituída por espécies do bioma Cerrado, porém nas últimas décadas foram substituídas por pastagem e atualmente agricultura. Ultimamente, restam poucos resquícios da vegetação típica do bioma Cerrado, como por exemplo, Cerrado senso restrito, Cerradão, Mata Seca, Mata de Galeria e Mata Ciliar, sendo as matas o tipo fitofisionômico de maior predominância nessa bacia. Mas, é importante ressaltar que devido à difícil distinção entre os tipos fitofisionômicos do bioma Cerrado em imagens de satélites, a demanda de exaustivos trabalhos de campo e de laboratório, no mapeamento de evolução do uso da terra, as fitofisionomias do Cerrado foram divididas em três grupos: Cerrado, Cerradão e Mata.

Mapas 05a; b; c: Uso da terra na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO nos anos de 1991, 2001 e 2011.



O mapeamento permitiu observar que no ano de 1991 (Mapa 05a), a vegetal original da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada já havia sido desmatada devido às atividades agropecuárias. Verificou-se que em 1991, a pastagem era a classe de uso com maior representatividade apresentando 48,4% da área total da bacia. Todavia, reduzindo-se aos poucos para 31,3% no ano de 2001 (Mapa 05b), e atualmente representa 22,8% (Mapa 05c e Foto 09). Durante anos houve intensa atividade de pecuária, sem rotatividade de pastagens em algumas áreas que hoje se apresentam degradadas, aparecendo no mapa como solo descoberto. Mas, outras áreas de pastagens foram abandonadas, o que possibilitou a regeneração da vegetação.

Foto 09: Pastagem a montante da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.



Autora: Régia E. Alves. Trabalhos de campo realizados em 18/02/2011 e 07/07/2011.

No que se refere à agricultura, para o ano de 1991 (Mapa 05a), verifica-se que não havia atividade agrícola na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, mas como pode ser observada no Mapa 05a, no ano de 2001, a montante da bacia já apresentava uma pequena área, a qual correspondia somente 0,3%. Nos últimos anos esse percentual aumentou, sendo que no ano de 2011 (Mapa 05c) observa-se 5,9% de áreas de agricultura. Essas áreas de agricultura são distribuídas ao longo da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, onde o tipo de culturas cultivadas são basicamente lavouras de soja, sorgo e milho (Foto 10).

Foto 10: Colheita em lavoura de milho na montante da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.



Autora: Régia E. Alves. Trabalho de campo realizado em 07/07/2011.

Outro fator importante a ser analisado, é a quantidade de áreas com solo descoberto que em 1991 (Mapa 05a) apresentava o percentual de 10,2%. Todavia, a partir do Mapa 05b verifica-se que a quantidade de áreas com solo descoberto mais que dobrou, pois no ano de 2001 eram 37,9%. No ano de 2011 (Mapa 05c), houve uma redução dessas áreas com solo descoberto (Foto 11), já que no mapeamento do ano de 2011 apresenta 34,6%.

Foto 11: Área com solo descoberto à jusante da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.



Autora: Régia E. Alves. Trabalho de campo realizado em 18/02/2011.

Em relação à cobertura vegetal referente às áreas de Mata, Cerrado e Cerradão, é possível observar que no ano de 1991 (Mapa 05a) restavam poucos fragmentos do bioma Cerrado, o qual correspondia apenas 2,4% da área total da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, e se distribuía em áreas na montante, no médio curso e na jusante dessa bacia. Como mostra o Mapa 05b, em 2001, a vegetação de Cerrado havia reduzido bastante se restringindo a 0,7%. Mas, conforme o Mapa 05c verifica-se que a área de Cerrado reduziu ainda mais no ano de 2011, restando apenas de 0,3%.

Na área de Cerrado que ainda resta na Bacia do Ribeirão da Picada, foi possível identificar, a partir do levantamento florístico, espécies de plantas caracterizadas por árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, quais sejam: *Marmelada do Cerrado (Alibertia edulis)* (Foto 12), Faveiro (*Dimorphandra mollis*), Angico do Cerrado (*Anadenanthera falcata*), Mama Cadela (*Brosimum gaudichaudii*), Araticum do Cerrado (*Annona crassiflora*), Pequi (*Caryocar brasiliense*), Angapita (*Sclerolobium paniculatum*), Ypê Amarelo (*Tabebuia chrysotricha*), Orelha de Judeu (*Peixotoa goiana*), Muricizinho (*Byrsonima coccolobifolia*), Lixeirinha do Cerrado (*Davilla elliptica*), Jatobá do cerrado (*Hymenaea stigonocarpa*) e outras.

Foto 12: Marmelada do Cerrado (*Alibertia edulis*), espécie típica da fitofisionomia Cerrado senso restrito na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.



Autora: Régia E. Alves. Trabalho de campo realizado em 18/06/2011.

Nas áreas com fitofisionomia Cerradão, observa-se que no ano 1991 (Mapa 05a), correspondiam a 24,2%, dentre as quais foram reduzidas drasticamente para 5,4% em 2001 (Mapa 05b). Em contrapartida, nesses últimos anos houve um pequeno aumento dessas áreas de Cerradão, pois no ano de 2011 (Mapa 05c) observou-se percentual de 6,1 %.

Nessas áreas de Cerradão na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, foi possível verificar algumas espécies de plantas, como por exemplo: Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), Boca Boa (*Buchenavia tomentosa*), Canela Miúda (*Aiouea trinervis*), Carne de Vaca (*Roupala Montana*) (Foto 13), Curriola (*Pouteria ramiflora*), Jenipapo Bravo (*Tocoynea brasiliensis*), Monjoleiro (*Acacia polyphylla*), Douradinha (*Palicourea coriácea*), Jacaranda (*Machaerium acutifolium*), Pau-de-sobre (*Emmotum nitens*), Chá de Frade (*Casearia sylvestris*), Coração Negro (*Peltogyne confertiflora*), Bromélia (*Ananas ananassoides*) e outras.

Foto 13: Carne de Vaca (*Roupala Montana*), espécie típica da fitofisionomia Cerradão na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.



Autora: Régia E. Alves. Trabalho de campo realizado em 18/06/2011.

Em relação às áreas com matas, em 1991 (Mapa 05a) representavam 15,1%, aumentando para 24,5% em 2001 (Mapa 05b). Entretanto, observa-se que nos próximos anos esse percentual de áreas com matas continuou aumentando, pois como mostra o Mapa 05c, o ano de 2011 apresenta 30,6% de matas. Tais áreas estão distribuídas ao longo da bacia, tanto em áreas nas margens de cursos d'água, as quais são denominadas de mata ciliar, quanto em outras áreas mais distantes como, por exemplo, a mata seca.

Diante disso, a partir do levantamento florístico na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, foi possível observar nas matas secas e ciliares algumas espécies como a Siparuna (*Siparuna guianensis*), Figueirinha (*Ficus* sp.), Congonha-do-gentio (*Rudgea viburnoides*), Cinco Folhas (*Serjania lethalis*) (Foto 14), Sangra d'agua (*Croton urucurana*), Pau-de-sobre (*Emmotum nitens*), Ucuúba-do-cerrado (*Virola sebifera*), Falso-novateiro (*Coccoloba mollis*), Pau Terra da Folha Grande (*Qualea grandiflora*), Pau-d'óleo da Mata (*Copaifera langsdorffii*), dentre outras.

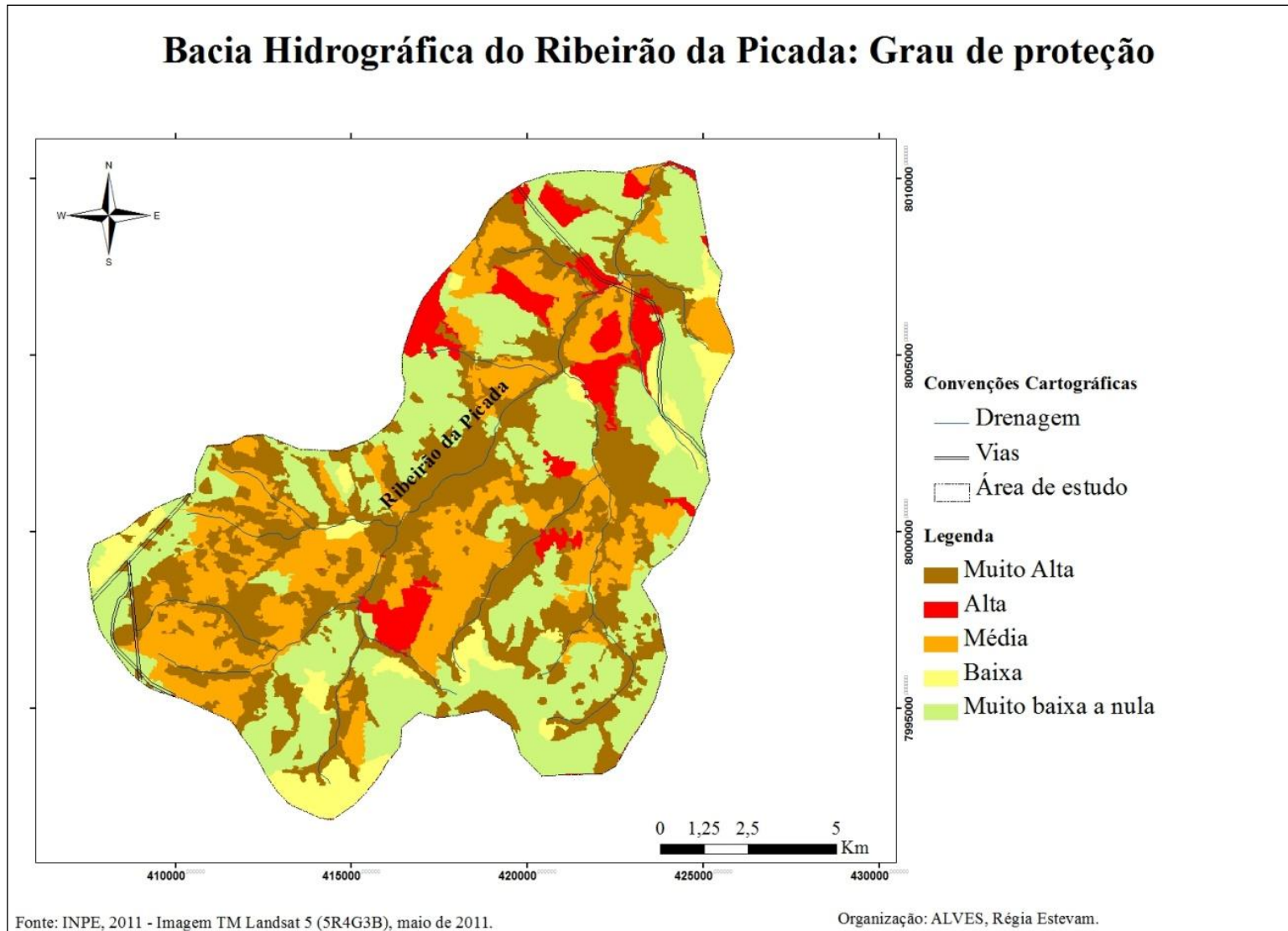
Foto 14: Cinco Folhas (*Serjania lethalis*), espécie típica de Mata Seca na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.



Autora: Régia E. Alves. Trabalho de campo realizado em 18/06/2011.

Em relação ao grau de proteção aos solos que cada tipo de uso da terra representa para aos solos, os resultados mostraram que as áreas da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada (Mapa 06) onde o grau de proteção dos solos é considerado muito alto, coincidem com as áreas de Mata, cujos tipos de solos são os Latossolos, Neossolos e Argissolos. No entanto, nas áreas onde o solo encontra-se descoberto, seja por arado, pastagem degradada ou estradas, o grau de proteção é considerado nulo, cujos tipos de solos correspondem a todas as classes existentes nessa bacia.

Mapa 06: Grau de proteção aos solos em relação aos tipos de uso da terra na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO no ano de 2011.



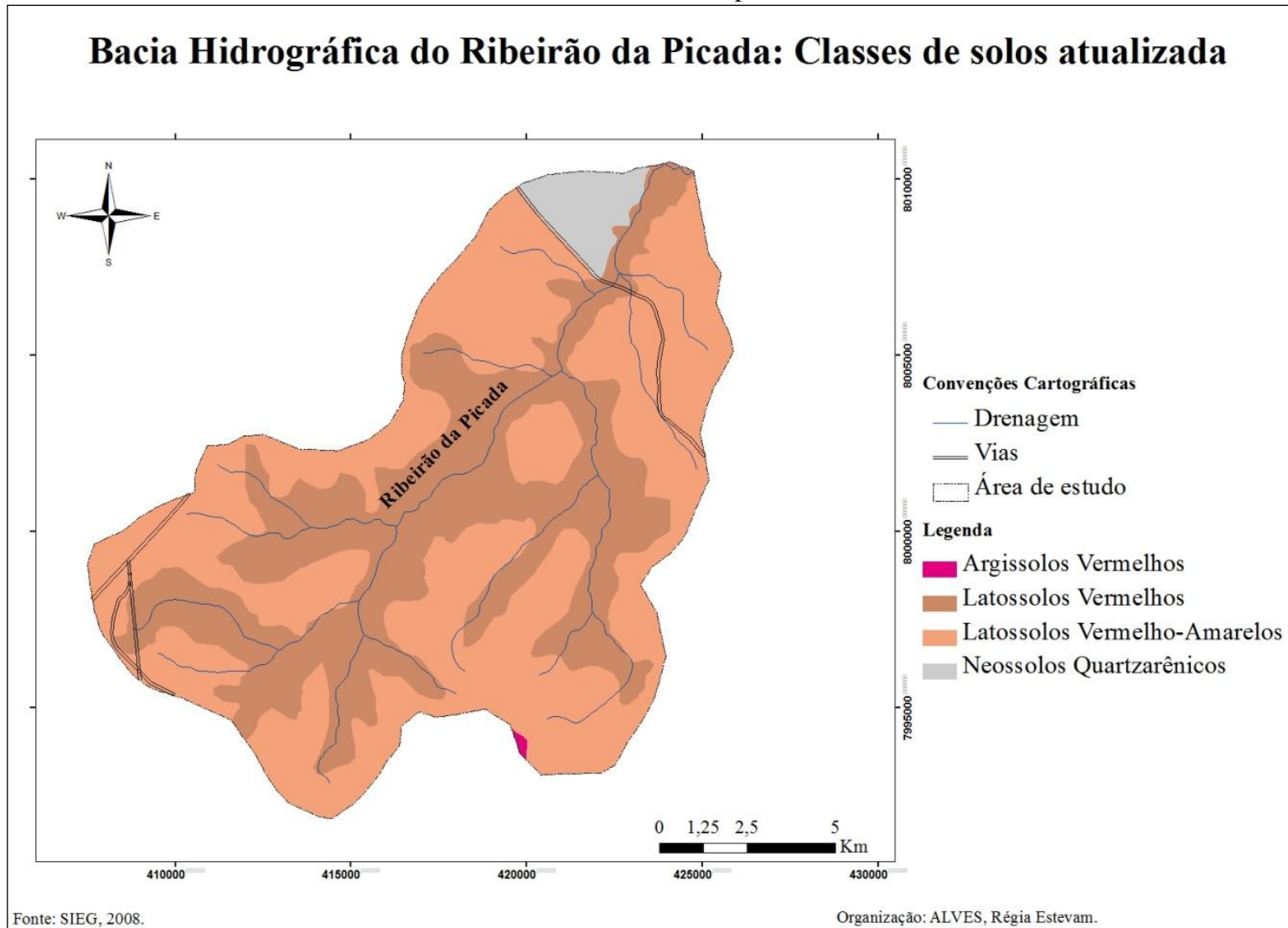
4.2 Análises dos solos da bacia

Para a caracterização da paisagem com base na fragilidade ambiental de uma bacia, são necessários dados cartográficos como, uso da terra, informações sobre os solos, grau de proteção aos solos, declividade, hipsometria e erosividade.

4.2.1 As classes de solos

Durante a aquisição dos dados cartográficos para a elaboração da fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, verificou-se que os dados sobre os solos dessa bacia não correspondia com a realidade. Diante disso a partir de levantamentos de campo foi possível atualizar esses dados, incluindo uma classe de Neossolos. No entanto, é preciso esclarecer que, no mapa de solo a delimitação da área de abrangência foi somente na área mais representativa dessa classe de solo, sendo possível a existência de manchas pequenas em outras áreas da bacia. Neste sentido, as classes de solos dessa bacia são os Latossolos Vermelho-Amarelos, Latossolos Vermelhos, Argissolos Vermelhos e os Neossolos Quartzarênicos (Mapa 07).

Mapa 07: Classes de solos atualizada da Bacia do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.



4.2.2 Atributos químicos dos solos

De acordo com Oliveira et al. (2005), as características nutricionais do solo é um importante fator no desenvolvimento das plantas e dos microorganismos que ajudam nas transformações para melhorar as condições do solo. Desse modo, a avaliação das características dos atributos químicos e físicos do solo se faz importante, como por exemplo, os teores de pH que é um indicador não só de acidez, mas também mostra a disponibilidade de outros elementos como Ca (Cálcio), Mg (Magnésio), P (Fósforo) e MO (matéria orgânica).

Um solo sem problemas relacionado ao crescimento das plantas apresenta teor de pH (Potencial hidrogeniônico) entre 5,8 e 7,5, pois abaixo de 5,0 haverá deficiência dos elementos citados acima ou toxidez de Al (Alumínio), Mn (Manganês), Zn (Zinco) e outros metais pesados. No entanto, quando o pH apresenta teores acima de 8,0 sugere a presença de carbonato de cálcio ou magnésio livres e baixas disponibilidades dos elementos como P, Mn e Cu (Cobre), o que não é ideal para o desenvolvimento das plantas (OLIVEIRA et al., 2005).

Do ponto de vista de nutrientes, as análises indicaram que os solos dessa bacia apresentam teores abaixo da quantidade mínima exigida para o pleno desenvolvimento vegetal, não permitindo assim uma recuperação adequada das plantas que poderiam ocupar esses solos. Observou-se, que os valores encontrados na superfície são sempre mais elevados, devido, principalmente, ao acúmulo de matéria orgânica (serrapilheira) pelos processos de mineralização que disponibilizam os nutrientes de seus compostos orgânicos para os solos (reciclagem natural).

