



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**



RONIEX DA SILVEIRA

**ANÁLISE INTEGRADA DA PAISAGEM DA SUB-BACIA DO RIO
PAGÃO-GUARAREMA/SERGIPE: UM OLHAR PARA A
FRAGILIDADE AMBIENTAL**

Cidade Universitária Prof. Aloísio de Campos
São Cristóvão/SE
2021



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**



RONIEX DA SILVEIRA

**ANÁLISE INTEGRADA DA PAISAGEM DA SUB-BACIA DO RIO
PAGÃO-GUARAREMA/SERGIPE: UM OLHAR PARA A
FRAGILIDADE AMBIENTAL**

Dissertação de mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe (PPGEO/UFS), como requisito para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientadora: **Prof^ª. Dr^ª Neise Mare de Souza Alves**

Linha de Pesquisa: **Dinâmica Ambiental**

Cidade Universitária Prof. Aloísio de Campos
São Cristóvão/SE
2021

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

S587a Silveira, Roniex da
Análise integrada da paisagem da sub-bacia do rio Pagão-Guararema/Sergipe : um olhar para a fragilidade ambiental / Roniex da Silveira ; orientadora Neise Mare de Souza Alves. - São Cristóvão, SE, 2021.
138 f. : il.

Dissertação (mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Sergipe, 2021.

1. Geografia. 2. Análise paisagística. 3. Impacto ambiental – Avaliação. 4. Ecossistemas – Manejo. 5. Solo – Uso. 6. Bacias hidrográficas – Sergipe. 7. Pagão-Guararema, Rio (SE). I. Alves, Neise Mare de Souza, orient. II. Título.

CDU 911.3:502(813.7)

**ANÁLISE INTEGRADA DA PAISAGEM DA SUB-BACIA DO RIO PAGÃO-
GUARAREMA/SERGIPE: UM OLHAR PARA A FRAGILIDADE AMBIENTAL**

RONIEX DA SILVEIRA

BANCA EXAMINADORA:

Prof^ª. Dr^ª. Neise Mare de Souza Alves
PPGEO – Universidade Federal de Sergipe
Orientadora e Presidente

Prof. Dr. Marco Antônio Tomasoni
POSGEO – Universidade Federal da Bahia
Examinador externo

Prof^ª. Dr^ª. Márcia Eliane Silva Carvalho
PPGEO – Universidade Federal de Sergipe
Examinadora interna

Data da Defesa Pública: 29/07/2021

Cidade Universitária Prof. Aloísio de Campos
São Cristóvão/SE
2021



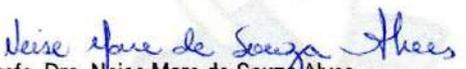
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA



**Ata da Sessão de Defesa de Dissertação de
Mestrado em Geografia de Roniex da Silveira.**

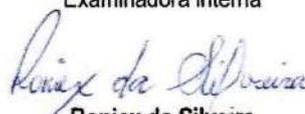
Aos vinte e nove dias do mês de julho de dois mil e vinte e um, com início às nove horas, realizou-se por videoconferência, conforme Portaria nº 247 de março de 2020, na Cidade Universitária Professor José Aloisio de Campos, a sessão de defesa de dissertação de Mestrado em Geografia de **Roniex da Silveira**, intitulada: "ANÁLISE INTEGRADA DA PAISAGEM DA SUB-BACIA DO RIO PAGÃO-GUARAREMA/SERGIPE: UM OLHAR PARA A FRAGILIDADE AMBIENTAL". A defesa foi presidida pela Professora Doutora Neise Mare de Souza Alves, que na qualidade de presidente, abriu a sessão pública e passou a palavra para o mestrando proceder à apresentação de sua dissertação. Logo após a apresentação, cada membro da Banca Examinadora composta pelos Professores Doutores Marco Antonio Tomasoni e Márcia Eliane Silva Carvalho arguíram o candidato, que teve igual período para sua defesa. Na sequência, a Professora Doutora Neise Mare de Souza Alves, na condição de orientadora, teceu comentários sobre a dissertação apresentada e destacou a trajetória para a sua construção. Encerrados os trabalhos, a banca decidiu **APROVAR** o candidato. Foram atendidas as exigências da Resolução nº 25/2014/CONEPE, que regula a apresentação e defesa de Dissertação de Mestrado.

Cidade Universitária Prof. José Aloisio de Campos, 29 de julho de 2021.


Profa. Dra. Neise Mare de Souza Alves
Orientadora e Presidente

Prof. Dr. Marco Antonio Tomasoni
Examinador externo

Profa. Dra. Márcia Eliane Silva Carvalho
Examinadora interna


Roniex da Silveira
-Mestrando-



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
GABINETE DO REITOR**

ANEXO I

**DECLARAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO REMOTA EM BANCA
EXAMINADORA**

Declaro que, no dia 29/07 /2021, às 9:00 horas, participei, de forma remota com os demais membros deste ato público, da banca examinadora de defesa da dissertação de mestrado do discente RONIEX DA SILVEIRA, do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe – UFS.

Considerando o trabalho avaliado, as arguições de todos os membros da banca e as respostas dadas pelo(a) discente(a), formalizo, para fins de registro, minha decisão de que o(a) discente está APROVADO.

Atenciosamente,

MARCO ANTONIO TOMASONI
Universidade Federal da Bahia - UFBA



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
GABINETE DO REITOR**

ANEXO I

**DECLARAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO REMOTA EM BANCA
EXAMINADORA**

Declaro que, no dia 29 / 07 / 2021, às 09:00 horas, participei, de forma remota com os demais membros deste ato público, da banca examinadora de Defesa da dissertação de mestrado do discente RONIEX DA SILVEIRA do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe – UFS.

Considerando o trabalho avaliado, as arguições de todos os membros da banca e as respostas dadas pelo(a) discente(a), formalizo, para fins de registro, minha decisão de que o(a) discente está Aprovado.

Atenciosamente,

Assinatura manuscrita em tinta preta de Márcia Eliane Silva Carvalho.