Notou-se que os solos avaliados não apresentam teores mínimos para proporcionar a produção adequada de biomassa capaz de suportar a utilização das áreas para a produção de alimentos ou forragens. Assim, é de se esperar áreas com níveis de fertilidade inferiores ao nível crítico para as diferentes culturas seja inviabilizada. Entretanto, é importante ressaltar que o aumento dos valores de H + Al (Alumínio trocável) na área de ocorrência dos Argissolos Vermelhos distróficos demonstra diminuição da acidez em relação ao restante da bacia, porém, isso está relacionado com a ocorrência desse tipo solo em área de atividade antrópica com uso de corretivos como calcário e fertilizantes.

Potencial hidrogeniônico (pH)

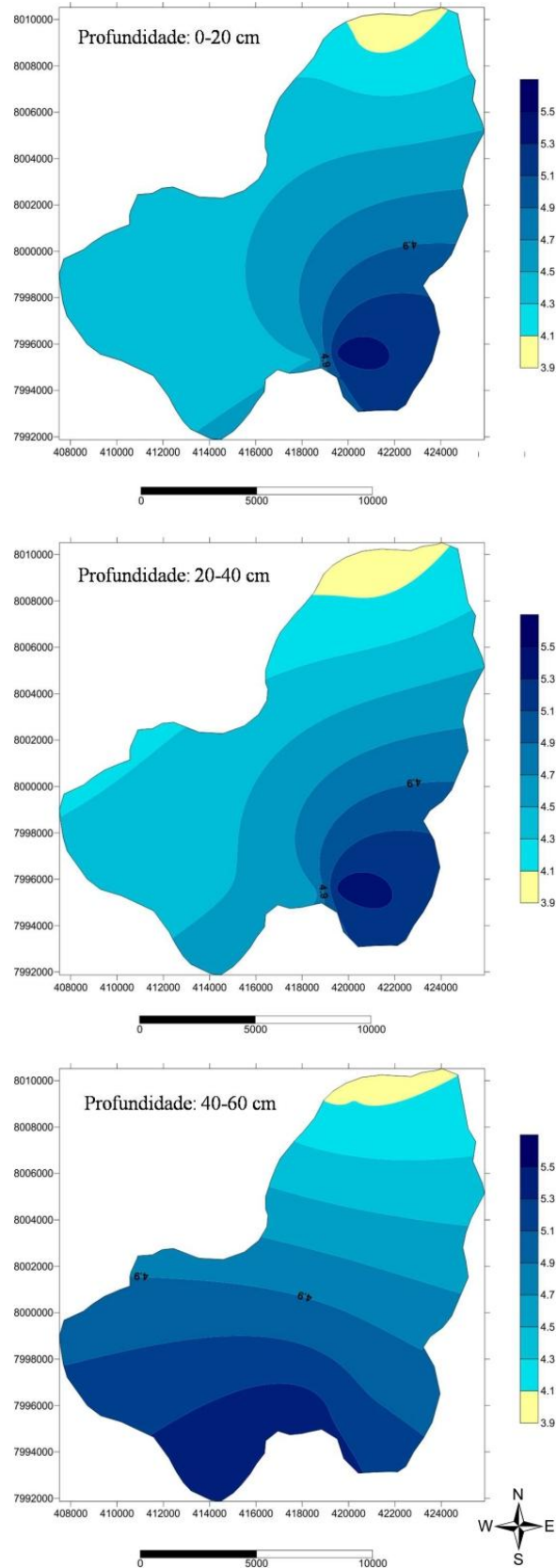
O Potencial hidrogeniônico (pH) do solo está relacionado ao aumento da produtividade, sendo assim, solos muito ácidos possuem baixa fertilidade. As análises realizadas indicaram que nos solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada esse elemento não sofre variação entre as áreas, sendo que esses valores correlacionados com a

quantidade de Alumínio (Al) que variaram 0,47 à 1,58 Cmolc/dm^{-3} confirma acidez muito elevada, reflexo dos processos de formação, bem como do uso do solo.

Na Figura 04, são apresentados os valores de pH observados nas análises e espacializadas na área da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada. Em geral solos dessa bacia apresentam valores de pH muitos baixos ao recomendado para um bom desenvolvimento de plantas. Tais valores de pH variam entre 3,9 nos Neossolos Quartzarênicos sob Cerradão nas três profundidades, a 5,5 nos Latossolos Vermelho-Amarelos sob pastagem na profundidade de 40-60 cm. Em outra área de Neossolos Quartzarênicos, porém sob pastagem, também se verificou valores baixos, sendo esses em torno de 4,1. Isso mostra que em geral os solos da bacia são extremamente ácidos indicando a necessidade de correção do pH para a disponibilização de nutrientes necessários para a maioria das plantas.

Esse fato deixa claro que para a recuperação desses solos no que concerne a ocupação do mesmo com vegetação, exige que se utilize de técnicas de correção do solo ou que se cultivem plantas adaptadas às características químicas desse solo.

Figura 04: Espacialização do pH (Potencial hidrogeniônico) Cmol/dm^{-3} em diferentes profundidades: 0-20, 20-40 e 40-60 das classes de solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.



Alumínio (Al)

O alumínio, também pode ser encontrado preso às partículas do solo. À medida que aumenta a acidez do solo, essas partículas de alumínio desprendem-se e misturam-se com a solução de solo provocando reações químicas quando em contato com a água. Assim, quanto mais ácido for o solo, maior o teor de alumínio no solo. Sendo importante ressaltar que o alumínio no solo é considerado tóxico para as plantas (OLIVEIRA et al., 2005). Para Lopes e Guilherme (2004) a quantidade de alumínio no solo deve ser acima de 1 cmolc/dm³.

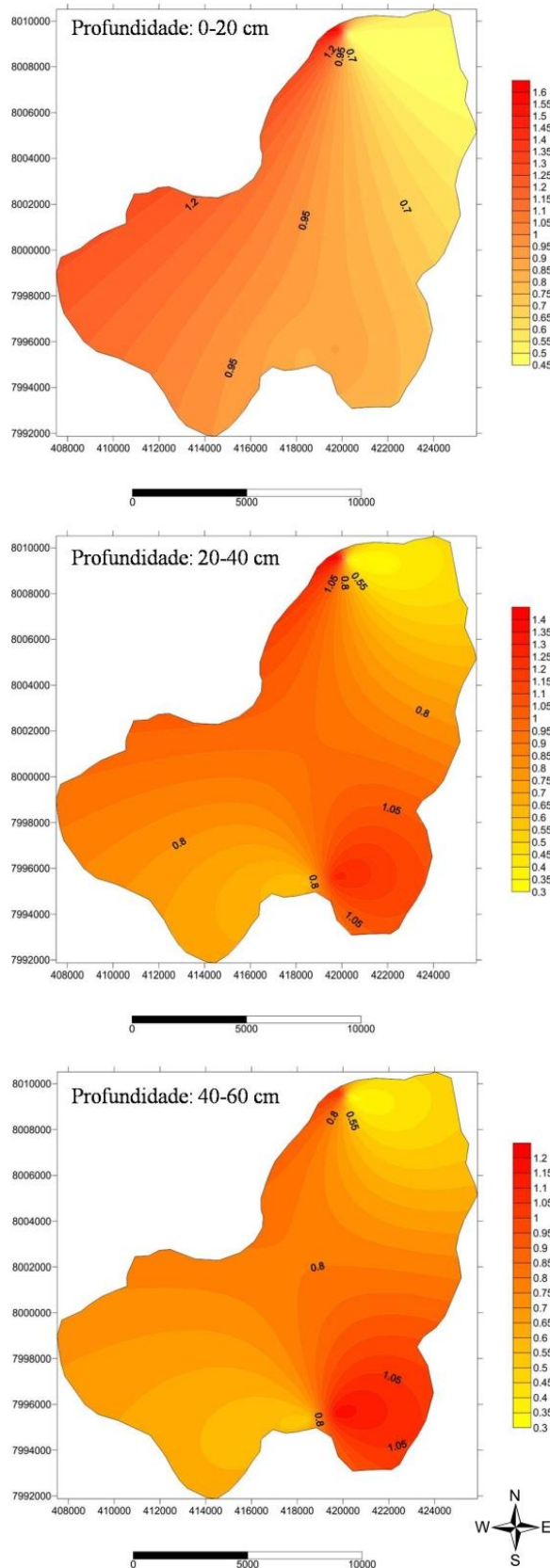
Nas análises do teor de Alumínio nos solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, foram encontrados índices considerados altos convergindo com os níveis de pH encontrados que indicaram acidez alta (Figura 05). Os teores mais altos de alumínio foram encontrados nas classes de solos Latossolos e Argissolos dessa bacia. Isto significa que tais classes de solos contêm acidez trocável, pois apresenta toxidez de alumínio.

Nos Latossolos Vermelhos observou-se que os teores de alumínio variam entre 1,58 cmolc/dm³ na profundidade de 0-20 cm, e 1,05 cmolc/dm³ na profundidade de 40-60 cm. No entanto, nos Latossolos Vermelho-Amarelos observaram-se índices um pouco menos elevados, variando de 0,83 cmolc/dm³ na profundidade de 0-20 cm a 0,53 cmolc/dm³ na profundidade de 40-60. Os teores de alumínio nos Argissolos Vermelhos não se diferenciam muito dos valores encontrados nos Latossolos. Nesses Argissolos verificou-se teores de alumínio em torno de 0,91 cmolc/dm³ na profundidade de 0-20 cm à 1,19 cmolc/dm³ na profundidade de 40-60 cm.

Nos Neossolos Quartzarênicos sob pastagem, observou-se que os teores de alumínio que variam entre 0,47 cmolc/dm³ na profundidade de 0-20 cm, e 0,37 cmolc/dm³ na profundidade de 40-60 cm. Os Neossolos Quartzarênicos avaliados sob Cerradão também apresentaram quantidades altas de teores de alumínio, variando de 0,53 cmolc/dm³ na profundidade de 0-20 cm, e 0,37 cmolc/dm³ na profundidade de 40-60 cm.

Nota-se assim, que esses valores exigem, para que se tenha um desenvolvimento vegetal adequado, de uma correção prévia, uma vez que o Al é tóxico para o desenvolvimento do sistema radicular, o que para um solo com baixa retenção de água pode induzir a déficit hídrico frequente para as plantas, o que pode inviabilizar a produção vegetal nessas áreas, bem como impedir a ocupação e proteção dos solos pela cobertura vegetal.

Figura 05: Espacialização do Alumínio (Al) cmol/dm^3 em diferentes profundidades: 0-20, 20-40 e 40-60 das classes de solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.



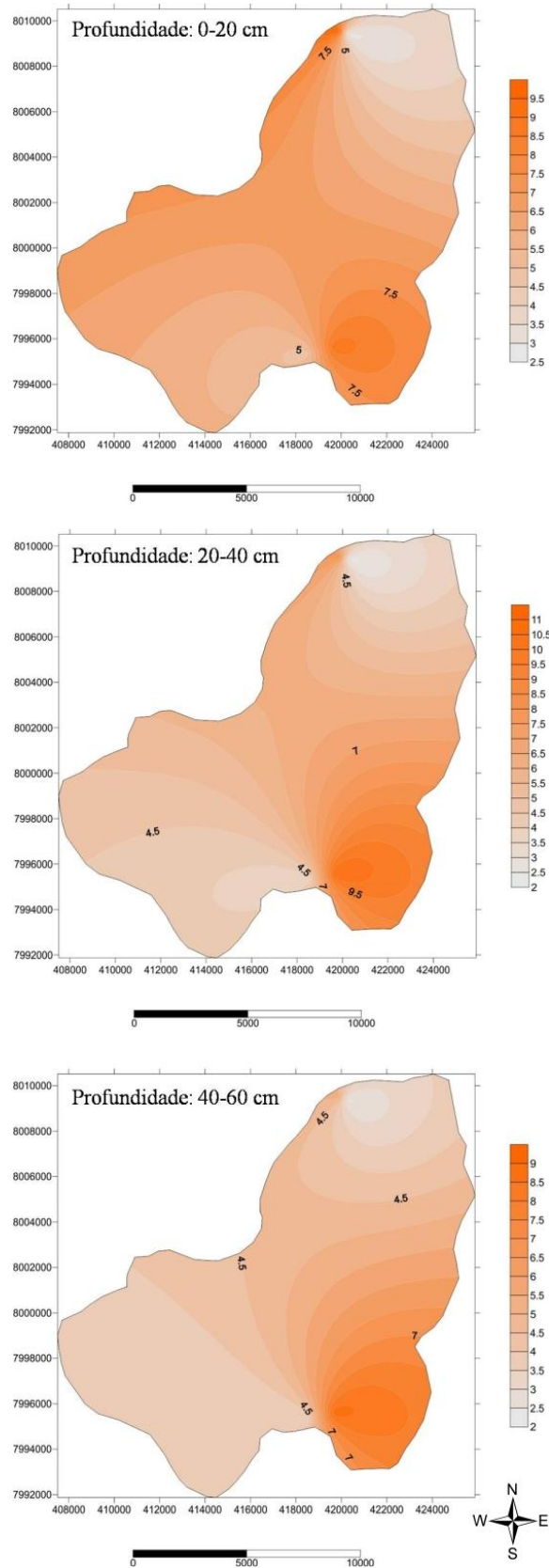
Acidez potencial ou acidez total (H+Al)

A acidez potencial ou acidez total (H+Al) refere-se ao total de H^+ em ligação covalente mais $H^+ + Al^{3+}$ trocáveis. De acordo com Alvarez V. (1999), o índice de acidez potencial considerado bom é em torno de 1,01-2,00 $cmolc/dm^3$.

Nas amostras das classes de solos na Bacia do Ribeirão da Picada foram encontrados valores considerados bons. Como mostra a Figura 06, nos Neossolos Quartzarênicos sob pastagem os teores $H^+ + Al$, variam entre 3,0 $cmolc/dm^3$ na profundidade de 0-20 cm, e 2,3 $cmolc/dm^3$ na profundidade de 40-60 cm. Porém, não há diferenças dessa classe de solo sob pastagem, pois os teores apresentam-se em torno de 3,3 $cmolc/dm^3$ na profundidade de 0-20 cm, e 2,7 $cmolc/dm^3$ na profundidade de 40-60 cm.

Entretanto, observou-se que nas outras classes de solos dessa bacia, os valores de $H^+ + Al$ variam bastante em relação aos Neossolos. Nos Latossolos Vermelhos, foi possível verificar índices bem mais elevados de $H^+ + Al$, variando de 9,4 $cmolc/dm^3$ na profundidade de 0-20 cm, e 5,2 $cmolc/dm^3$ na profundidade de 40-60 cm. Já nos Latossolos Vermelho-Amarelos, foram encontrados valores um pouco mais baixos em relação à classe de solo anterior, sendo verificados índices em torno de 4,82 $cmolc/dm^3$ na profundidade de 0-20 cm, e 3,51 $cmolc/dm^3$ na profundidade de 40-60 cm. Nos Argissolos Vermelhos os teores de $H^+ + Al$ variam entre 8,33 $cmolc/dm^3$ na profundidade de 0-20 cm, e 8,73 $cmolc/dm^3$ na profundidade de 40-60 cm. Esses dados, por ser derivado dos valores acima exigem correção para valores mais adequados ao desenvolvimento vegetal, para se proporcionar condições para que as plantas se desenvolvam adequadamente

Figura 06: Espacialização da Acidez potencial (H+Al) cmolc/dm^3 em diferentes profundidades: 0-20, 20-40 e 40-60 das classes de solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.



Cálcio (Ca)

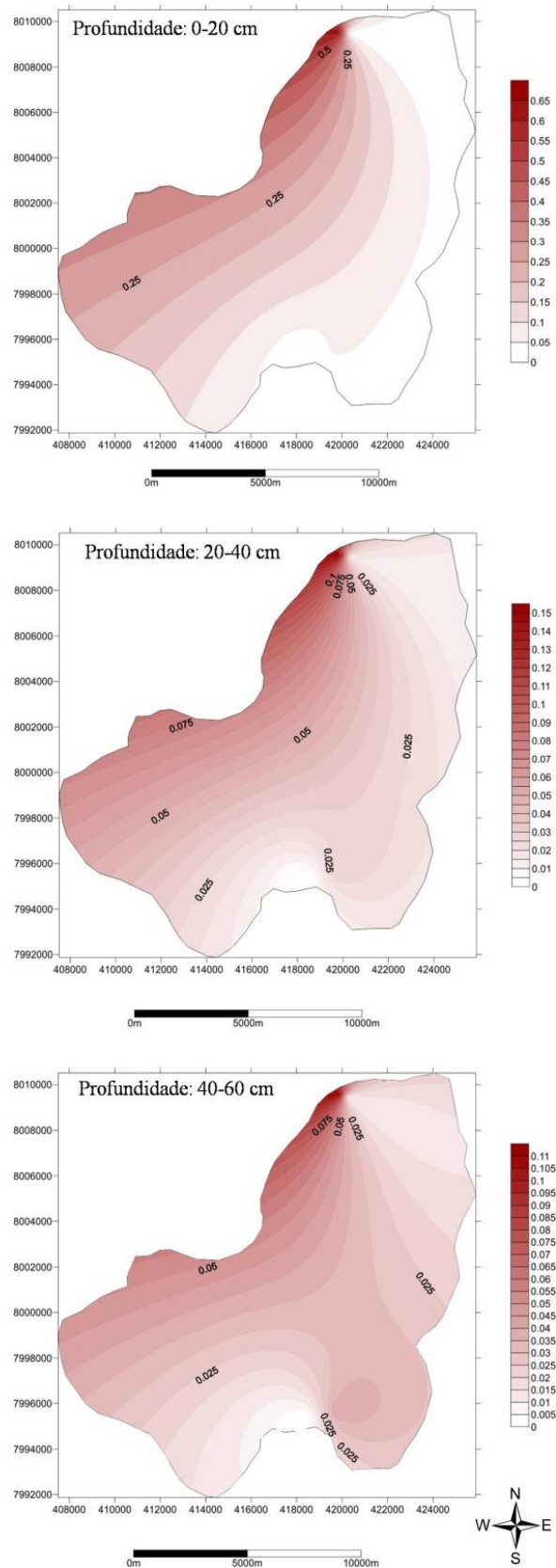
A disponibilidade de Cálcio (Ca) no solo é de grande relevância para o desenvolvimento vegetal, pois esse tipo de atributo promove a redução de acidez do solo, aumenta a atividade microbiana e melhora o crescimento das raízes Alvarez V. et al. (1999).

Neste sentido, os resultados das análises Cálcio dos solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada apresentaram teores extremamente baixos (Figura 07). Nos Neossolos Quartzarênicos sob pastagem observou-se teores entre $0,01 \text{ cmolc/dm}^3$ na profundidade de 0-20 cm, e $0,16 \text{ cmolc/dm}^3$ na profundidade de 40-60 cm. Os Neossolos Quartzarênicos também apresentaram valores baixos, sendo entre $0,02 \text{ cmolc/dm}^3$ na profundidade de 0-20 cm, e $0,04 \text{ cmolc/dm}^3$ na profundidade de 40-60 cm.

Em relação aos Latossolos Vermelhos, observou-se teores entre $0,11 \text{ cmolc/dm}^3$ na profundidade de 0-20 cm e $0,62 \text{ cmolc/dm}^3$ na profundidade de 40-60 cm. Na amostragem coletada nos Latossolos Vermelho-Amarelos não foram encontrados índices de cálcio em nenhuma das profundidades. Dessa maneira, na Figura 07 os níveis desse elemento são apresentados como zero. Em contrapartida, nos Argissolos Vermelhos verificou-se teores de cálcio em torno de $0,06 \text{ cmolc/dm}^3$ na profundidade de 0-20 cm, e $0,04 \text{ cmolc/dm}^3$ na profundidade de 40-60 cm.

Os dados encontrados indicam que há necessidade de um processo de correção amplo como calagem e gessagem, conforme comenta Oliveira et al. (2005). Para que se consiga inserir essas áreas ao processo produtivo, ou mesmo que consiga manter uma quantidade de plantas para produção de palhada ou mesmo manter uma cobertura vegetal que possibilite a preservação desses solos. Neste sentido, a semeadura ou plantio de qualquer tipo de cultura, sem a devida correção, poderá inviabilizar o desenvolvimento das mesmas.

Figura 07: Espacialização do Ca (Cálcio) cmol/dm^3 em diferentes profundidades: 0-20, 20-40 e 40-60 das classes de solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.



Magnésio (Mg)

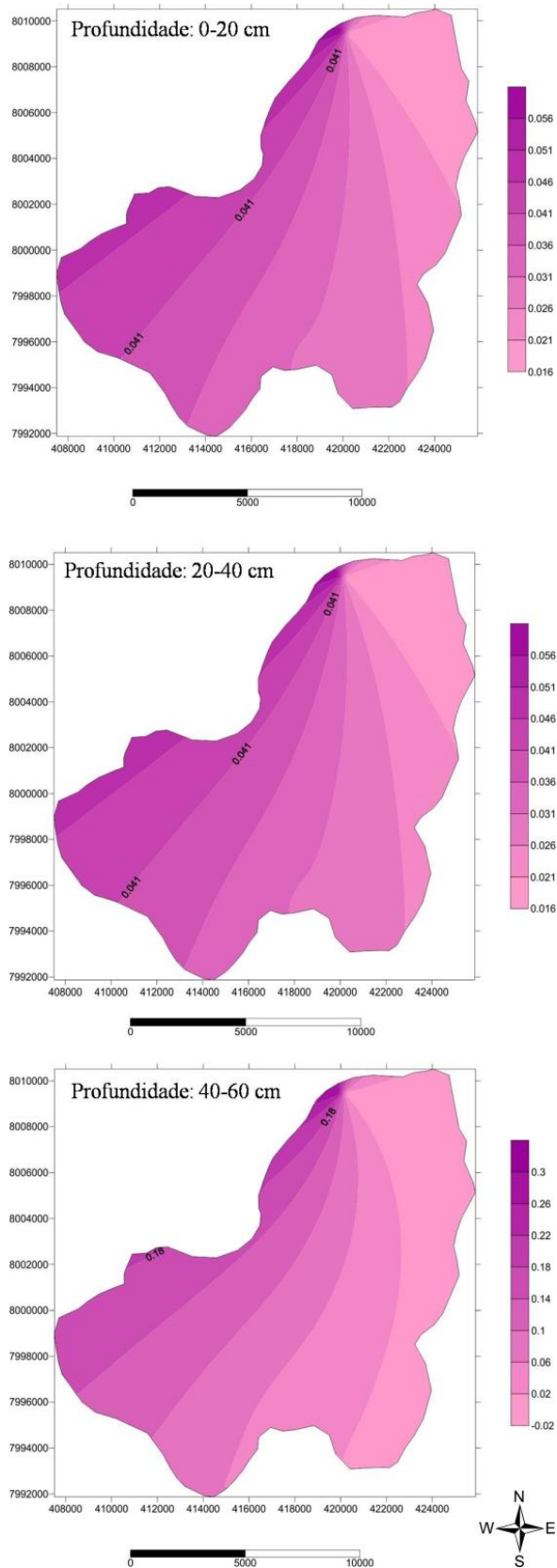
De acordo com Oliveira et al. (2005), devido o magnésio (Mg) ser mais solúvel no solo este elemento aparece em menores teores do que o cálcio. A concentração de magnésio no solo é fundamental para o desenvolvimento das plantas, sendo o elemento central na molécula de clorofila exercendo importante função no processo de fotossíntese. É um macronutriente móvel na planta e sua deficiência provoca clorose internervural nas folhas.

Para Oliveira et al. (2005), a quantidade de magnésio no solo considerada ideal é em torno 0,91 a 1,50 cmolc/dm³. De acordo com as análises das amostras das classes de solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada os teores de magnésio (Figura 08) estão muito abaixo dessa recomendação.

Nos Neossolos Quartzarênicos sob pastagem foram verificados teores em torno de 0,05 cmolc/dm³ na profundidade de 0-20 cm, e 0,01 cmolc/dm³ na profundidade de 40-60 cm. Nessa mesma classe de solo, porém sob Cerradão, os teores de magnésio não se diferenciaram muito, pois na profundidade de 0-20 cm observou-se níveis de 0,04 cmolc/dm³ e 0,02 cmolc/dm³ na profundidade de 40-60 cm.

Os Latossolos apresentaram níveis de magnésio parecidos, sendo que no Latossolos Vermelhos observou-se teores em torno de 0,30 cmolc/dm³ na profundidade de 0-20 cm, e a mesma quantidade na profundidade de 40-60 cm. Nos Latossolos Vermelho-Amarelos verificou-se teores de 0,05 cmolc/dm³ na profundidade de 0-20 cm e 0,03 cmolc/dm³ na profundidade de 40-60 cm. Já nos Argissolos Vermelhos, em todas as profundidades verificou-se teores de 0,03 cmolc/dm³. Como o magnésio é um importante composto da molécula de fotossíntese, a deficiência desse nutriente pode inviabilizar o desenvolvimento vegetal das plantas. Assim a escolha do corretivo deve conter Magnésio em sua composição.

Figura 08: Espacialização do Mg (Magnésio) cmol/dm^3 em diferentes profundidades: 0-20, 20-40 e 40-60 das classes de solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.



Fósforo (P)

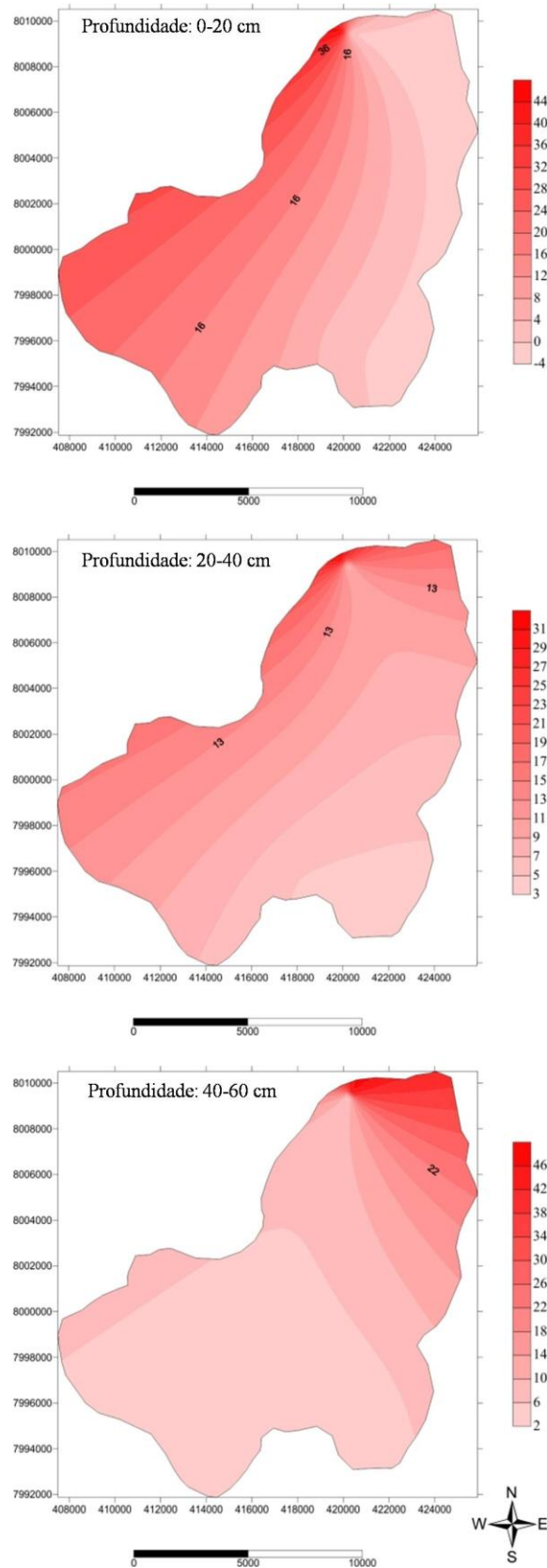
O fósforo encontra-se na solução do solo como íons ortofosfato, na forma derivada do ácido ortofosfórico, H_3PO_4 . Esse macro-nutriente é absorvido pelas plantas através do sistema radicular, e isso depende principalmente da difusão do elemento na solução do solo em torno das raízes (OLIVEIRA et al., 2005). Os níveis de fósforo necessários para o bom desenvolvimento vegetal variam de acordo com a porcentagem do teor de argila.

Na Bacia do Ribeirão da Picada, como é apresentado na Figura 09, em geral os solos avaliados apresentam níveis abaixo dessa recomendação. Apenas os Latossolos Vermelho-Amarelos apresentaram níveis ideais de fósforo, sendo estes em torno de 45 Mg.dm^{-3} (ppm) na profundidade de 0-20 cm, $2,5 \text{ Mg.dm}^{-3}$ (ppm) na profundidade de 40-60 cm. Entretanto, nos Neossolos Quartzarênicos sob Cerradão, observou-se que à medida que aumenta a profundidade, maior é o teor de fósforo. Assim, para essa classe de solo verificou-se níveis de fósforo em torno de $1,5 \text{ Mg.dm}^{-3}$ (ppm) na profundidade de 0-20 cm, e $45,0 \text{ Mg.dm}^{-3}$ (ppm) na profundidade de 40-60 cm. Porém, nos Neossolos Quartzarênicos sob pastagem o teores de fósforo não apresentaram variação, sendo $1,5 \text{ Mg.dm}^{-3}$ (ppm) em todas as profundidades.

Nos Latossolos Vermelho-Amarelos observou-se teores em torno de $5,6 \text{ Mg.dm}^{-3}$ (ppm) na profundidade de 0-20 cm, e $4,2 \text{ Mg.dm}^{-3}$ (ppm) na profundidade de 40-60 cm. Os menores níveis de fósforo foram encontrados nos Argissolos Vermelhos, variando entre $1,4 \text{ Mg.dm}^{-3}$ (ppm) na profundidade de 0-20 cm, e $2,8 \text{ Mg.dm}^{-3}$ (ppm) na profundidade de 40-60 cm. Reflexo da ocupação dessas áreas, as quais podem ser percebidas pela adição de nutrientes via adubação das culturas.

Assim, as quantidades de fósforo presente nos solos avaliados apresentam valores inadequados para o desenvolvimento das plantas, bem como para possibilitar uma preservação dos tipos de solos presentes na bacia. Deve-se ressaltar que há indicações de que se deve incorporar valores acima 10 Mg/ha de matéria seca ao solo para que o mesmo apresente condições adequadas de preservação (TIMOSSI et al., 2007).

Figura 09: Espacialização do Fósforo (P) $\text{Mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ (ppm) em diferentes profundidades: 0-20, 20-40 e 40-60 das classes de solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.



Potássio (K)

O potássio é absorvido pelas plantas como o íon K^+ , e esse macronutriente ocorre no solo na forma de cátion trocável, na solução do solo sempre como íon K^+ . Entretanto, a absorção desse nutriente depende da difusão, do elemento, pela solução do solo, e menor proporção, por fluxo de massa. As principais fontes de potássio são os minerais primários como, por exemplo, os feldspatos e as micas, e nos minerais secundários como as argilas do tipo 2/1 (montmorilonita) (OLIVEIRA et al., 2005). De acordo com esses autores os níveis adequados de potássio para o bom desenvolvimento das plantas são em torno de 71-120 $Mg.dm^{-3}$ (ppm).

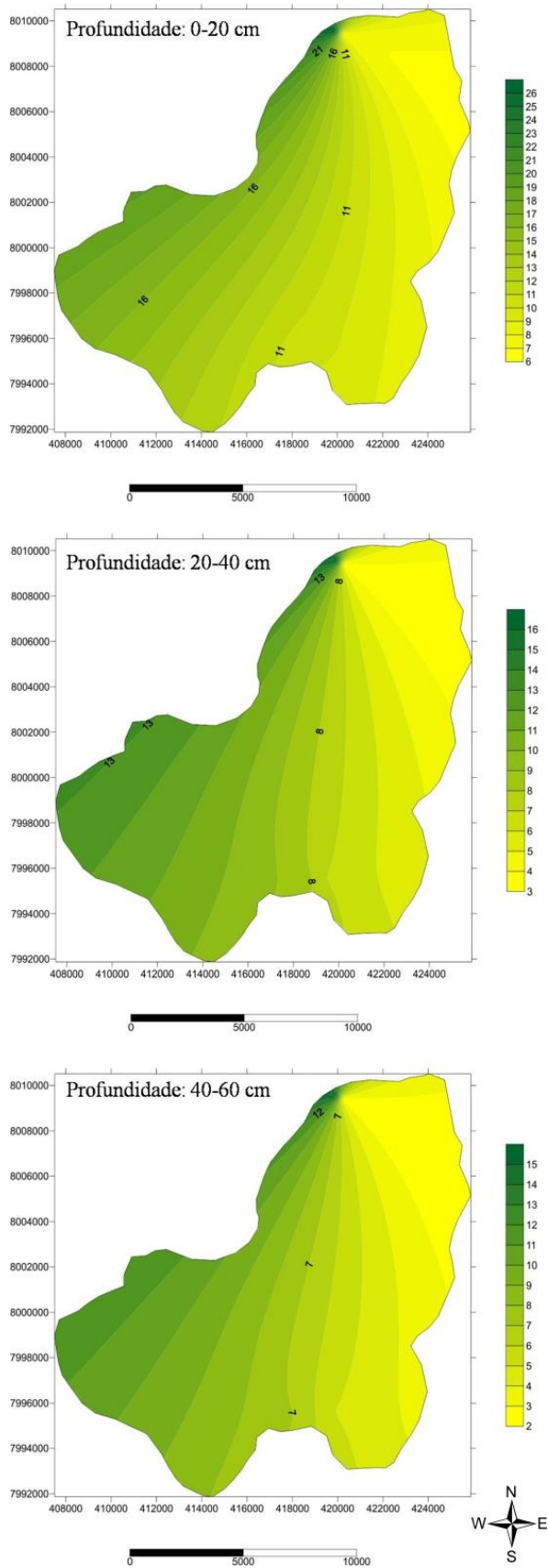
Na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, as amostras dos solos avaliados apresentam níveis de potássio considerados muito abaixo ao da recomendação (Figura 10). Nos Neossolos Quartzarênicos sob pastagem, verificou-se teores de potássio entre 7,0 $Mg.dm^{-3}$ (ppm) na profundidade de 0-20 cm, e 2,0 $Mg.dm^{-3}$ (ppm) na profundidade de 40-60 cm. Nessa mesma classe de solo, porém sob Cerradão foram encontrados níveis parecidos, variando entre 9,0 $Mg.dm^{-3}$ (ppm) na profundidade de 0-20 cm, e 4,0 $Mg.dm^{-3}$ (ppm) na profundidade de 40-60 cm.

Nos Latossolos Vermelhos verificou-se teores em torno de 26 $Mg.dm^{-3}$ (ppm) na profundidade de 0-20 cm, e 15 $Mg.dm^{-3}$ (ppm) na profundidade de 40-60 cm. Nos Latossolos Vermelho-Amarelos foram encontrados níveis que variam entre 10,2 $Mg.dm^{-3}$ (ppm) na profundidade de 0-20 cm, e 6,8 $Mg.dm^{-3}$ (ppm) na profundidade de 40-60 cm. Todavia, nos Argissolos Vermelhos observou-se que os teores de potássio são em torno de 10,2 $Mg.dm^{-3}$ (ppm) na profundidade de 0-20 cm, e 5,1 $Mg.dm^{-3}$ (ppm) na profundidade de 40-60 cm.

Conforme se observa, há necessidade, para que se consiga vegetar essas áreas, de que um processo de potassagem (aplicação de potássio em área total) seja utilizado. É importante ressaltar que por ser esse um elemento móvel no solo, o mesmo pode sofrer lixiviação. Assim é importante que se faça essa potassagem parceladamente, principalmente, porque os solos apresentam elevados teores de areia, o que eleva a capacidade de infiltração de água no solo e a potencialidade de lixiviação desse elemento.

O potássio é um elemento essencial ao desenvolvimento vegetal, bem como por ser responsável por grande parte das reações químicas nas plantas, este deve ser disponibilizado as plantas, para que as mesmas tenham um desenvolvimento vegetal adequado.

Figura 10: Espacialização do Potássio (K) $\text{Mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ (ppm) em diferentes profundidades: 0-20, 20-40 e 40-60 das classes de solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.



Matéria Orgânica (MO)

Matéria orgânica do solo são os materiais vegetais e animais crus, em fase de decomposição ou humificados. Deste modo, a matéria orgânica é oriunda de plantas (principal fonte através dos ramos e folhas), minerais e de microorganismos presentes na terra. É importante ressaltar que húmus é o resultado final do processo de decomposição dos resíduos do solo pelos microorganismos de decomposição biológica influenciado por microorganismos e pode compor de 50 a 80% do total da matéria orgânica (OLIVEIRA et al., 2005).