**MÁRCIA ELIANE SILVA CARVALHO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

Dedico esta obra à pessoa que, de todas as oportunidades que não poderiam ter retirado de sua vida, a Educação foi a principal delas: à “mainha”, dona Josefa Maria Oliveira Silveira.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a “painho” e “mainha”, Seu José e Dona Josefa, sem vocês eu não teria a oportunidade da vida. Vocês foram as forças que puseram minhas pernas a caminhar. A esperança maior que alimenta minha luta. As principais pessoas que me despertam o desejo de um mundo transformado. Especialmente à “mainha”, por ter sido meu primeiro contato com o Universo e porto seguro na minha vida.

Em segundo lugar, agradeço a minha família, especialmente, as minhas irmãs Rosimeire, Rozirene e Rosilaine e ao meu irmão Roniãx, aos quais pude recorrer singularmente nesta caminhada. Agradeço igualmente aos demais irmãos e irmãs: Rosimárcia, Rosicléci, Rositânia, Rozivaldo, Ronivon, Ronielson, Ronimax e Romano. Aos meus sobrinhos Andrey, Adrian, David, Davi, Michel e Evertton e às minhas sobrinhas, Larissa e Marina. Este trabalho tem um pouco de todos vocês.

Agradeço aos demais familiares e parentes: tios, tias, primos, primas, avós (*in memoriam*) e avôs (*in memoriam*).

Agradeço excepcionalmente ao Universo, como uma Unidade indissociável de tudo que existe e de onde acredito nascer todas as coisas: da micropartícula ao Cosmos.

Agradeço ainda à minha orientadora, professora Dr^a. Neise Mare, por aceitar me guiar nas minhas dúvidas e opiniões, contribuindo diretamente para o resultado deste trabalho. Por todo apoio recebido, que iniciou desde a graduação. Seu trabalho nunca foi somente técnico, foi, quando necessário, humano. Obrigado!

Meu muito obrigado também a você Bruna, minha salvaguarda de muitos momentos de indecisão e dúvidas. Minha coorientadora cheia de carisma. Grato!

Estendo meus agradecimentos às contribuições do professor Marcos Tomasoni e da professora Márcia Eliane, membros da banca. Seus encaminhamentos foram essenciais para este trabalho.

Agradeço aos colegas de mestrado e todos os professores que contribuíram para meu conhecimento e como incentivadores para que eu não viesse a desistir. Dirijo-me particularmente ao professor Hélio Mário e à Professora Acássia, pela contribuição ímpar na minha formação. Suas contribuições foram decisivas. Minhas saudações a vocês!

Agradeço à minha parceira de pesquisa e também conterrânea, Raimunda Joysse, a quem devo muito do que aprendi como pessoa e pesquisador. Com quem dividi muitas angústias e alegrias durante esse tempo. A UFS me deu a oportunidade de te conhecer. Meu afetuoso agradecimento a você!

Agradeço ao secretário do PPGEIO, Jobson, que não mediu esforços para estar sempre disponível e me auxiliando naquilo que precisei junto ao Programa. Obrigado doutor, você é um “fera”!

Obrigado, especialmente, aos amigos, amigas e colegas que estiveram juntos comigo desde a graduação, com quem vivi diversas experiências. Momentos de descontração, de festas, de aulas de campo, de Resun... Vocês também foram essa força que me conduziu até aqui.

Agradeço à Lourdes, Jonas e Michael, amiga e amigos ímpares. Não poderia deixar de lembrar de vocês aqui, por tudo que compartilhamos.

Agradeço ao meu ex-colega de quarto, José Raimundo, que teve paciência suficiente para me aturar (cabem risos) durante o tempo em que convivemos no Rosa Elze. Júnior, aprendi muito com você também, obrigado!

Agradeço igualmente à minha amiga e companheira Karolaine (Karol), que esteve dividindo horas, dias e semanas comigo durante esse período, me apoiando e auxiliando nas diferentes atividades. Sua contribuição foi muito importante. Nem conto as horas que ficou ouvindo presencialmente, por ligações e por mensagens meus surtos de reflexões, de ânimos e revoltas. A você um abraço e um muito obrigado pela disponibilidade e companhia!

Não poderia deixar de citar Betânia, pelo companheirismo e, especialmente, pela saia longa. Aquela saia mudou muito minha vida “doutora”. Grato a você sempre!

Agradeço igualmente aos demais colaboradores deste trabalho; não cito os nomes porque seriam páginas de agradecimentos. Também, aos que eu possa ter esquecido não só de mencionar, mas na lembrança. Às pessoas que convivi durante as aulas de campo, à sociedade como um todo, enfim, meu muito obrigado a todos vocês!!!

Agradeço à Educação e à Universidade Pública do Brasil. Especialmente à Universidade Federal de Sergipe e ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEIO), pela oportunidade que me foi dada de poder desenvolver uma pesquisa de mestrado.

Finalizo, agradecendo à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento da bolsa de estudos de mestrado, que foi essencial para a execução dessa pesquisa. Sem ela, possivelmente, eu não concluiria este trabalho.

Gratidão!

Se queres colher em um ano, debes plantar cereais...

Se queres colher em uma década, debes plantar árvores...

Mas se queres colher a vida inteira, debes educar e capacitar o ser humano.

(Kawantsu)