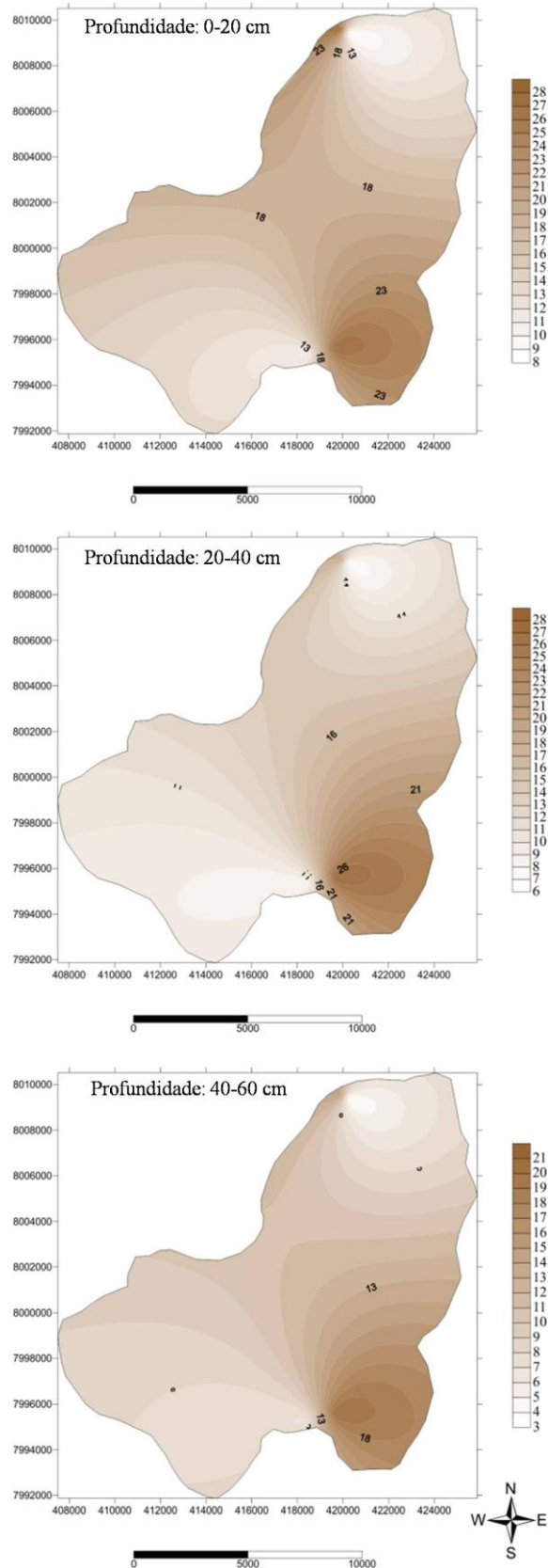
A matéria orgânica no solo é encontrada em diferentes estágios de decomposição, cujo processo da composição é resultado de vários fatores como, por exemplo, tipo de vegetação, topografia, clima e tempo. A atividade exercida pelos microrganismos no solo resulta na acumulação e destruição onde são influenciados pelas condições de umidade, temperatura, aeração e reação do pH (IBID, 2005).

Nestas perspectivas, verificou-se que o teor de matéria orgânica nas diferentes classes de solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada é bastante reduzido, apresentando variação entre os tipos de solos (Figura 11). Os menores valores foram observados nos Neossolos Quartzarênicos sob pastagem, variando entre $8,5 \text{ g.dm}^{-3}$ na profundidade de 0-20 cm, e $3,1 \text{ g.dm}^{-3}$ na profundidade de 40-60 cm. Nos Neossolos Quartzarênicos sob Cerradão verificou-se valores de matéria orgânica em torno de $10,3 \text{ g.dm}^{-3}$ na profundidade de 0-20 cm, e $5,3 \text{ g.dm}^{-3}$ na profundidade de 40-60cm.

Nos Latossolos Vermelhos foram encontrados teores de matéria orgânica entre $27,0 \text{ g.dm}^{-3}$ na profundidade de 0-20 cm, e $14,4 \text{ g.dm}^{-3}$ na profundidade de 40-60 cm. Nos Latossolos Vermelho-Amarelos observou-se valores entre $10,8 \text{ g.dm}^{-3}$ na profundidade de 0-20 cm, e $6,9 \text{ g.dm}^{-3}$ na profundidade de 40-60 cm. Os teores mais elevados de matéria orgânica foram encontrados nos Argissolos Vermelhos, variando em torno de $27,2 \text{ g.dm}^{-3}$ na profundidade de 0-20 cm, e $20,2 \text{ g.dm}^{-3}$ na profundidade de 40-60 cm.

Nota-se que valores de 50 g.d m^{-3} são considerados ideais, assim observa-se que as práticas de manejo do solo utilizadas não só não elevaram os valores de matéria orgânica, como os reduziram a valores inadequados, o que coloca esses solos em condições de fragilidade uma vez que esse atributo do solo é importante para a preservação das características físicas e químicas do solo, sendo importante para se avaliar as transformações desencadeadas pelo sistema de manejo (OLIVEIRA et al., 2005).

Figura 11: Espacialização da Capacidade de Matéria Orgânica (MO) em g.dm^{-3} , em diferentes profundidades: 0-20, 20-40 e 40-60 das classes de solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.



Capacidade de Troca Catiônica (CTC)

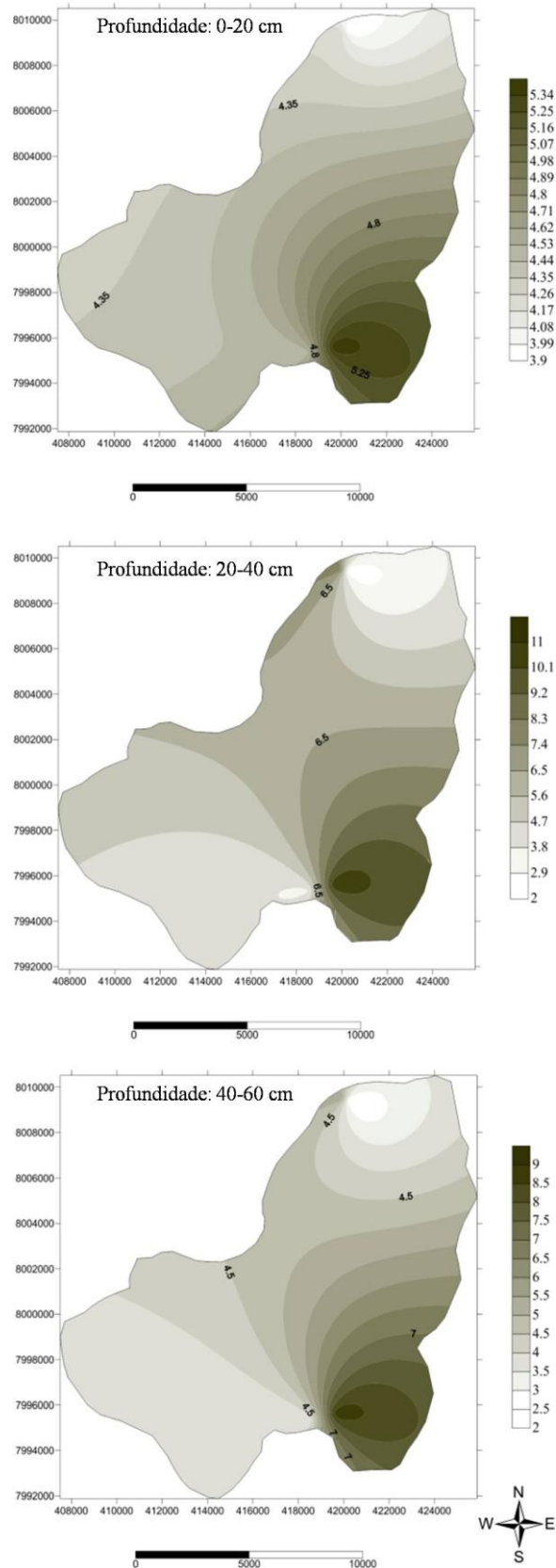
A Capacidade de Troca Catiônica é a capacidade do solo em realizar trocas de cátions. Pode-se classificar a CTC em três tipos: efetiva, variável e total (OLIVEIRA et al., 2005). A CTC efetiva refere-se à carga permanente, representada pela soma dos cátions trocáveis do solo, determinados ao pH do solo. A CTC variável é resultante da carga variável, dependendo de pH, presente na matéria orgânica, sesquióxidos de ferro e alumínio, compostos de ferro e alumínio, e nas arestas das argilas 1/1. Já a CTC total é o resultado da soma das CTC efetiva e CTC variável.

Em relação à CTC dos solos da Bacia do Ribeirão da Picada, observou-se valores considerados baixos, pois conforme a Figura 12, os valores de CTC variam de acordo com os teores de argila e de matéria orgânica no solo. Desta maneira, os valores de CTC são maiores na superfície do solo conforme os teores de argila aumentam, como por exemplo, nos Neossolos Quartzarênicos sob pastagem, onde se observou 1,5 cmolc/dm^{-3} de teor de argila e 3,2 Cmolc/dm^{-3} de CTC na profundidade de 0-20 cm, e 2,3 Cmolc/dm^{-3} na profundidade de 40-60 cm. Nos Neossolos Quartzarênicos sob Cerradão, verificou-se CTC em torno de 3,4 Cmolc/dm^{-3} na profundidade de 0-20 cm, e 2,7 Cmolc/dm^{-3} na profundidade de 40-60 cm.

Nos Latossolos Vermelhos verificou-se CTC entre 10,4 Cmolc/dm^{-3} na profundidade de 0-20 cm, e 5,4 Cmolc/dm^{-3} na profundidade de 40-60 cm. Nos Latossolos Vermelho-Amarelos, embora tenha apresentado um percentual de argila um pouco mais elevado em relação aos Latossolos Vermelhos, observou-se baixa CTC, cujos valores variam entre 4,8 Cmolc/dm^{-3} na profundidade de 0-20 cm, e 5,6 Cmolc/dm^{-3} na profundidade de 40-60 cm. No entanto, nos Argissolos Vermelhos verificou-se percentual de argilas um pouco mais elevado em relação às outras classes de solo da bacia, e conseqüentemente uma CTC mais elevada, porém ainda considerada baixa. Sendo estes valores de CTC em torno de 8,9 Cmolc/dm^{-3} na profundidade de 0-20 cm, e 8,8 Cmolc/dm^{-3} na profundidade de 40-60 cm.

Nota-se que os valores de CTC para os solos amostrados são considerados baixos, reflexos dos processos de formação dos solos da região. Este fato indica que os solos exigem, para uma recuperação dos seus atributos, de práticas de adubação e calagem que insiram a variável tempo de recuperação dos mesmos, uma vez que qualquer prática realizada em excesso poderá não apresentar os efeitos desejáveis. Qualquer prática de manejo a ser adotada nesses solos deve ser precedida de muito cuidado, pois decisões tomadas apenas com o viés da adequação imediata dos atributos desses solos poderá não alcançar os objetivos propostos.

Figura 12: Espacialização da Capacidade de Troca Catiônica (CTC) em Cmolc/dm^{-3} , em diferentes profundidades: 0-20, 20-40 e 40-60 das classes de solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.

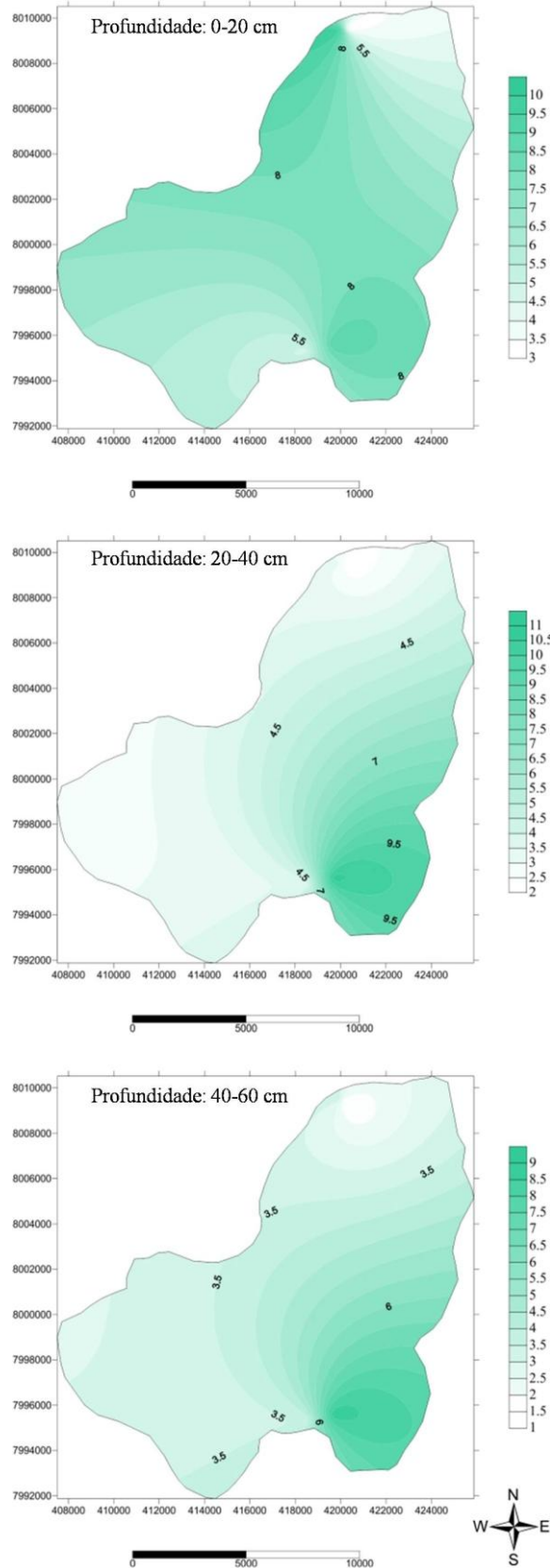


Saturação por Bases

A saturação por bases representa a porcentagem de cargas elétricas disponíveis no solo, ou seja, a CTC ocupadas com Ca, K e Mg. De acordo com Oliveira et al. (2005), o percentual ideal de saturação por bases é em torno de 40-60%. Assim, verificou-se nos solos da Bacia do Ribeirão da Picada valores considerados muito baixos (Figura 13). Nos Neossolos Quartzarênicos sob pastagem observou-se percentual entre 7,1 % na profundidade de 0-20 cm, e 1,1% na profundidade de 40-60 cm. Nos Neossolos Quartzarênicos sob Cerradão foram encontrados valores parecidos ao dos Neossolos anterior, pois observou-se percentual entre 3,0% na profundidade de 0-20 cm, e 1,8% na profundidade de 40-60 cm.

Em relação aos Latossolos Vermelhos, verificou-se saturação por bases em torno de 9,5% na profundidade de 0-20 cm, e 3,3% na profundidade de 40-60 cm. Nos Latossolos Vermelho-Amarelos observou-se valores entre 4,8% na profundidade de 0-20 cm, e 3,5% na profundidade de 40-60 cm. Nos Argissolos Vermelhos também observou-se valores muito baixos, sendo estes em torno de 8,9% na profundidade de 0-20 cm, e 8,8% na profundidade de 40-60 cm. Nota-se que os valores encontrados refletem os teores dos elementos no solo, indicando que a quantidade de nutrientes está aquém da capacidade de armazenamento adequada para permitir um pleno desenvolvimento das plantas cultivadas nesses tipos de solos. Assim, a correção dos mesmos no solo será refletida neste atributo.

Figura 13: Espacialização da Saturação por Bases %, em diferentes profundidades: 0-20, 20-40 e 40-60 das classes de solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.



4.2.3 Atributos físicos dos solos

Conforme Souza, Carneiro e Paulino (2005), o uso e manejo do solo de forma intensa contribuem para alteração dos atributos físicos e conseqüentemente a sua deterioração. Deste modo, as avaliações dos atributos físicos como porosidade e densidade do solo ajudam na indicação de sua qualidade, no monitoramento e na determinação de uso com menos impactos negativos.

Outro ponto a ser observado diz respeito à textura, sendo que o solo é constituído por material orgânico e inorgânico. Os solos compostos por material orgânico predominam as partículas coloidais atribuindo-lhes característica argilosa. Enquanto, nos solos constituídos por material inorgânico sólido compõem-se de partículas grosseiras dando-lhes aspecto arenoso. A presença de argila e silte no solo são de grande relevância, pois são agentes cimentantes que agregam as demais partículas, sendo este processo importante para a estrutura do solo (OLIVEIRA et al., 2005).

Assim, a análise textural (Tabela 06) mostra que os solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada apresentam uma quantidade elevada de areia, o que demonstra a necessidade de utilização de práticas de manejo que produzam palhada para a preservação desses solos, bem como a necessidade de práticas de contenção da água das chuvas como, por exemplo, curvas em nível.

Nos Neossolos Quartzarênicos sob pastagem verificou-se 96,0% de teores de areia em todas as profundidades. Entretanto, nos Neossolos Quartzarênicos sob Cerradão os teores de areia se diferenciam de acordo com a profundidade, sendo observados 95,5% na profundidade de 0-20 cm, e 93,0% na profundidade de 40-60 cm. Todavia, nos Latossolos Vermelhos, verificou-se teores mais baixos de areia, variando entre 47,5% na profundidade de 0-20 cm, e 75,0% na profundidade de 40-60 cm. Nos Latossolos Vermelho-Amarelos observou-se teores de areia em torno de 79,4% na profundidade de 0-20 cm, e 75,5% na profundidade de 40-60 cm. Nos Argissolos Vermelhos se verificou teores de areia entre 68,4% na profundidade de 0-20 cm, e 67,5% na profundidade de 40-60 cm.

Em relação aos teores de argila, observou-se teores mais baixos nos Neossolos Quartzarênicos e teores mais altos nos Latossolos Vermelho-Amarelos. Neste sentido, nos Neossolos Quartzarênicos sob pastagem, observou-se teores de argila em torno de 1,5% em todas as profundidades. Em contrapartida, nos Neossolos Quartzarênicos sob Cerradão, verificou-se teores de argila entre 2,0% na profundidade de 0-20 cm, e 4,5% na profundidade de 40-60 cm.

Nos Latossolos Vermelhos observou-se teores de argila em torno de 4,5% na profundidade de 0-20 cm, e 2,25% na profundidade de 40-60%. Porém, nos Latossolos Vermelho-Amarelos verificou-se teores entre 16,15% na profundidade de 0-20 cm, e 16,53% na profundidade de 40-60 cm. Já nos Argissolos Vermelhos, observou-se teores de argila em torno de 24,07% na profundidade de 0-20 cm, e 26,26 na profundidade de 40-60 cm.