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Elementos de síntese da pesquisa	25
Figura 02 - Localização da Sub-bacia do rio Pagão-Guararema, 2020	29
Figura 03 - Classificação climática de Köppen para o estado de Sergipe.....	63
Figura 04 - Mapa de Isoietas da Sub-bacia do rio Pagão-Guararema, 2020.....	64
Figura 05 - Pluviosidades e temperaturas médias de Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.....	66
Figura 06 - Pluviosidades e temperaturas médias de Estância, Sergipe.....	67
Figura 07 - Pluviosidades e temperaturas médias de Indiaroba, Sergipe.....	67
Figura 08 - Pluviosidades e temperaturas médias de Umbaúba, Sergipe.....	68
Figura 09 - Pluviosidades e temperaturas médias de Arauá, Sergipe.....	68
Figura 10 - Mapa das Unidades geomorfológicas da Sub-bacia do rio Pagão-Guararema, 2021.....	71
Figura 11 - Mapa hipsométrico da Sub-bacia do rio Pagão-Guararema, 2020.....	73
Figura 12 - Evolução Paleogeográfica Quaternária da Planície Costeira Sergipana.....	74
Figura 13 - Mapa geológico da Sub-bacia do rio Pagão-Guararema, 2020.....	76
Figura 14 - Afloramentos da Formação Lagarto na margem do rio Pagão-Guararema- Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.....	77
Figura 15 - Rochas do Complexo Gnáissico-migmatítico no município de Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.....	78
Figura 16 - Mapa de Solos da Sub-bacia do rio Pagão-Guararema, 2020.....	79
Figura 17 - Erosão em área de ocorrência de Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico em Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.....	80
Figura 18 - Perfil de um Argissolo Amarelo Distrófico.....	81
Figura 19 - Perfil de Latossolo Amarelo Distrófico.....	82
Figura 20 - Gleissolo Sálco Sódico.....	83
Figura 21 - Fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no município de Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.....	84
Figura 22 - Vegetação de Mangue Vermelho (<i>Rhizophora mangle</i>) com evidência de Gleissolo Sálco e raízes aéreas em Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.....	87
Figura 23 - Mapa hidrográfico da Sub-bacia do rio Pagão-Guararema.....	88
Figura 24 - Mapa da Unidade de Planejamento de Recursos Hídricos Guararema.....	90
Figura 25 - Topos dos Tabuleiros ocupados com citricultura em Umbaúba , Sergipe.....	91

Figura 26 - Mapa de Uso e Ocupação das Terras da Sub-bacia do rio Pagão-Guararema, 2020.....	92
Figura 27 - Pastagens sobre feições colinosas e fundos de vales - Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.....	93
Figura 28 - Terracetes e processo de ravinamento em vertentes de colinas, resultante de escoamento concentrado favorecido pela compactação do solo - Santa Luzia do Itanhy, Sergipe.....	94
Figura 29 - Instalações temporárias de pescadores na margem direita do rio Pagão-Guararema - Santa Luzia do Itanhi, Sergipe, 2020.	95
Figura 30 - Embarcações de pesca e transporte no Povoado Crasto - Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.	96
Figura 31 - Silvicultura de eucalipto e fragmento de Floresta Estacional Semidecidual sobre topo de tabuleiro e vegetação de Mangue bordejando a margem do rio Pagão-Guararema – Santa Luzia do Itanhy, Sergipe.....	96
Figura 32 - Eucaliptal bordejando cursos d'água – Arauá, Sergipe.....	97
Figura 33 - Área de solo exposto por empréstimo de material argiloso para aterro de rodovia, Umbaúba, Sergipe.	98
Figura 34 - Represa de água em construção para abastecimento populacional, Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.	99
Figura 35 - Citricultura (laranja) consorciada com feijão e mandioca ao fundo - Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.	99
Figura 36 - Consórcio de cultivos de Laranja, Coco-da-baía e pimenta - Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.	100
Figura 37 - Área de consórcio Lavoura/Pastagem (Coco e Gado bovino) na área do baixo curso do rio Pagão-Guararema - Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.....	101
Figura 38 - Representação esquemática das unidades de relevo dos Tabuleiros Costeiros do Brasil Central, Sergipe, 2021.	105
Figura 40 - Presença de feições erosivas na vertente (terracetes de gado) e evidência de afloramento do lençol freático no interior da delimitação – Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.	106
Figura 39 - Mapa de Fragilidade da Declividade do Relevo, 2021.....	107
Figura 41 - Meandramento do canal em área de baixa declividade - Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.	108

Figura 42 - Presença de ravina por pisoteio do gado no terço inferior da vertente- Umbaúba, Sergipe.	108
Figura 43 - Movimento de massa rotacional em Santa Luzia do Itanhi, Sergipe, 2020.....	109
Figura 44 - Mapa de Fragilidade do solo, 2021.....	111
Figura 45 - Percentuais de área da Fragilidade Potencial.....	113
Figura 46 - Mapa de Fragilidade Potencial, 2021.	115
Figura 47 - Percentual de área da Fragilidade Emergente da Sub-bacia do rio Pagão- Guararema.	116
Figura 48 - Mapa de Grau de Proteção da Cobertura de Solo, 2021.....	117
Figura 49 - Mapa de Fragilidade Emergente, 2021.....	118
Figura 50 - Contraste de fragmento de Mata e de pastagens – Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.....	119
Figura 51 - Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual - Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.....	120
Figura 52 - Ruas impermeabilizadas na cidade de Umbaúba, Sergipe.	121
Figura 53 - Erosão laminar, linear e formação de terracetes de gado em Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.	122
Figura 54 - Laranjeiras com vãos limpos por arado em Umbaúba, Sergipe.	123
Figura 55 - Laranjais plantados acompanhando o sentido das vertentes - Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.	123
Figura 56 - Viveiros da Lusomar (esquerda) e bombas de captação de água para os tanques (direita) - Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.	125
Figura 57 - Cultivo de Eucalipto em Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.....	126
Figura 58 - Erosão por escoamento superficial concentrado em seção de estrada - Umbaúba, Sergipe.	126

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Área da Sub-bacia do Rio Pagão-guararema por município.....	30
Quadro 02 - Classificação qualitativa e quantitativa das fragilidades.	36
Quadro 03 - Gradiente de cores da Fragilidade Ambiental	36
Quadro 04 - Classificação da fragilidade da declividade.	37
Quadro 05 - Fragilidade dos solos.....	37
Quadro 06 - Grau de proteção da cobertura dos solos.	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Posição dos municípios com relação a preservação das Florestas em Sergipe, 2017.....	84
Tabela 02 - Número e área dos estabelecimentos rurais de Santa Luzia do Itanhi, Umbaúba, Indiaroba, Arauá e Estância – Sergipe, 2006.....	85
Tabela 03 - Número e área dos estabelecimentos rurais de Santa Luzia do Itanhi, Umbaúba, Indiaroba, Arauá e Estância – Sergipe, 2017.....	85
Tabela 04 - Balanço hídrico da UP Guararema - Sergipe, 2010	89
Tabela 05 - Área plantada com lavoura permanente, em hectares, por município da sub-bacia do rio Pagão-Guararema, 2019.	101
Tabela 06 - Área plantada com lavoura temporária, em hectares, por município da sub-bacia do rio Pagão-Guararema, 2019.	102
Tabela 07 - Percentual de área por classe de declividade da sub-bacia do rio Pagão-guararema, Sergipe, 2021.....	104
Tabela 08 - Classes de fragilidade da declividade do relevo	106
Tabela 09 - Percentuais de área de Fragilidade do solo da sub-bacia do rio Pagão-guararema, Sergipe.....	110

LISTA DE SIGLAS

- APP** – Área de Preservação Permanente
- BDIA** – Banco de Dados de Informações Ambientais
- DCA** – Departamento de Ciências Atmosféricas
- EMBRAPA** – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- EMDAGRO** – Empresa de Desenvolvimento Agropecuário
- IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- ICMBio** – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
- MDE** – Modelo Digital de Elevação
- MDT** – Modelo Digital do Terreno
- RPPN** – Reserva Particular do Patrimônio Natural
- SEDURBS** – Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Sustentabilidade
- SEMARH** – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
- SFB** – Sistema Florestal Brasileiro
- SIBICS** – Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos
- TGS** – Teoria Geral dos Sistemas
- UC** – Unidade de Conservação
- UFMG** – Universidade Federal de Campina Grande
- UP** – Unidade de Planejamento

RESUMO

Os processos naturais da dinâmica terrestre atuaram e atuam na elaboração das paisagens. Com o uso de técnicas na organização do espaço, os atores sociais as redimensionam e suas intervenções se repercutem nos componentes biofísicos. Assim, o interesse por este estudo partiu da relação do pesquisador com a área e da observação que os tipos de uso e ocupação da terra não estavam adequados às características dos condicionantes geoambientais da paisagem, constituindo-se problemas, a médio e longo prazos, para as pessoas e a dinâmica natural da sub-bacia. Na atualidade, há metodologias que permitem avaliar o estado do sistema ambiental e subsidiar o ordenamento territorial minimizando as consequências negativas. Desse modo, esse trabalho tem por objetivo analisar a paisagem da sub-bacia do rio Pagão-Guararema/SE com base na fragilidade ambiental, expressa na proposta teórico-metodológica de Ross (1994). Para isso, realizou-se pesquisa bibliográfica, levantamento de material cartográfico e trabalhos de campo. Constatou-se na paisagem a distribuição dos seguintes percentuais de área para classes de: Fragilidade Potencial – Muito Baixa: 0,62%, Baixa: 47,80%, Média: 49,01% e Alta: 2,46%; e, para Fragilidade Emergente – Muito Baixa: 4,83%, Baixa: 21,27%, Média: 71,43% e Alta: 2,46%. Portanto, predomina na sub-bacia a Fragilidade Ambiental de categoria Média. As unidades de paisagem, topos dos tabuleiros e fundos de vale, apresentam classes de fragilidade Baixa e Muito Baixa devido ao fraco gradiente de declividade. Nos topos o gradiente de declividade favorece a infiltração. Nos fundos de vale, ele interfere na dinâmica condicionada pela proximidade do lençol freático da superfície. Em ambas unidades os tipos de uso concorrem para desencadear processos que elevam a fragilidade. As vertentes e o modelado dissecado em colinas e espigões representam as unidades onde predominam as classes de fragilidade Média e Alta, em razão da maior declividade e processos de movimentos de massa. Nestas unidades dominam os seguintes tipos de uso – pastagem com alto pisoteio, solo exposto e cultivos sem manejo de práticas conservacionistas. Na foz do rio Pagão-Guararema, a planície fluvio-marinha, os terraços fluvio-marinhos e marinhos se enquadram nas classes de Baixa e Média fragilidade, favorecidos pela baixa declividade e composição textural dos sedimentos. Estas unidades estão sujeitas a permanente modificação por processos naturais, e as intervenções humanas podem produzir desequilíbrios irreversíveis. Ainda na foz, onde ocorrem colinas cujos solos se encontram cobertos por floresta densa, prevalecendo as classes Muito Baixa e Baixa. Diante do estado das unidades de paisagem da sub-bacia do rio Pagão-Guararema cabe repensar o ordenamento das atividades produtivas de acordo com os limites dos componentes naturais e a forma como os atores sociais vêm se relacionando com esta paisagem.

Palavras-chave: Paisagem, Uso e Ocupação das Terras, Análise Integrada, Fragilidade Ambiental, Sub-bacia do rio Pagão-Guararema.

ABSTRACT

The natural processes of terrestrial dynamics acted and act in the elaboration of the landscapes. With the use of techniques in the organization of space, the social actors resize them and their interventions have repercussions on the biophysical components. Thus, the interest in this study came from the researcher's relationship with the area and from the observation that the types of land use and occupation were not adequate to the characteristics of the geoenvironmental conditions of the landscape, constituting problems, in the medium and long term, for people and the natural dynamics of the sub-basin. Currently, there are methodologies that allow the assessment of the state of the environmental system and support territorial planning, minimizing the negative consequences. Thus, this work aims to analyze the landscape of the Pagão-Guararema/SE river sub-basin based on the environmental fragility, expressed in the theoretical-methodological proposal of Ross (1994). For this, bibliographic research, cartographic material survey and field work were carried out. It was found in the landscape the distribution of the following percentages of area for classes of: Potential Fragility – Very Low: 0.62%, Low: 47.80%, Medium: 49.01% and High: 2.46%; and for Emerging Fragility – Very Low: 4.83%, Low: 21.27%, Medium: 71.43% and High: 2.46%. Therefore, Environmental Fragility of Medium category predominates in the sub-basin. The landscape units, tops of the decks and valley bottoms, present Low and Very Low fragility classes due to the weak slope gradient. At the tops, the slope gradient favors infiltration. In the valley bottoms, it interferes in the dynamics conditioned by the proximity of the water table to the surface. In both units, the types of use compete to trigger processes that increase fragility. The slopes and the model dissected into hills and ridges represent the units where the Medium and High fragility classes predominate, due to the greater slope and mass movement processes. In these units, the following types of use dominate – pasture with high trampling, exposed soil and crops without management of conservationist practices. At the mouth of the Pagão-Guararema river, the fluvio-marine plain, the fluvio-marine and marine terraces fall into the Low and Medium fragility classes, favored by the low slope and textural composition of the sediments. These units are subject to permanent modification by natural processes, and human interventions can produce irreversible imbalances. Still at the mouth, where there are hills whose soils are covered by dense forest, prevailing the Very Low and Low classes. In view of the state of the landscape units of the Pagão-Guararema river sub-basin, it is worth rethinking the organization of productive activities according to the limits of natural components and the way in which social actors have been relating to this landscape.