Quanto aos níveis de silte, observou-se o mesmo comportamento nos Neossolos Quartzarênicos sob pastagem e Cerradão, sendo teores em torno de 2,5% em todas as profundidades. Em contrapartida, nos Latossolos Vermelhos verificou-se teores entre 7,5% na profundidade de 0-20 cm, e 2,5% na profundidade de 40-60 cm. Nos Latossolos Vermelho-Amarelos observou-se teores de silte em torno de 4,40% na profundidade de 0-20 cm, e 7,94% na profundidade de 40-60 cm. Nos Argissolos Vermelhos verificou-se teores de silte em torno de 7,51% na profundidade de 0-20 cm, e 6,16% na profundidade de 40-60%. Nestas perspectivas, os resultados mostram que os solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada são mais propensos a erosão hídrica, caso os mesmo não apresente uma cobertura vegetal adequada.

As análises físicas de textura indicam que os solos apresentam baixa capacidade de adsorção de cátions e ânions, bem como, reduzida capacidade de agregação, confirmando os baixos teores de argila dos solos identificados. Neste sentido, práticas de manejo que promovam a recuperação desses solos, exigirão não só tempo, como aportes elevados de matéria orgânica para os mesmo. Assim em projetos de recuperação desses solos a que se inserirem técnicas de fornecimento constante de água e nutrientes, para que assim, os solos possam proporcionar condições para o desenvolvimento das plantas nesse ambiente.

Outro ponto importante, é que muitas das áreas avaliadas são consideradas inadequadas para serem inseridas no sistema de produção em função das características físicas texturais dos mesmos. Entretanto, as mesmas foram inseridas, e aparentemente utilizou-se de recursos técnicos não apropriados, o que exigirá, para o manejo ecológico desses solos, de técnicas dispendiosas e com elevado conhecimento científico.

Tabela 06: Análise de textura dos solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO, no ano de 2011.

| Textura (g.dm-3) | | | | |
|---|---------------------|---------------|--------------|--------------|
| Classes de solo / Amostra | Profundidade | Argila | Silte | Areia |
| Neossolos Quartzarênicos sob pastagem | 0-20 cm | 1,5 | 2,5 | 96,0 |
| Neossolos Quartzarênicos sob pastagem | 20-40 cm | 1,5 | 2,5 | 96,0 |
| Neossolos Quartzarênicos sob pastagem | 40-60 cm | 1,5 | 2,5 | 96,0 |
| Neossolos Quartzarênicos sob Cerradão | 0-20 cm | 2,0 | 2,5 | 95,5 |
| Neossolos Quartzarênicos sob Cerradão | 20-40 cm | 4,5 | 2,5 | 93,0 |
| Neossolos Quartzarênicos sob Cerradão | 40-60 cm | 4,5 | 2,5 | 93,0 |
| Latossolos Vermelhos sob pastagem | 0-20 cm | 4,5 | 7,5 | 47,5 |
| Latossolos Vermelhos sob pastagem | 20-40 cm | 3,0 | 5,0 | 65,0 |
| Latossolos Vermelhos sob pastagem | 40-60 cm | 2,25 | 2,5 | 75,0 |
| Latossolos Vermelho-Amarelos sob pastagem | 0-20 cm | 16,15 | 4,40 | 79,4 |
| Latossolos Vermelho-Amarelos sob pastagem | 20-40 cm | 18,95 | 5,15 | 75,9 |
| Latossolos Vermelho-Amarelos sob pastagem | 40-60 cm | 16,53 | 7,94 | 75,5 |
| Argissolos Vermelhos sob pastagem | 0-20 cm | 24,07 | 7,51 | 68,4 |
| Argissolos Vermelhos sob pastagem | 20-40 cm | 26,29 | 6,96 | 66,7 |
| Argissolos Vermelhos sob pastagem | 40-60 cm | 26,26 | 6,16 | 67,5 |

Em relação à porosidade, é importante ressaltar que a organização das partículas do solo determina a porosidade do mesmo. Tais partículas variam no tamanho e na forma de acordo a regularidade e tendência de presença de água no solo. Assim, os poros se diferem quanto à forma, comprimento, largura, tortuosidade, bem como outras características. Deste modo, a porosidade do solo é definida como sendo o volume de espaços vazios no solo. Um solo saturado por água significa que sua porosidade está tomada por água. Ao contrário, quando o solo encontra-se totalmente seco, demonstra que seus poros estão ocupados por ar

(OLIVEIRA et al., 2005). Essa característica é importante para que se tenha condições de armazenamento de água para as plantas a serem inseridas no ambiente e que quando frágil e antropizado, as características físicas do solo voltadas ao armazenamento de água pode inviabilizar as práticas de manejo para a recuperação dos solos.

Em relação à densidade do solo, esta refere-se ao volume ocupado pelas partículas sólidas no solo. A avaliação da densidade e da porosidade do solo possibilita a obtenção de informações referentes aos minerais presentes no solo, como por exemplo, uma densidade menor que $2,85 \text{ g/cm}^3$, o que indica presença de minerais leves, porém densidade acima desse valor significa minerais (metais) pesados. Além disso, esse atributo permite avaliar o processo de compactação do solo, bem como o efeito das práticas agrícolas sobre os solos no que tange aos espaços para o crescimento radicular e para o armazenamento de ar e difusão de gases.

Assim, a partir das análises de macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade real (Tabela 07), foi possível verificar que os Neossolos Quartzarênicos sob pastagem e Cerradão se diferem muito em tais características em relação as demais classes de solos da bacia, como por exemplo, os Latossolos e o Argissolos.

Nos Neossolos Quartzarênicos, verificou-se que o percentual da macroporosidade variam de 8,73 % no solo sob pastagem, e 16,79 % em solo sob pastagem. Demonstrando que o manejo dado ao solo sob a área de pastagem aumentou a capacidade de infiltração de água no solo, porém reduziu a retenção de água, fato este que pode contribuir para aumentar o deficit hídrico das culturas cultivadas nessa área, dificultando assim a sobrevivência de plantas nessa área, bem como a recuperação da mesma com vegetação.

Entretanto, observou-se que nas demais classes de solos da bacia o percentual de macroporosidade é maior. Assim sendo, nos Latossolos Vermelhos verificou-se 21,17% de macroporosidade. Nos Latossolos Vermelho-Amarelos observou-se que, a macroporosidade na profundidade é de 37,22%. Nos Argissolos Vermelhos o percentual de macroporosidade é de 21,34%. Mas, é importante ressaltar que a quantidade ideal de macroporos no solo é de 50%, o que indica que as práticas de re-vegetação dessa área, ou mesmo do cultivo com uma espécie de interesse agrícola fica bastante dificultada, sendo necessária a utilização de fornecimento suplementar de água para se evitar os deficits hídricos que ocorrem anualmente e por longo período na área estudada, o que inviabiliza o desenvolvimento vegetal na área.

Em relação à microporosidade, verificou-se que os Neossolos Quartzarênicos sob pastagem e Cerradão, os Latossolos Vermelhos e Argissolos Vermelhos apresentam índices mais altos, indicando que a tais solos apresentam capacidade de infiltração e escoamento de água superior ao ideal. Dessa maneira, observou-se nos Neossolos Quartzarênicos sob

pastagem o percentual de microporosidade é de 31,40%. No entanto, nos Neossolos Quartzarênicos sob Cerradão verificou-se 16,79% de microporosidade. Nos Latossolos Vermelhos verificou-se percentual de microporosidade em torno de 39,62%. Nos Latossolos Vermelho-Amarelos observou-se percentual de microporosidade de 37,22%. Nos Argissolos Vermelhos verificou-se percentual de microporosidade entre 45,16%.

Quanto à porosidade total, os Neossolos Quartzarênicos sob pastagem e Cerradão apresentam os menores índices, no entanto, os Latossolos Vermelhos, Latossolos Vermelho-Amarelos e Argissolos Vermelhos apresentam percentuais maiores.

Assim, nos Neossolos Quartzarênicos sob pastagem verificou-se porosidade total em torno de 40,13%. Entretanto, nos Neossolos Quartzarênicos sob Cerradão observou-se porosidade total de 42,71%. Mas, nos Latossolos Vermelhos observou-se 60,80% de porosidade total. Nos Latossolos Vermelhos observou-se 59,35% de porosidade total. Já nos Argissolos Vermelhos, observou-se índices de porosidade um pouco mais elevados, sendo em torno de 66,06%. No que se refere à densidade real desses solos, em todas as classes verificou-se índices abaixo de $2,85 \text{ g/cm}^3$, sugerindo solos compostos por minerais pesados.

Deste modo, os resultados mostram que os tipos de degradação do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada estão relacionados com o tipo de uso do solo. A ausência de vegetação tem afetado na recuperação dessas áreas degradadas na bacia, seja pela proteção física contra a erosão, sejam pela produção de biomassa e matéria orgânica, importantes componentes para a melhoria dos atributos do solo. Assim, os atributos dos solos também inferem nos processos de degradação, onde os Neossolos Quartzarênicos representam a classe de solo com menores teores de partículas de argila, silte e matéria orgânica que ajudam na formação de agregados e estrutura do solo (EMBRAPA, 2006).

Tabela 07: Análises de porosidade e densidade real dos solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, em Jataí/GO no ano de 2011.

| Classes de solo / Amostra | Profundidade | Macro % | Micro % | Porosidade Total % | Densidade Real |
|---------------------------------------|--------------|---------|---------|--------------------|----------------|
| Neossolos Quartzarênicos sob pastagem | 0-5 cm | 8,73 | 31,40 | 40,13 | 1,57 |
| Neossolos Quartzarênicos sob pastagem | 5-10 cm | 8,39 | 31,08 | 39,49 | 1,68 |
| Neossolos Quartzarênicos sob pastagem | 10-15 cm | 7,65 | 31,37 | 39,28 | 1,66 |
| Neossolos Quartzarênicos sob pastagem | 15-20 cm | 6,73 | 33,92 | 40,66 | 1,65 |
| Neossolos Quartzarênicos sob Cerradão | 0-5 cm | 16,79 | 25,91 | 42,71 | 1,69 |

Continuação da Tabela 07

| | | | | | |
|---|----------|-------|-------|-------|------|
| Neossolos Quartzarênicos sob Cerradão | 5-10 cm | 7,36 | 31,78 | 39,15 | 1,69 |
| Neossolos Quartzarênicos sob Cerradão | 10-15 cm | 8,06 | 29,54 | 37,61 | 1,72 |
| Neossolos Quartzarênicos sob Cerradão | 15-20 cm | 6,71 | 30,08 | 36,79 | 1,66 |
| Latossolos Vermelhos sob pastagem | 0-5 cm | 21,17 | 39,62 | 60,80 | 0,76 |
| Latossolos Vermelhos sob pastagem | 5-10 cm | 22,83 | 44,22 | 67,05 | 0,75 |
| Latossolos Vermelhos sob pastagem | 10-15 cm | 36,42 | 31,03 | 67,46 | 0,76 |
| Latossolos Vermelhos sob pastagem | 15-20 cm | 27,09 | 26,70 | 53,80 | 0,75 |
| Latossolos Vermelho-Amarelos sob pastagem | 0-5 cm | 37,22 | 22,13 | 59,35 | 0,71 |
| Latossolos Vermelho-Amarelos sob pastagem | 5-10 cm | 39,48 | 16,69 | 56,18 | 0,71 |
| Latossolos Vermelho-Amarelos sob pastagem | 10-15 cm | 27,26 | 22,81 | 50,07 | 0,70 |
| Latossolos Vermelho-Amarelos sob pastagem | 15-20 cm | 32,82 | 21,24 | 54,06 | 0,68 |
| Argissolos Vermelho sob pastagem | 0-5 cm | 21,34 | 45,16 | 66,06 | 0,71 |
| Argissolos Vermelho sob pastagem | 5-10 cm | 20,50 | 45,38 | 65,88 | 0,74 |
| Argissolos Vermelho sob pastagem | 10-15 cm | 18,21 | 36,57 | 54,78 | 0,70 |
| Argissolos Vermelho sob pastagem | 15-20 cm | 9,55 | 48,50 | 58,06 | 0,70 |

Neste sentido e de posse dos dados obtidos, é premente a necessidade de se iniciar um programa de recuperação da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, com tecnologias apropriadas, uma vez que, a manutenção das atividades antrópicas atuais poderá levar toda a bacia a condições impossíveis de serem recuperadas.

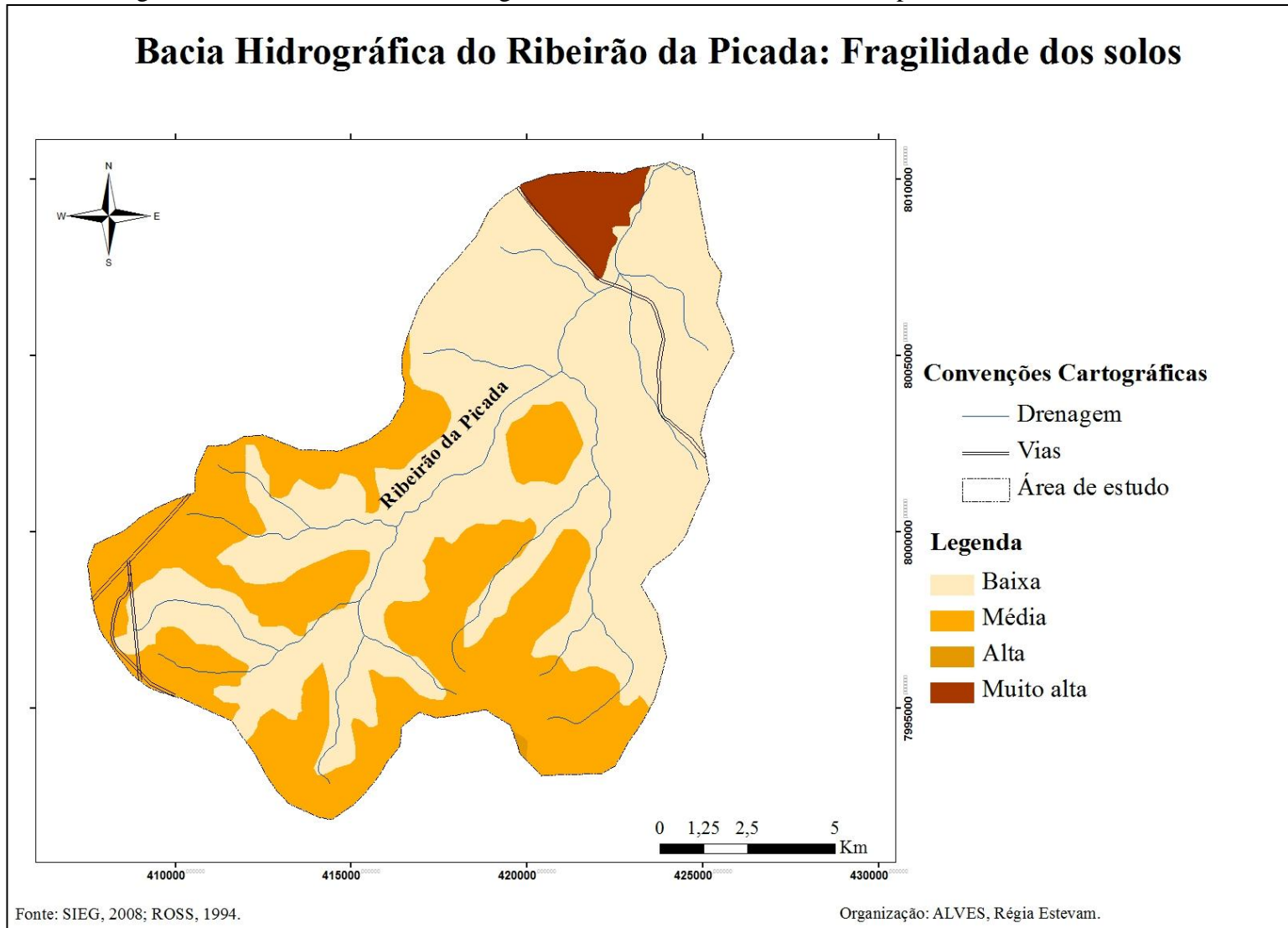
4.2.4 Fragilidade dos solos

Os mapeamentos da fragilidade dos solos são importantes no que se refere ao entendimento do potencial à erodibilidade do solo de acordo com suas características físicas. Deste modo, o mapeamento da fragilidade dos solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada resultou em cinco classes que variam de muito baixa a muito forte. De acordo com o Mapa 08, foi possível observar que em grande parte da bacia apresenta classes de fragilidade muito baixa, localmente de predominância dos Latossolos Vermelho-Amarelos e Latossolos

Vermelhos. Porém, constatou-se que os Latossolos Vermelhos que ocorrem à jusante da bacia apresentam classes de fragilidade Média e Forte, correspondendo a presença no local de erosões em ravinas e voçorocas.

Somente uma pequena área dos Latossolos Vermelho-Amarelos, também a jusante da bacia, apresenta classes de fragilidade baixa. Em contrapartida, os Neossolos Quartzarênicos apresentam a classe de fragilidade com maior grau, o qual é considerado muito forte. Em relação aos Argissolos Vermelhos, apresenta-se classe de fragilidade forte.

Mapa 08: Classes de fragilidade dos solos da Bacia Hidrográfica Ribeirão da Picada no município de Jataí/ GO.