Keywords: Landscape, Land Use and Occupation, Integrated Analysis, Environmental Fragility, Pagão-Guararema River Sub-basin.

SUMÁRIO

	LISTA DE FIGURAS	xii
	LISTA DE QUADROS	xv
	LISTA DE TABELAS	xvi
	LISTA DE SIGLAS	xvii
	RESUMO	xviii
	ABSTRACT	xix
1	INTRODUÇÃO	22
1.1	JUSTIFICATIVA E QUESTÕES DA PESQUISA.....	25
1.2	OBJETIVOS.....	27
1.2.1	Objetivo geral.....	27
1.2.2	Objetivos específicos.....	27
1.3	A SUB-BACIA DO RIO PAGÃO-GUARAREMA.....	28
2	MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	32
3	BASES TEÓRICAS E CONCEITUAIS APLICADAS À ANÁLISE DA PAISAGEM EM GEOGRAFIA	39
3.1	TEORIA GERAL DOS SISTEMAS: UMA NOVA ABORDAGEM PARA A CIÊNCIA	41
3.2	PAISAGEM: CATEGORIA FUNDAMENTAL NOS ESTUDOS GEOGRÁFICOS SOBRE A FRAGILIDADE AMBIENTAL	46
3.3	BACIA HIDROGRÁFICA: UNIDADE AMBIENTAL PARA ANÁLISE INTEGRADA DA PAISAGEM NA GEOGRAFIA	53
3.4	O MODELO DE FRAGILIDADE AMBIENTAL COMO POSSIBILIDADE PARA A ANÁLISE DA PAISAGEM NA GEOGRAFIA	57
4	CONDICIONANTES GEOAMBIENTAIS DA SUB-BACIA DO RIO PAGÃO-GUARAREMA.....	62
4.1	CLIMA	62
4.2	GEOMORFOLOGIA	69
4.3	GEOLOGIA	75
4.4	SOLO.....	78
4.5	VEGETAÇÃO	83
4.6	HIDROGRAFIA.....	87

4.7	USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS.....	91
5	ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DAS UNIDADES DE PAISAGEM DA SUB-BACIA DO RIO PAGÃO-GUARAREMA.....	103
5.1	FRAGILIDADE POTENCIAL	103
5.2	FRAGILIDADE EMERGENTE	116
6	CONCLUSÃO.....	128
	REFERÊNCIAS.....	130
	APÊNDICE I - QUE RIO É ESSE?	138

1 INTRODUÇÃO

O planeta Terra, com todos os seus elementos, é um corpo dinâmico e suas paisagens estão em ininterrupta mudança. Até o momento do surgimento da espécie humana, a transformação do planeta era ocasionada particularmente pelos agentes naturais, ou seja, pela inter-relação dos componentes físicos, químicos e biológicos que, entre si, estabeleciam arranjos variados no corpo planetário, produzindo paisagens com distintas formas de relevo, estruturas geológicas, fisionomias vegetais, climas e entre outros.

A presença humana consistiu numa outra maneira de modificação nas características das paisagens. A racionalidade possibilitou transformar a natureza de modo diferenciado, na medida em que o ser humano desenvolveu técnicas variadas para se apropriar dos recursos naturais. O advento evolutivo da espécie humana contemplou-a de uma capacidade singular de reflexão e abstração até então não comprovada nas demais espécies do Planeta.

Para além do desenvolvimento técnico, constata-se que cada sociedade possui valores sociais, culturais, econômicos, políticos, entre outros, que orientam os modos de apropriação da natureza, direcionando para como a paisagem será transformada no decorrer do tempo. Nesse sentido, cabe inferir que cada grupo social desenvolve seus próprios conjuntos de sentidos e percepção das paisagens assentado na maneira como interage com a natureza.

Uma questão a ser observada, é o padrão de consumo e a forma como se desenvolve o uso do território, particularmente, sob a ótica do capital, que pressiona sobremaneira e de diferentes formas os recursos naturais. O sistema socioeconômico baseado neste elemento promove sobre a natureza resultados quase sempre degenerativos, pela rapidez da intervenção sobre os recursos naturais e pelo grau de transformação que esta ação gera, ampliando a inviabilidade do amortecimento natural dos impactos ambientais e do equilíbrio sociedade-natureza.

A medida em que a sociedade tomou conhecimento dos desequilíbrios presentes no meio ambiente, a discussão a respeito de uma nova postura ético-ambiental entrou em pauta. A permanência da espécie humana está diretamente ligada ao uso racional dos componentes da natureza. Desse modo, é fortalecida a necessidade da tomada de decisões acerca de como promover o desenvolvimento (não no sentido de acúmulo de riquezas) harmônico das sociedades com a conservação da natureza.

O planejamento das atividades humanas, com o reconhecimento e respeito aos limites dos componentes naturais, torna-se imprescindível para o equilíbrio das paisagens e a

permanência da espécie humana. Almejar esta permanência, requer conhecer o funcionamento da dinâmica do sistema dominante na paisagem.

Atualmente, não cabe a dissociar a espécie humana, da natureza, ainda que aquela insista em manter uma postura soberana no Planeta. Considerar o ser humano no seu diferencial é necessário, mas enquanto elemento deste sistema complexo, ele é mais uma espécie sujeita a sofrer as intempéries da dinâmica terrestre como as demais.