4.2.5 Declividade

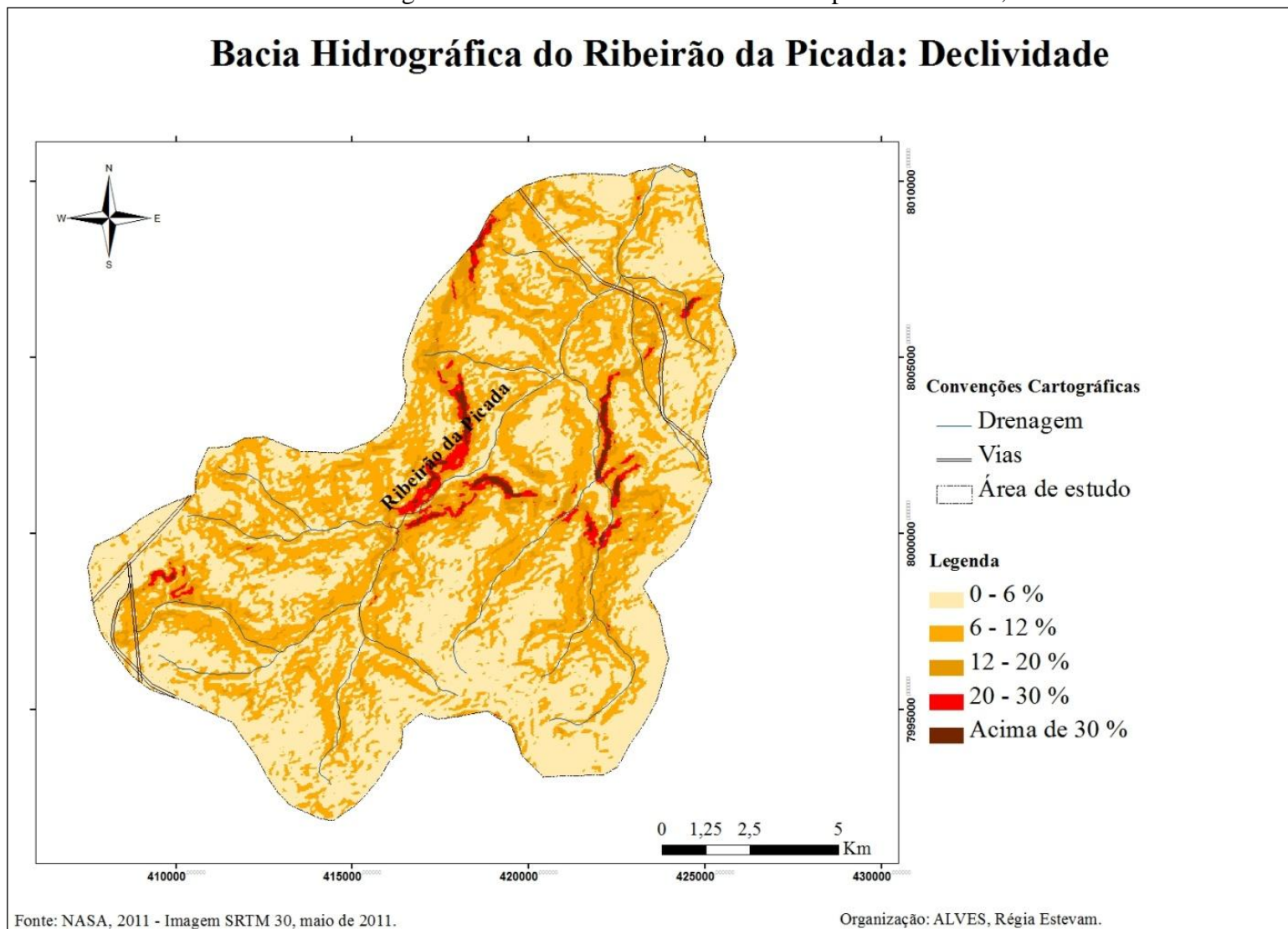
Em mapeamentos de fragilidade ambiental, a declividade é uma das variáveis fundamentais nesse tipo de estudo, pois os processos erosivos hídricos podem ser acelerados a partir do grau de inclinação da vertente do terreno. No entanto, é preciso esclarecer que a declividade não se constitui como um único fator que interfere nos processos erosivos, visto que, há necessidade de se analisar outros fatores como tipo de solo, comprimento das vertentes, morfologia das vertentes, cobertura do solo, entre outros.

Todavia, ao analisar o percentual de declividade da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada foi possível observar a questão referente a erosões que ocorrem na mesma. É sabido que, dependendo do percentual de declividade as águas das chuvas podem escoar de maneira acelerada retirando partículas do solo com maior intensidade. Deste modo, a Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada é composta por classes de declividade que variam de 0 a acima de 30% (Mapa 09).

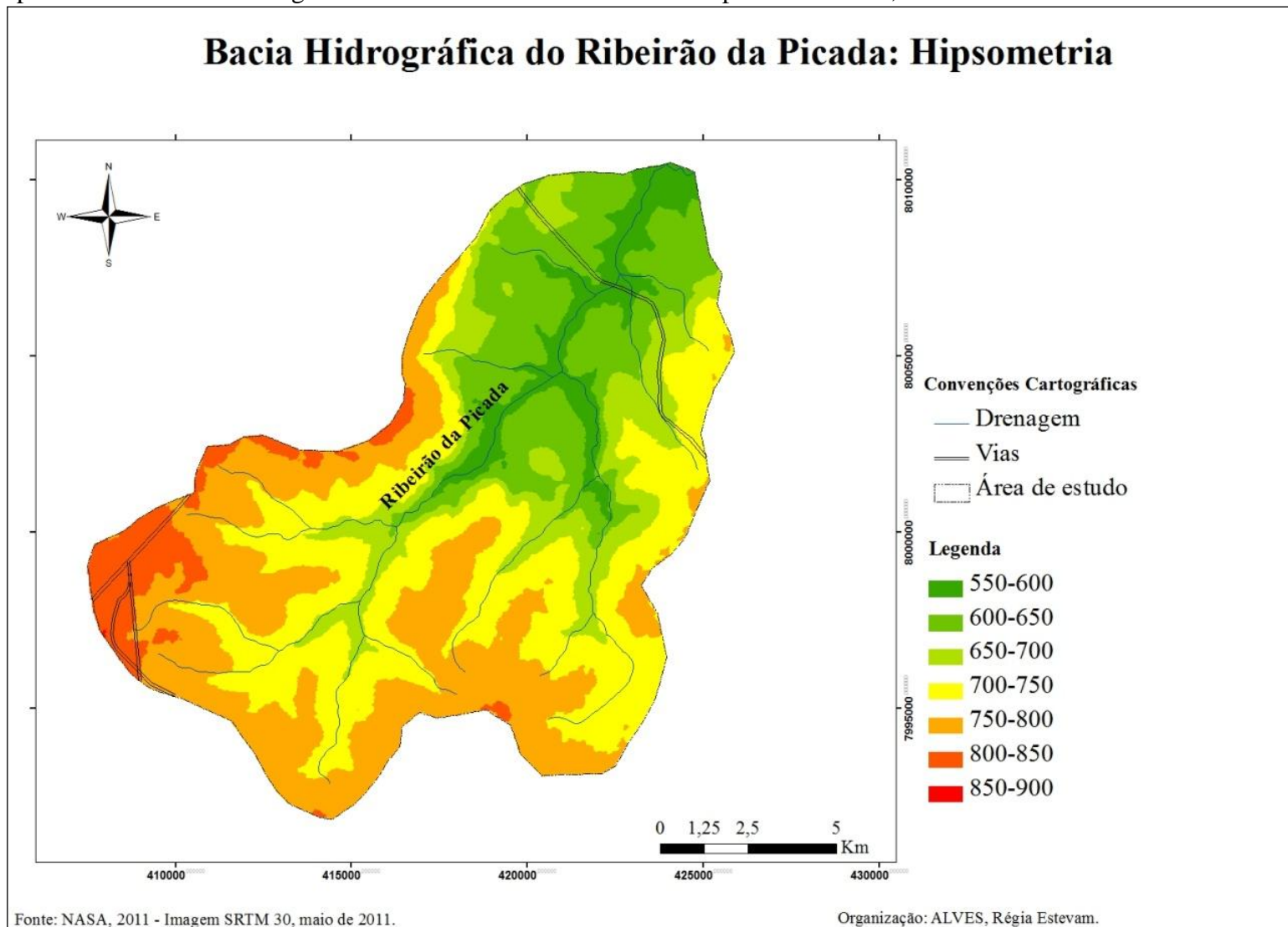
Apenas algumas áreas próximas ao curso médio da bacia apresentam declividade acima de 30%, locais de ocorrência de zona de falhamento com presença de falha indiscriminada com traços curtos encobertos (RADAMBRASIL, 1982). Entretanto, é a jusante da bacia que se apresenta áreas isoladas de declividade com percentual de 20-30 % onde o relevo apresenta cotas entre 550 a 650 m de altitude (Mapa 10), em cujos locais ocorrem processos erosivos mais acentuados.

No que se refere à fragilidade da declividade relacionada as classes de solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada (Mapa 11), observou-se que em quase toda bacia, a fragilidade da declividade é fraca. Entretanto, nas áreas, onde a declividade é acima de 30% com presença de Latossolos Vermelhos, a fragilidade da declividade é forte. Somente na área de ocorrência dos Neossolos Quartzarênicos, a fragilidade da declividade é muito forte.

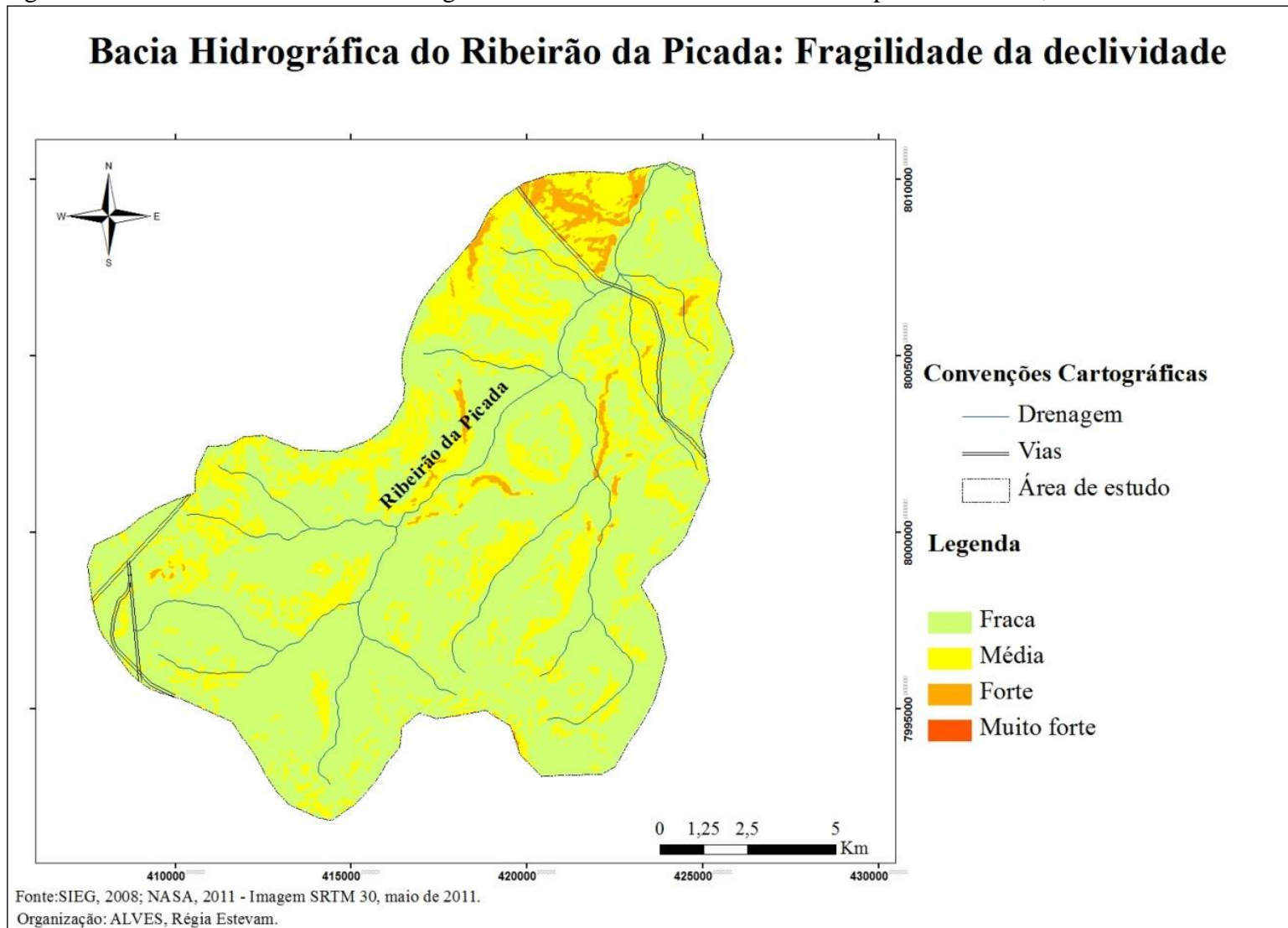
Mapa 09: Classes de declividade da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO, no ano de 2011.



Mapa 10: Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO, no ano de 2011.



Mapa 11: Fragilidade da declividade da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO, no ano de 2011.



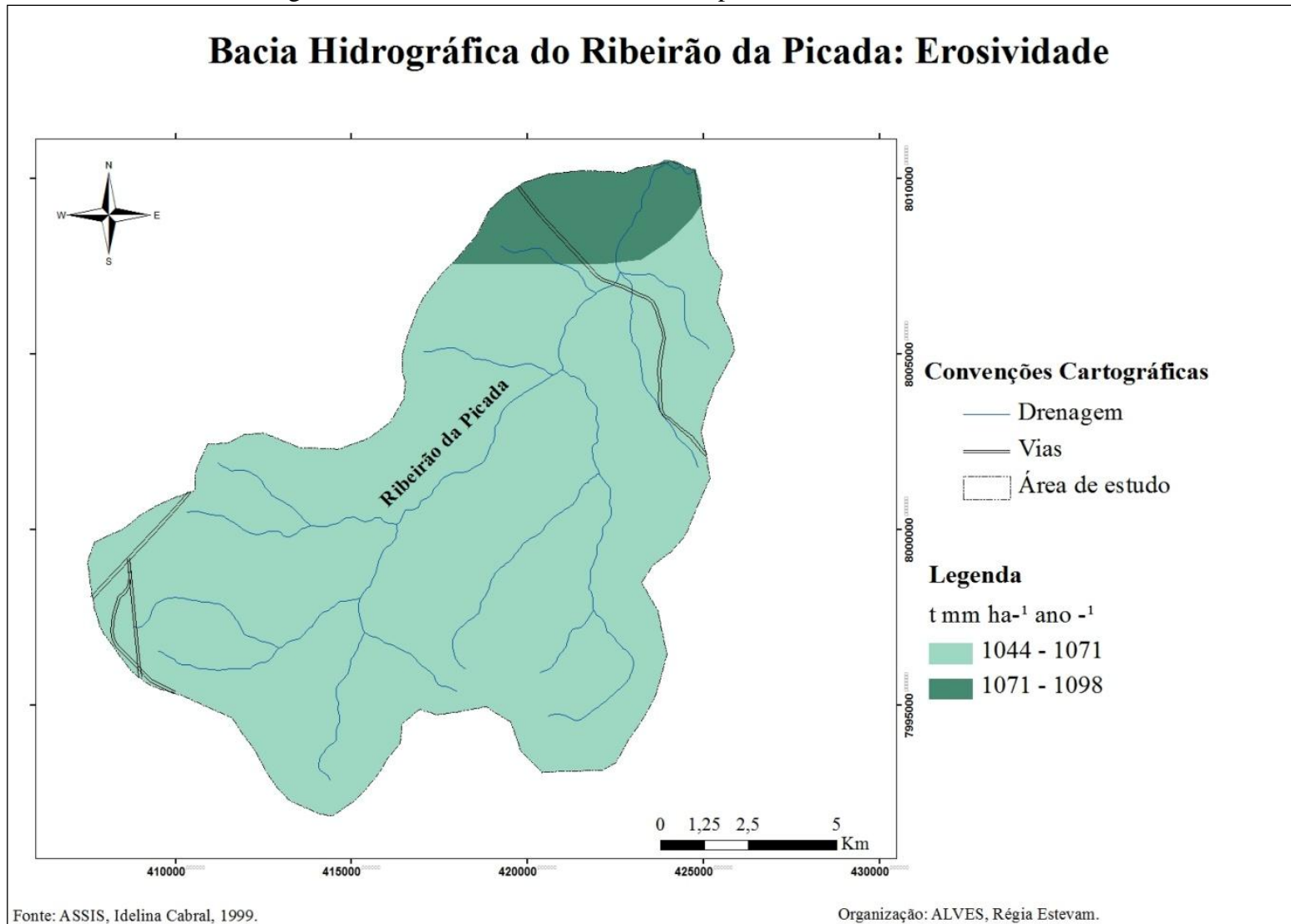
4.2.6 Erosividade

As informações sobre o clima, sobretudo, o volume de chuvas, são importantes fatores a serem avaliados, mesmo que em alguns casos sejam apenas complementos, quando se pretende definir o grau de fragilidade ambiental em que determinada área está exposta. Além disso, a pluviosidade é muito importante para o desenvolvimento dos ecossistemas e ajudam no regulamento hídrico dos cursos d'águas. Outro fator relevante a ser observado, é a relação pluviosidade/solo, pois dependendo do tipo de uso do solo pode acelerar processos erosivos.

Para a área da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, observou-se que os índices de chuva anual são em torno de 1708,4 mm. Os meses com volume de chuva mais expressivo são os de janeiro, fevereiro, março e dezembro, os quais as médias mensais são superiores à 150 mm. Esse período coincide com o plantio e colheita de culturas como a soja e milho em áreas da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada. O intervalo entre a colheita e o plantio acaba deixando o solo desprovido de cobertura vegetal, favorecendo os processos erosivos.

O solo descoberto associado a intensos volumes de chuvas, os quais são bem comuns na estação de verão, indica que as áreas sem cobertura vegetal apresentem fragilidade ambiental bastante elevada. A presença dos processos erosivos, ou seja, a perda de solo pelo escoamento superficial causada pela força da chuva pode ser expressa pelo mapeamento de erosividade. Para a Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, conforme o Mapa 12, estimou que os processos erosivos sejam de $1044 \text{ t mm ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ até $1098 \text{ t mm ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, valores estes considerados muito forte conforme metodologia de Ross (1994). Embora a erosividade em toda a bacia seja considerada muito forte, é na jusante da bacia que se concentra as áreas de ocorrência de processos erosivos como, por exemplo, erosões em ravinas e voçorocas de grandes dimensões.

Mapa 12: Erosividade da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO, no ano de 2011.



4.3 Caracterização da paisagem a partir da fragilidade ambiental

Sendo a paisagem o resultado da combinação dos elementos físicos, biológicos e antrópicos, é possível caracterizá-la dependendo de sua dinâmica ou escala. Essa caracterização envolve a avaliação dos processos de evolução da paisagem, a qual pode ser a partir de estudo de fragilidade ambiental, pois fornece informações importantes sobre sua dinâmica em relação aos ambientes que apresentam maior vulnerabilidade a exploração antrópica.