Isso quer dizer que as pessoas dependem do equilíbrio da natureza para continuarem se reproduzindo no futuro. Basta lembrar que a história humana é “recente” na Terra, e antes de ter início, o sistema planetário já possuía uma harmonia funcional e estrutural, que criou as condições para o desenvolvimento dessa e de tantas outras espécies, atualmente existentes ou não.

Um dos desafios enfrentados na defesa da manutenção do equilíbrio das paisagens, especialmente nas sociedades de consumo, advém da noção de preocupação com “bem-estar” do ser humano (partindo do geral, sem considerar as dissidências territoriais e sociais), que limita o ônus da causa. Nesse âmbito, urge a necessidade de uma ética que amplie os horizontes para se alcançar ações positivas, de forma que as atitudes não sejam puramente um reflexo egoísta do pensamento humano.

Em meados dos anos 50 do século XX, o biólogo austríaco Ludwig von Bertalanffy difundiu a Teoria Geral dos Sistemas. No entendimento desse autor, a ciência clássica, de modelo cartesiano, segmentada na abordagem do objeto, não era capaz de dar conta das especificidades sociais e das novas problemáticas, que não se resumiam ao mero princípio de causa e efeito. Assim, a nova proposta científica passou a analisar o objeto como um sistema, ou seja, como um todo organizado e cujas partes não representa a totalidade.

Com o tempo, os geógrafos, especialmente aqueles que estudavam as questões físico-ambientais, se apropriaram desse princípio para aplicar as bases sistêmicas na ciência geográfica. Destacaram-se Sotchava (1963; 1977), que cunhou o termo Geossistema para sistematização das paisagens pela primeira vez, e Bertrand (1968), que além de criar um modelo semelhante ao do seu contemporâneo, deu continuidade às ideias de Sotchava, apresentando o tripé formado pelo potencial ecológico, exploração biológica e ação antrópica que sustentam os pressupostos da análise da paisagem integrada.

Na Geografia, a paisagem se consagrou como categoria nos estudos de interface sociedade/natureza. Assim, evoluiu com esta ciência, sendo o termo aplicado com diferentes interpretações e em diferentes linhas de pesquisa.

Após a segunda metade do século XX, com base nos princípios sistêmicos e nos geossistemas, surgiram novas propostas teórico-metodológicas que objetivavam a compreensão ou a síntese do sistema da paisagem, como a Ecodinâmica de Tricart (1977). É nesse contexto que Ross (1994) propõe a Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais Antropizados, visando o estudo das paisagens a partir da noção de que a natureza possui determinadas fragilidades intrínsecas a sua evolução e que as ações humanas podem potencializar essas fragilidades por meio dos diferentes tipos de uso.

Da mesma forma, Crepani *et al.*, (1996, 2001) apresentam proposta semelhante à de Ross (1994), reconhecendo a vulnerabilidade da paisagem relacionando esta condição com uma matriz de valores definida com base no balanço morfogênese-pedogênese aplicado por Tricart (1977) para avaliar os estados dos meios ecodinâmicos.

Dentre os recortes espaciais mais apropriados para aplicar os princípios sistêmicos embutidos nestas metodologias, destaca-se a bacia hidrográfica. Nos estudos geográficos, ela se configura como uma unidade que possibilita a análise da dinâmica dos elementos naturais e sociais em diferentes escalas.

Partindo da contextualização apresentada até aqui, esse trabalho envolverá a análise da fragilidade ambiental da paisagem da sub-bacia do rio Pagão-Guararema/SE, entendendo-se a mesma como um sistema geográfico aberto e dinâmico e tomando-se por base a proposta de Ross (1994).

Cabe ressaltar que a paisagem da sub-bacia do rio Pagão-Guararema, por estar essencialmente localizada no litoral sergipano, tem histórico de ocupação que, naquilo que reverbera sobre o equilíbrio dos componentes sociais e naturais das paisagens, remonta às primeiras investidas dos conquistadores no território do Brasil.

Acrescenta-se ainda que esta sub-bacia comporta duas áreas urbanas – cidade de Santa Luzia do Itanhi e cidade de Umbaúba – e as aglomerações de diferentes povoados, concentrando uma demanda considerável sobre os bens naturais disponíveis nesta paisagem.

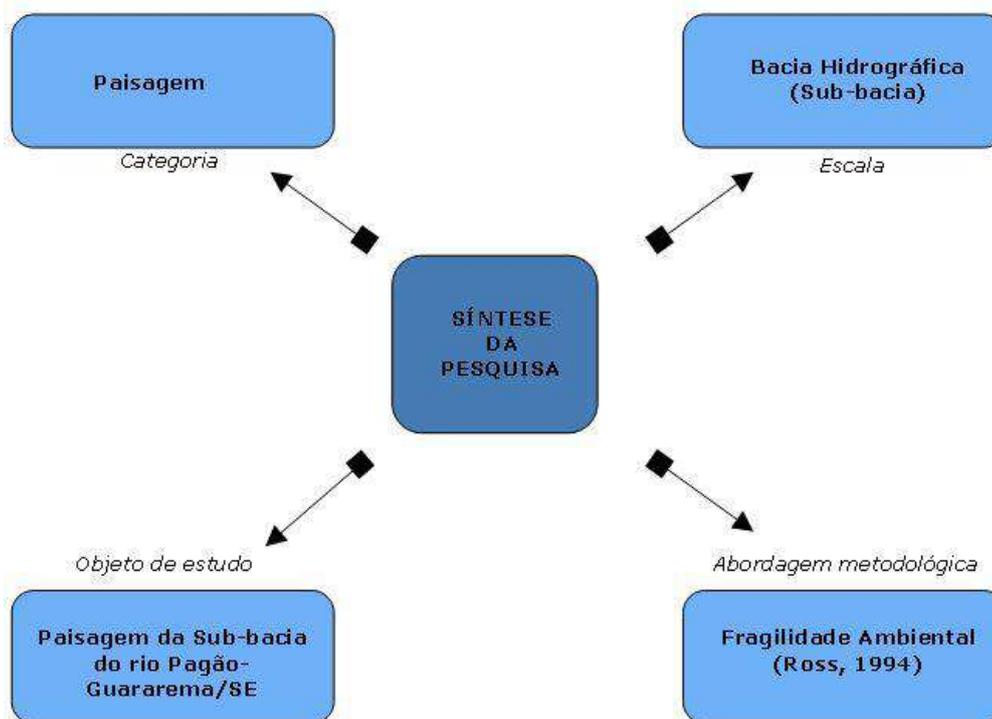
Não obstante essa citada importância dos elementos gerais da paisagem, o rio Pagão-Guararema se enquadra como recurso imprescindível para as pessoas, fornecendo água para o abastecimento da população e dos animais. Somadas com águas provindas do rio Itamirim, afluente do rio Real, a captação da água do rio Pagão-Guararema é destinada não somente para abastecer a área urbana de Umbaúba como de cidades vizinhas, a exemplo dos municípios de Itabaianinha e Tomar do Gerú.

Nesse sentido, pela importância que envolve a sub-bacia em questão para as populações que estão relacionadas com sua dinâmica, encontra-se justificativa irrefutável para o estudo das

problemáticas locais que podem ameaçar a manutenção de uma paisagem equilibrada e disponível para gerações do presente e do futuro.

Em síntese, a abordagem deste trabalho está pautada nos estudos da categoria geográfica Paisagem, na escala de Bacia Hidrográfica, sob o recorte da subdivisão de Sub-bacia hidrográfica e na proposta de estudo de Fragilidade Ambiental (Figura 01).

Figura 01 - Elementos de síntese da pesquisa



Autor: Roniex da Silveira, 2020.

1.1 JUSTIFICATIVA E QUESTÕES DA PESQUISA

Este estudo, que objetivou analisar a paisagem da sub-bacia do rio Pagão-Guararema, identificando as fragilidades ambientais, apresenta contribuição relevante para a população que vive nesta área, oferecendo um diagnóstico que possibilita compreender o comportamento dos arranjos espaciais das atividades do meio rural e do urbano naquilo que representa os limites ambientais.

A inter-relação dos elementos naturais e humanos formadores dessa paisagem promovem arranjos particulares que, ao serem estudados e entendidos do ponto de vista dos níveis de alteração, revelam os limites naturais e em quais patamares se encontram as transformações da paisagem.

A dinâmica da natureza, quando esta está em equilíbrio, transforma as paisagens em uma velocidade diferente daquela mantida pelos seres humanos, salvo eventos naturais entendidos como catastróficos, como tsunamis, terremotos, vulcanismo, movimentos de massa, entre outros de rápida repercussão. Em vista disso, urge buscar por uma interface sociedade/natureza que comporte formas de uso e ocupação que reconheça os limites dos elementos do meio ambiente, independente do grau de antropização que apresente.

O manejo inadequado de uso das paisagens compromete o equilíbrio dos ambientes e a disponibilidade efetiva de seus recursos. Entendendo que não existe uma dissociação entre o homem e a natureza, e sim uma interdependência entre ambos, considera-se que o desequilíbrio dos componentes da paisagem acarreta em repercussões negativas e, conseqüentemente, sobre a qualidade de vida das populações atuais e futuras. Almejar qualquer ação para intervir nesse quadro passa por estudos fundamentados na Ciência, com produção de informações e dados acerca do estado do sistema ambiental preponderante na paisagem.

A sub-bacia do rio Pagão-Guararema, assim como as áreas próximas ao litoral brasileiro, passou por longo e intenso processo de exploração, sujeitando o solo, a vegetação, a fauna, as águas, entre outros elementos da paisagem à diferentes tipos de uso ao longo do tempo, gerando, em certas situações, transformações intensas nos arranjos naturais.

O desenvolvimento deste trabalho se justifica ainda pelo reduzido número de trabalhos científicos na perspectiva de análise integrada que contemplem a paisagem desta sub-bacia. Essa condição gerou um déficit de informações para um público diverso – estudantes, pesquisadores e gestores – que poderia acessá-las como suporte para ações de planejamento territorial e/ou para ampliar os estudos. Sem o devido conhecimento científico não se sabe onde, como e quando intervir neste sistema sócio-ambiental de maneira a corrigir ou arrefecer as transformações indevidas, legando ao fracasso as possibilidades de transformação da realidade.

Os estudos incluídos nessa proposta visam compreender a dinâmica do sistema ambiental que rege a paisagem da sub-bacia do rio Pagão-Guararema, destacando principalmente as intervenções humanas relacionadas aos tipos de uso e ocupação das terras, na perspectiva da fragilidade ambiental. A ação antrópica nas unidades de paisagem repercute na dinâmica dos processos naturais.

Por conseguinte, esta análise sobre o grau de fragilidade ambiental da paisagem da sub-bacia do rio Pagão-Guararema, resultará na produção de informações e dados que podem subsidiar ações de planejamento ambiental e ordenamento das atividades produtivas, minorando e/ou evitando problemas ambientais na área.

A proposição deste estudo deu-se a partir da observação da paisagem da sub-bacia do rio Pagão-Guararema, que suscitou as seguintes questões norteadoras:

- Quais as características dos condicionantes geoambientais da sub-bacia hidrográfica do rio Pagão-Guararema?

- Quais são os graus de fragilidade ambiental presentes nas unidades de paisagem e como estão distribuídos na área de estudo?

- Os elementos socioculturais em interação com os elementos naturais corroboram para o desencadeamento da fragilidade ambiental na paisagem sub-bacia do rio Pagão-Guararema?

1.2 OBJETIVOS

O desenvolvimento deste trabalho vem marcado pelo alcance de determinadas finalidades. Neste sentido, procurou-se elencar objetivos que permitiram guiar o alcance do entendimento da condição atual paisagem da sub-bacia do rio Pagão-Guararema, pautando-se na proposta metodológica de Ross (1994).

1.2.1 Objetivo geral

Analisar a fragilidade ambiental da paisagem da sub-bacia do rio Pagão-Guararema/SE segundo adaptações da metodologia da Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais Antropizados (ROSS, 1994).