Diante disto, a partir da avaliação da fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada e com base na metodologia de Bertrand (2007), foi possível classificá-la em unidade de paisagem do tipo geossistema. Para se chegar a essa classificação foi necessário demonstrar as condições naturais e antrópicas da bacia em questão, a partir da análise da fragilidade ambiental, a qual é vislumbrada através de duas condições distintas, a saber:

- Fragilidade potencial que são as características naturais propícias a fragilidade, como por exemplo, os tipos de solo, a declividade e a dinâmica das chuvas, os quais podem influenciar ou não no equilíbrio ambiental;
- Fragilidade emergente que configura no equilíbrio ambiental em relação aos ambientes naturais e a exploração destes pelo homem.

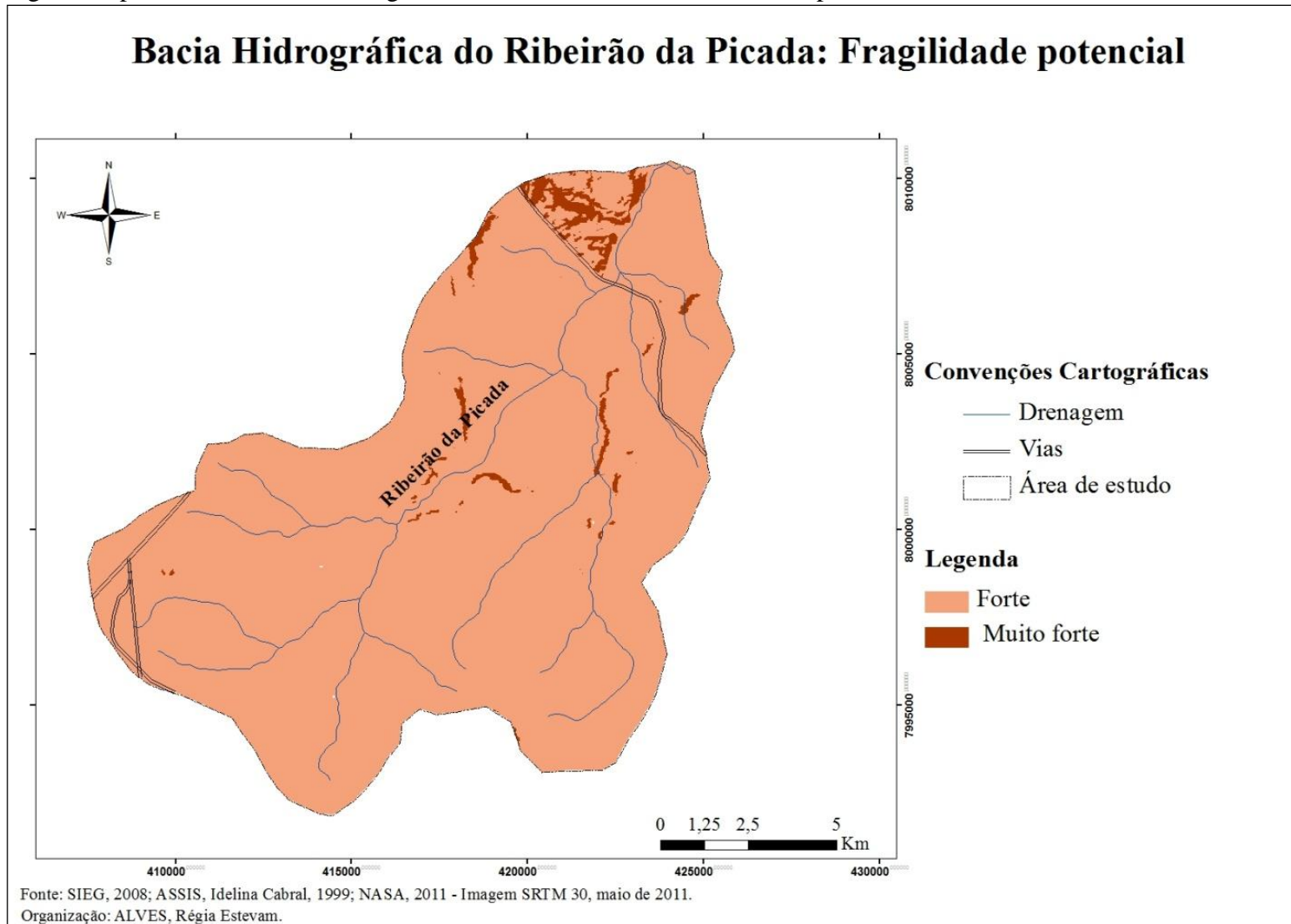
A fragilidade potencial da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada foi obtida a partir do cruzamento dos seguintes mapas: tipos de solos; declividade e erosividade. Os resultados desses cruzamentos mostraram que as características dos ambientes naturais da bacia não oferecem condições para uma exploração antrópica intensa, pois a fragilidade potencial encontrada é considerada forte a muito forte (Mapa 13).

Conforme os resultados apresentados (Mapa 13), a fragilidade potencial de maior representatividade na bacia é a classe forte que abrange cerca de 94,16% da área total da bacia, onde os solos são representados pelos Latossolos bem drenados, com textura argilosa a média argilosa e com declividade que varia entre 6 a 20%. Embora nessas áreas da bacia ocorram declividades menos acentuadas, as características texturais dos Latossolos influenciam nesse resultado, pois em caso de ausência de cobertura vegetal, quanto maior o percentual de areia no solo, mais esse será propenso a perda de partículas, seja por escoamento superficial causado pela intensidade da chuva, seja por processos eólicos.

A fragilidade potencial considerada muito forte ocorre em torno de 5,84% da bacia, coincidindo com as áreas de declividade mais acentuada, as quais variam de 20% acima de

30% de declive, porém abrangendo todas as classes de solos encontrados na bacia, sendo mais representativa nas áreas de ocorrência dos Neossolos Quartzarênicos.

Mapa 13: Fragilidade potencial da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO, no ano de 2011.

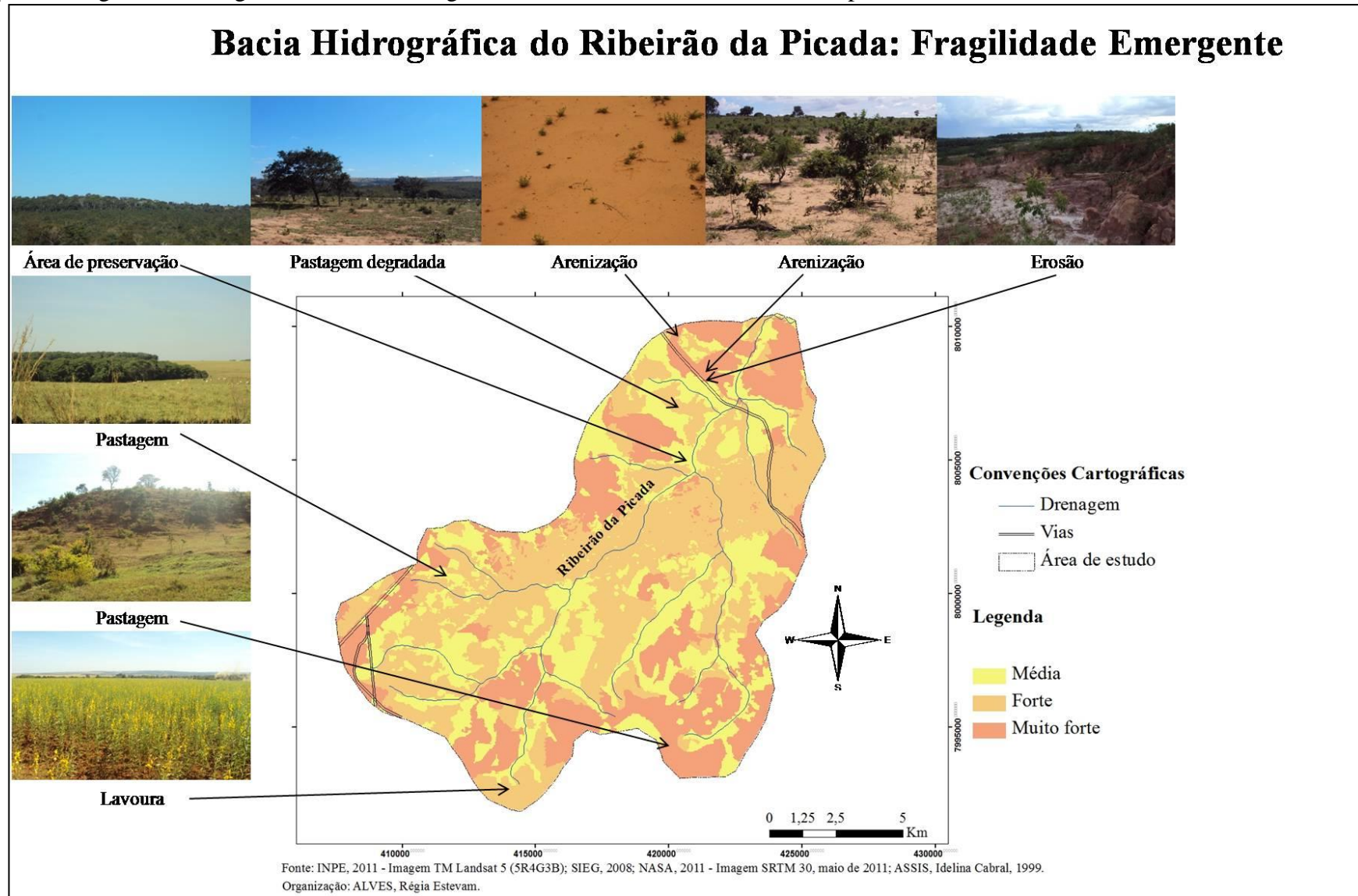


Além de considerar as características naturais como solo, declividade e erosividade, a fragilidade emergente acrescenta as características antrópicas, que se caracteriza pela forma que o homem explora os ambientes naturais. Assim, a fragilidade emergente obtida para a Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada foi a partir dos cruzamentos dos mapas: declividade, solo, erosividade e grau de proteção aos solos com base no uso da terra. Os resultados indicaram três classes de fragilidade emergente: média, forte e muito forte (Mapa 14).

O manejo do solo, o desmatamento e a declividade determinaram os resultados da avaliação da fragilidade emergente da bacia, pois verificou-se que as áreas com fragilidade emergente considerada muito forte, cerca 41,81% da bacia, são exatamente onde o solo encontra-se descoberto. Deste modo, observou-se que alguns locais dessas áreas com fragilidade forte apresentam degradações bastante consideráveis como, por exemplo, a jusante da bacia onde ocorrem processos de arenização e erosão do solo (Mapa 14). O termo arenização é utilizado no Brasil por Suertegaray (1992), para definir degradação do solo em que torna a terra árida em regiões de clima úmido.

Todavia, as áreas de matas, Cerradão e Cerrado, onde a declividade é menos acentuada, indicaram fragilidade emergente considerada média, em torno de 16,21% do total da bacia. Isto demonstra a relação entre o desmatamento e a mudança negativa nos índices de fragilidade emergente na bacia. Embora a pastagem e a cultura seja um tipo de cobertura vegetal, suas características não oferecerem proteção adequada ao solo, pois isso está relacionado ao tipo de cultura e se a pastagem é intensa. Em relação à bacia estudada, observou-se cerca de 41,98% de fragilidade forte nas áreas de pastagem e lavouras. O que alerta para a necessidade de maior responsabilidade no manejo do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada.

Mapa 14: Fragilidade emergente da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO, no ano de 2011.



A caracterização da paisagem da bacia é resultante da análise dos mapas de fragilidade potencial e emergente, e do uso da terra verificados nas imagens e nos trabalhos de campo. Com base na classificação de geossistemas proposta por Bertrand (2007), foi possível adaptar os tipos de geossistemas descritos por ele na França, para as condições da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada. Diante dos resultados, caracterizou-se a paisagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada em dois geossistemas distintos: geossistemas em biostasia e geossistemas em resistasia, seus respectivos subtipos, como por exemplo, geossistemas degradados com dinâmica progressiva ou regressiva (Mapa 15; Quadro 01).

Verificou-se que os geossistemas degradados com dinâmica regressiva localizam-se no médio curso da bacia, cuja vegetação é composta por matas, os tipos de solos são os Latossolos de textura média a argilosa e Argissolos sobre rochas das Formações Vale do Rio do Peixe e Serra Geral, porém com erosividade considerada muito forte.

Embora, naturalmente o potencial ecológico nesse geossistema apresente fragilidade considerada forte, pôde-se observar que mesmo ocorrendo exploração dos ambientes naturais pelo homem, há certo equilíbrio nessa dinâmica, pois nos últimos anos vem ocorrendo à regeneração da vegetação, mesmo com ações antrópicas relacionadas às atividades agropastoris como pastagem e cultivo de culturas para subsistência. Nesses geossistemas degradados, foram identificados processos de degradação como erosões e pequenas manchas de areia.

Na montante da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, a paisagem é do tipo geossistemas degradados com dinâmica progressiva em processo de regressiva, pois se observou que nos últimos vinte anos houve uma transformação positiva em relação às áreas de matas, as quais aumentaram. Esses geossistemas são compostos por arenitos das Formações Cachoeirinha e Vale do Rio do Peixe, e sedimentos basálticos da Formação Serra Geral sob Latossolos e Argissolos de textura média a argilosa. Em relação ao relevo, predominam-se formas tabulares que variam de 0 – 6% a acima de 30% de declive.

Quanto à relação entre potencial ecológico e exploração antrópica, verificou-se que mesmo os ecossistemas naturais apresentarem fragilidade potencial considerada forte, está se desenvolvendo um processo de equilíbrio, pois não foram observadas degradações do solo como, por exemplo, erosões e arenização.

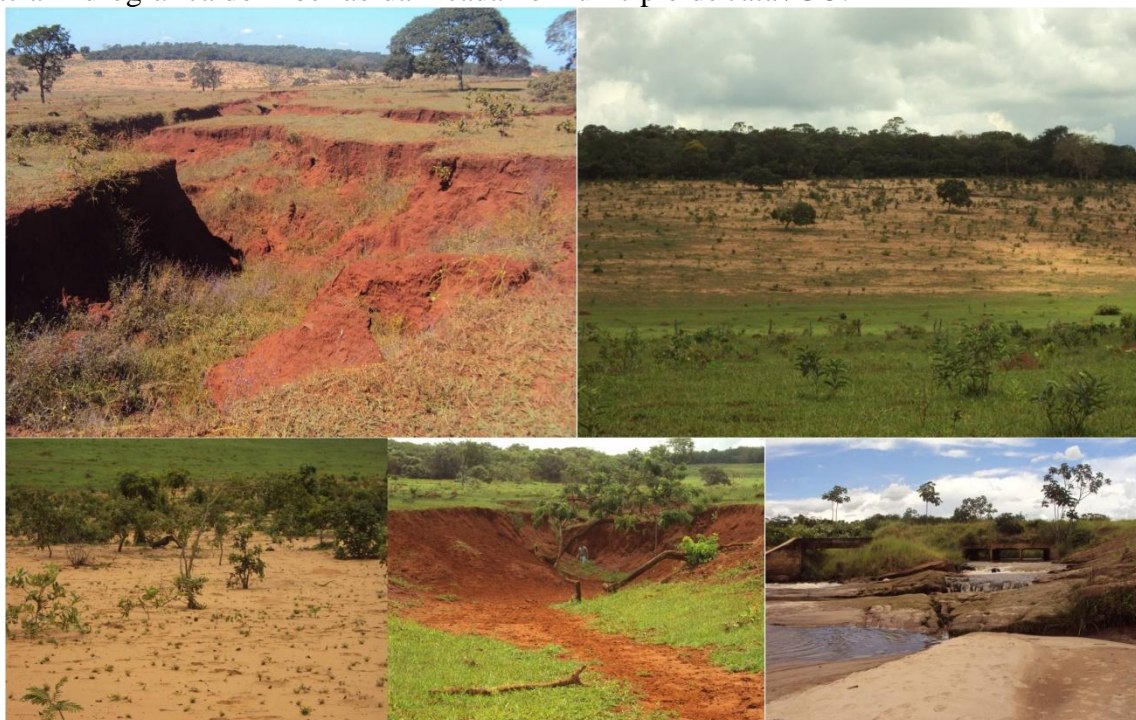
No entanto, a jusante da bacia a paisagem é caracterizada por geossistemas em resistasia do tipo marginais em mosaico. Essa paisagem é composta por Latossolos de textura média a argilosa, Neossolos Quartzarênicos com declividades que variam entre 0-6 a 30% sob solos descobertos e vegetação como matas e Cerradão. Entretanto, as ações antrópicas foram

mais acentuadas nesses últimos vinte anos, com desmatamentos consideráveis, uso intenso da pastagem, ocorrendo abandono de algumas áreas cuja vegetação não conseguiu se regenerar.

Esse tipo de geossistema é caracterizado por apresentar predominância de fragilidade potencial muito forte (Mapa 15), onde se observou que não há um equilíbrio entre o potencial ecológico e a exploração antrópica. Deste modo, as ações antrópicas combinadas com a fragilidade natural dessa área da bacia transformaram a paisagem de forma muito intensa. Ocorrendo processos de arenização em locais sem ou com pouca cobertura vegetal, além dos processos erosivos que variam de ravinas às voçorocas, observados na área. A drenagem da bacia, nesse percurso, apresenta processo de assoreamento devido à ausência de Mata Ciliar e a intensa carga de sedimentos na carga do rio (Foto 15).

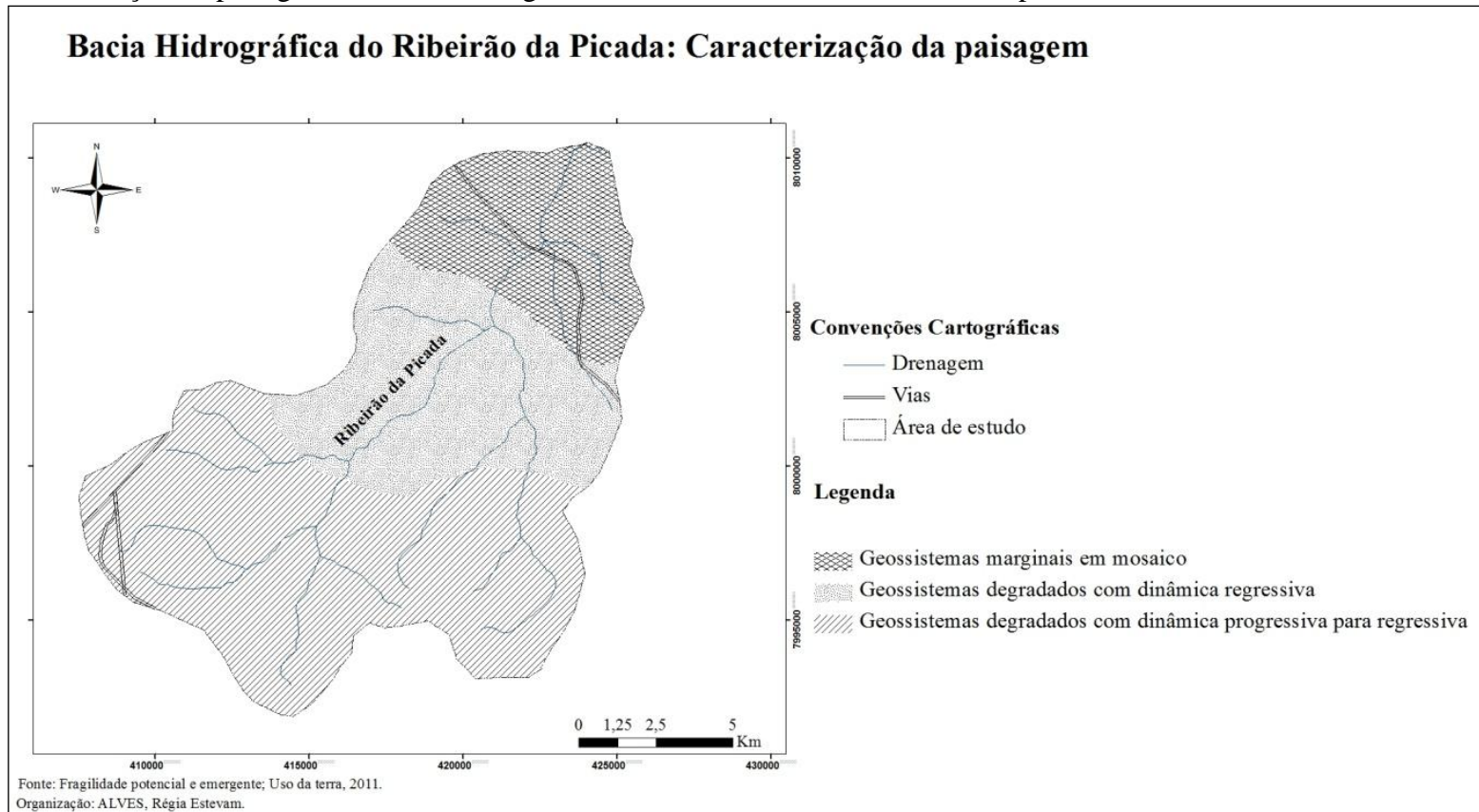
Os geossistemas representados pelas áreas de ocorrência dos Neossolos Quartzarênicos sob pastagem degradada e área de Cerradão demonstraram, a partir resultados das análises químicas e físicas dos solos, que se retirar o Cerradão dessa área da bacia e submetê-la a pastagem, conseqüentemente no futuro ampliarão as áreas arenizadas em curto intervalo de tempo.

Foto 15: Degradação intensa de geossistema em resistasia marginal em mosaico à jusante da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.



Autora: Régia E. Alves. Trabalhos de campo realizados nos anos de 2010 e 2011.

Mapa 15: Caracterização da paisagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, no município de Jataí/GO.



Quadro 01: Legenda complementar do mapa de paisagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada no município de Jataí/GO.

| Tipologia paisagem | Unidades elementares | | | | | Ação antrópica |
|--|---|--|---|-------------|---------------------------|--|
| | Relevo | Geologia | Solo | Erosividade | Vegetação | Tipos de uso |
| Geossistemas em bioestasia | | | | | | |
| Geossistemas degradados com dinâmica regressiva | Relevos tabulares com dissecação média a fraca, com declividade que varia de 0-6% a acima de 30%. | Arenitos das Formações Vale do Rio do Peixe e Basaltos da Formação Serra Geral | Latossolos de textura média a argilosa | Muito forte | Cerrado, Cerradão e Matas | Atividades agropastoris como pastagem e culturas de subsistência |
| Geossistemas degradados com dinâmica progressiva para regressiva | Relevos tabulares com declividade que varia de 0-6% a acima de 30%. | Arenitos da Formação Vale do Rio do Peixe e Basaltos da Formação Serra Geral | Latossolos e Argissolos de textura média a argilosa | Muito forte | Matas e Cerradão | Pastagem e culturas de como, por exemplo, lavouras de soja e milho |
| Geossistemas em resistasia | | | | | | |
| Geossistemas marginais em mosaico | Relevos tabulares com declividade que varia de 0-6 a acima de 30%. | Arenitos da Formação Vale do Rio do Peixe e Basaltos da Formação Serra Geral | Latossolos de textura média a argilosa e Neossolos | Muito forte | Matas e Cerradão | Pastagem e culturas como, por exemplo, lavoura soja |

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento da evolução do uso da terra ajudou a compreender a dinâmica de apropriação dos ecossistemas na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada, sobretudo, as transformações em um período de vinte anos. Evidenciando que ao longo desse período, a Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada foi submetida à intensa atividade de pecuária sem práticas de rotatividade e, atualmente é possível observar a inserção de monoculturas como soja, milho e sorgo.

Todavia, a análise da evolução do uso da terra em conjunto com as análises de fertilidade, da textura e dos mapas de solos, permitiu concluir que em geral os solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada possuem fragilidade natural alta, porém potencializada por manejos inadequados causando degradações em estágios avançados onde se observou problemas de fertilidade, erosão e restrição ao desenvolvimento vegetal. Em relação à degradação do solo, a reconstituição da vegetação é fundamental para a recuperação das áreas que apresentam assoreamento da drenagem, erosão e arenização.

Os resultados das análises dos Neossolos Quartzarênicos serviram para mostrar que mesmo sendo um único tipo de solo, os valores da porosidade se diferem entre pastagem degradada e Cerradão. Isso pode estar relacionado com a quantidade de matéria orgânica e a estruturação do solo, pois, entende-se que no Cerradão há mais matéria orgânica do que na pastagem degradada que possui uma cobertura vegetal bastante rarefeita. As características da porosidade para o solo é muito importante, pois, possibilita avaliar a dinâmica de circulação de água no solo. Isto ajuda a compreender parte dos processos de degradação do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada em função da diferença de porosidade entre as duas áreas.

A área de pastagem degradada apresentou maior percentual de macroporos, isso pode dificultar a retenção de água no solo contribuindo para escoamento superficial e conseqüentemente levando a não fixação de matéria orgânica e a formação de erosões. Diante disto, a avaliação da estrutura e do teor de matéria orgânica seria de grande relevância na identificação do efeito desse atributo sobre a qualidade dos Neossolos Quartzarênicos.

Quanto à fragilidade emergente, a classe muito forte se distribui em áreas com solo descoberto e áreas onde a declividade é acentuada. Assim, pôde-se observar que mesmo alguns tipos de uso da terra como as Matas, Cerrado e Cerradão representar certo grau de proteção aos solos da bacia, as características de declividade, tipos de solos e erosividade não determinaram fragilidade emergente considerada baixa ou muito baixa. Isto indica a necessidade de maior atenção ao manejo dos ecossistemas de toda a Bacia Hidrográfica do

Ribeirão da Picada, com práticas conservacionistas que diminuem os processos de degradação como aquelas observadas nas áreas à jusante dessa bacia.

Em relação à metodologia utilizada para o mapeamento da fragilidade ambiental de acordo com a proposta por Ross (1994), com base na declividade, esta atendeu com eficiência as necessidades da pesquisa, possibilitando tanto a compreensão em nível de ecossistemas, quanto das ações antrópicas. A metodologia utilizada mostrou que a declividade não influencia no processo de degradação dos solos nessa bacia. A proposta de Bertrand (2007), que classifica a paisagem a partir da identificação de tipos de geossistemas, também foi eficiente neste estudo da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada.

O estudo da caracterização da paisagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Picada contribuirá para o conhecimento da realidade ambiental dessa bacia e de regiões próximas, possibilitando a implementação de políticas públicas consistentes a sua realidade como, por exemplo, o uso da terra que apresenta implicações referentes ao manejo do solo em algumas áreas de pastagem sem rotação de pasto, onde conseqüentemente tem ocorrido degradações. Apesar de alguns dados apresentarem fragilidade baixa, percebeu-se que o uso inadequado do solo tem provocado essas degradações do solo, potencializando a fragilidade dos ecossistemas da bacia.

Quanto às recomendações de uso nessa bacia, é preciso que sejam implementadas tecnologias apropriadas, voltadas à preservação e melhora das características químicas do solo e da matéria orgânica, importante para a manutenção da qualidade do solo. A utilização do solo para a produção agrícola é possível, desde que muitas ações voltadas à recuperação da estrutura, fertilidade e ocupação da vegetação sejam atendidas.

"Quando o solo morre, nascem as pedras".
Pedro Casimiro

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. COSTA JÚNIOR, M. Paisagens rurais do Sudoeste Goiano, entre Itumbiara e Jataí. **Boletim Paulista de Geografia**. São Paulo. n.7. p.38-63, 1951.
- AB'SABER, A. N.. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159 p.
- ALVAREZ, V. H. et al. Interpretação dos resultados das análises de solos. **In: Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa, 1999. P. 25-60.
- ASSIS, I. C. **Potencial natural à erosão em solos do município de Jataí/GO**. Monografia (Bacharelado em Geografia), Departamento de Geografia da Universidade Federal de Goiás/Campus Jataí. 61 p.
- BARBOSA, J. M. Mudanças na paisagem e uso do solo na área rural de Sobradinho, Uberlândia, MG. Uberlândia, 2006. **Caminhos de Geografia**, v. 7, n. 17. p. 180-191.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4. ed. São Paulo: Icone, 1999. 355 p.
- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física global. **Caderno de Ciências da Terra**. Universidade de São Paulo, 13, 1972, p.2-27.
- BERTRAND, G.; BERTRAND, C. **Uma Geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Org.: Messias Modesto dos Passos. Maringá: Ed. Massoni, 2007. 332 p.
- BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A.S.da S.; BOTELHO, R.G.M. (Orgs). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 269-299.
- CABRAL, J. B. P. et al. Mapeamento da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio Doce (GO), utilizando técnicas de geoprocessamento. **GeoFocus (Artículos)**, nº 11, p. 51-69. ISSN: 1578-5157.
- CAMPOS, M. C. C. et al. Relações solo-paisagem em uma litossequência arenito-basalto na região de Pereira Barreto, SP. **Revista Brasileira de Ciência do solo**. nº 31, 2007, p.519-529.
- CARVALHO, V. C.; FREITAS, M. W. D. Mapeamento das paisagens em nível de Geossistema de três áreas representativas do bioma Caatinga. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Goiânia, 2005, INPE, p. 2087-2099.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em Geografia**. São Paulo: Hucitec/Edusp, 1979. 106 p.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999. p. 01-174.

CIAMPALINI, R; FOLLAIN, S; LE BISSONNAIS, Y. Long-term soil landscape modelling in a Mediterranean agricultural environment. World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World. *Published on DVD...* Australia, 2010, p. 16-19.

CREPANI, E. et al. **Curso de Sensoriamento Remoto aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico**. São José dos Campos: INPE, 1996. 17 p.

CUNHA, S. B.; FREITAS, M. W. D. Geossistemas e gestão ambiental na bacia hidrográfica do rio São João-RJ. **GEOgraphia** - Ano. 6 – N. 12 – 2004. p. 87-110.

DONHA, A. G.; SOUZA, L. C. P.; SUGAMOSTO, M. L. Determinação da Fragilidade Ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG. Campina Grande, PB: **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.1, p.175–181, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA BRASILEIRA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA BRASILEIRA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. Revisão estratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo). **Revista Brasileira de Geociências**. V. 30, 2000. p. 717-728.

GHEZZI, A. O. **Avaliação e mapeamento da Fragilidade Ambiental da Bacia do Rio Xaxim, Baía de Antonina – PR, com o auxílio de geoprocessamento**. Dissertação (Mestrado em Ciências do solo). Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2003. 53 p.

GONÇALVES, A.; SCHNEIDER, R. L. Geologia do Centro-Leste de Mato Grosso. PETROBRÁS, DESUL. **Relatório Técnico Interno**, nº 394. Ponta Grossa, 1970. 43 p.

GONÇALVES, G. G. G. et al. Caracterização empírica da fragilidade ambiental em bacias hidrográficas – o caso da bacia do Rio Dourados - MS. In: 2º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal. *Anais...* Corumbá, 2009, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.422-432.

HERMUCHE, P. M.; GUIMARÃES, G. M. A.; CASTRO, S. S. Análise dos compartimentos morfopedológicos como subsídio ao planejamento do uso do solo em Jataí – GO. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, nº 26, p. 113 - 131, 2009.

KAWAKUBO, F. S. et al. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. *Anais...* Goiânia, 2005, INPE, p. 2203-2210.

KIEHL, E. J. **Manual de Edafologia: relações solo e planta**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1979. 262 p.

LATRUBESSE, E. M. **Mapa Geomorfológico do Estado de Goiás: Relatório Final**. Goiânia: GOIÁS (Estado) - Secretaria de Indústria e Comércio/Superintendência de Geologia e Mineração. Goiânia, 2005.81 p.

MARIANO, Z. F. **A importância da variável climática na produtividade da soja no Sudoeste de Goiás**. Tese (Doutorado em Agrometeorologia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP. Rio Claro, 2005. 251 p.

MENDES, C. A. B.; CIRILO, J. A. **Geoprocessamento em Recursos Hídricos: Princípios, Integração e Aplicação**. Porto Alegre: ABRH, 2001. 538 p.

MENDONÇA, F. B. J. **SOLO: substrato da vida**. 2 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 129 p.

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistema: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 2000.

MORAGAS, W. M. **Análise do sistema ambientais do alto Rio Claro - Sudoeste de Goiás: Contribuição ao planejamento e gestão**. Rio Claro-SP, 2005. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista/Campus de Rio Claro. 226 p.

OLIVEIRA, I. P. et al. Manutenção e correção da fertilidade do solo para a inserção do Cerrado no processo produtivo. **Revista Eletrônica Faculdade de Montes Belos**, ISSN 1808-8597, v.1, n.1, Montes Belos, 2005, p. 50-64.

OLIVEIRA, J. P. Sustentabilidade de sistemas produtivos agrários de paisagens do Cerrado: Uma análise no município de Jataí (GO). **Revista Terra Livre**, Ano 20, v. 2, n. 23, Goiânia 2004, p. 139-159.

PASSOS, M. M. **A raia divisória: Geossistema, Paisagem e Eco-história**. Maringá: Eduem, 2006. 132 p.

PISSINATI, M. C.; ARCHELA, R. S. Geossistema, território e paisagem - Método de estudo da paisagem rural sob a ótica Bertrandiana. **Geografia** - v. 18, n. 1, 2009. p. 05-31.

PRADO, Hélio do. **Solos Tropicais: Potencialidades, limitações, manejo e capacidade de uso**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1998. 231p.

PROJETO RADAMBRASIL. Programa de Integração Nacional. Levantamento dos recursos naturais, v. 31, **Folha SE. 22, Goiânia**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982.

REATTO, A. Solos do Bioma Cerrado: aspectos pedológicos. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: Ecologia e Flora**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 2v. p. 20-45.

RODRIGUES, Cleide. A teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais. São Paulo: **Revista do Departamento de Geografia**, v. 14, 2001, p. 69-77.

RODRIGUEZ, M.; SILVA, E. V. A classificação das paisagens a partir de uma divisão geossistêmica. **Mercator**, ano 01, n. 01, 2002. p. 95-112

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 7 ed. Uberlândia: EDUFU, 2009. 264 p.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia, Ambiente e Planejamento. São Paulo: Contexto: São Paulo, 1990. p.14.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista Departamento de Geografia**, São Paulo – SP, nº 8 . FFLCH-USP, 1994. p. 63-74

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 208 p.

SANTOS, E. **Mapeamento da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Jirau município de Dois Vizinhos Paraná**. Dissertação de Mestrado. (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Paraná, UFPR. Curitiba, 2005. 123 p.

SILVA, I. C. **Mapeamento da Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça em Jataí/GO, utilizando técnicas de geoprocessamento**. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, UFG. Jataí, 2008. 56 p.

SISTEMA ESTADUAL DE ESTATÍSTICA E DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DE GOIÁS. **Folhas: SE22-YB e SE22 – VD**. Goiânia, 2008. Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br>. Acesso em: 12 de abr. de 2011.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II**. 2. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008.

SPÖRL, C. **Análise da fragilidade ambiental relevo/solo com aplicação de três modelos alternativos nas altas bacias do rio Jaguari-Mirim, Ribeirão do Quartel e Ribeirão da Prata**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, FFCH. São Paulo, 2001. 159 p.

SPÖRL, C.; ROSS, J. L. S. Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. **GEUSP**. São Paulo, n. 15, p. 39-49, 2004.

SPÖRL, C. **Metodologia para elaboração de modelos de fragilidade ambiental utilizando redes neurais**. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, FFCH. São Paulo, 2007. 185 p.

STORANI, D. L. **Geossistemas e Fragilidade de terras na Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu/SP**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geociências / UNICAMP, Campinas, 2010. 104 p.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. 91 p.

TROPPEMAIR, H. Geografia Física ou Geografia Ambiental? Modelos de Geografia Integrada. Simpósio de Geografia Física Aplicada. **Bol. de Geografia Teórica**, Rio Claro, 1985. p. 63-69.

TROPPEMAIR, H.; GALINA, M. H. Geossistema. **Mercator** - Revista de Geografia da UFC, ano 05, número 10, 2006. p. 79-89.

SOUZA, E. D; CARNEIRO, M. A. C.; PAULINO, H. B. Atributos físicos de um Neossolo Quartzarênico e um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n.11, 2005. p.1135-1139.

SUERTEGARAY, D. M. A. **Deserto Grande do Sul: Controvérsia**. Porto Alegre: UFRGS, 1992. 109 p.

TUCCI, C. E. M. MENDES, C. A. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica**. Ministério do Meio Ambiente / SQA. – Brasília: MMA, 2006. 302 p. Bibliografia ISBN 85-7738-047-5.

WALTER, B. M. T.; RIBEIRO, J. F. As principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: Ecologia e Flora**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 151-212.

WIEGAND, M. C. et al. Utilização do SIG na avaliação da Fragilidade potencial da Bacia Experimental de Aiuaba - BEA /CE. **Revista de Geologia**, v. 22, nº 2, 2010. p. 186 - 196.