1.2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar os condicionantes geoambientais da paisagem da sub-bacia do rio Pagão-Guararema;
- Caracterizar a fragilidade ambiental da paisagem da sub-bacia em questão, segundo os critérios de fragilidade de solo e declividade do relevo expressos na metodologia de Ross (1994);
- Estabelecer a relação entre os graus da fragilidade ambiental (potencial e emergente) dos componentes da paisagem e sua manifestação sobre a dinâmica do sistema ambiental da sub-bacia do rio Pagão-Guararema.

1.3 A SUB-BACIA DO RIO PAGÃO-GUARAREMA

O recorte espacial da pesquisa compreende cerca de 303 km² correspondendo à sub-bacia do rio Pagão-Guararema, estando situada na margem direita do rio Piauí (Figura 02). Sua rede hidrográfica drena o território de cinco municípios sergipanos – Arauá, Indiaroba, Estância, Umbaúba e Santa Luzia do Itanhi.

O rio Pagão-Guararema deságua nas proximidades do povoado Bode, em Santa Luzia do Itanhi. Dentre seus principais afluentes estão o rio Sapucaia, o riacho do Imbé, o riacho Areia Branca, rio Piaquitinga, o riacho Riachão e o rio Guararema. Todos possuem regime perene, apresentando intermitências em setores próximos às nascentes até os rios de 2^a ordem nos períodos de expressiva redução dos volumes pluviométricos.

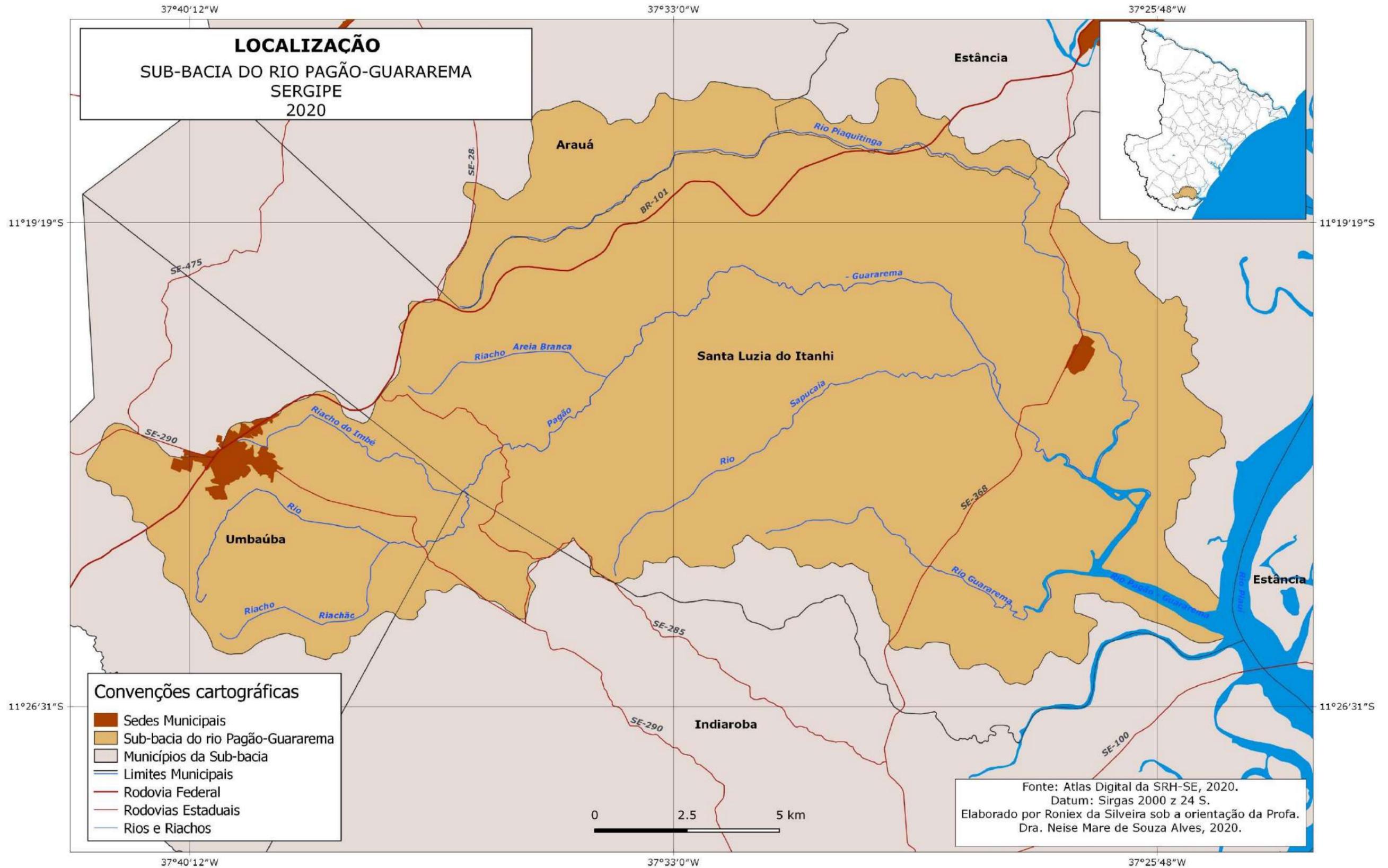
Esta Sub-bacia merece um olhar atencioso em relação às denominações ou nomenclaturas que seus rios recebem nos diferentes trechos de seus cursos. Pode-se encontrar diferentes nomes durante o seu trajeto, pelas localidades onde drenam suas águas, apesar das extensões relativamente pequenas de alguns canais/rios/riachos. Os documentos oficiais não apresentam consenso quanto ao nome do rio principal.

Nos locais onde suas águas drenam por territórios de antigas fazendas que ainda estão mantidas na memória das pessoas é comum ele receber o nome da mesma. Não diferente, em outras situações podem-se perceber, associados aos seus afluentes, os nomes dos povoados locais ou de algum animal típico da área ou, ainda, o nome/apelido de algum morador de referência na região que identifica sua denominação.

Neste sentido, são encontradas denominações como: riacho da Guia, rio Pagão, rio/riacho (da) Guararema, rio Pagão-Guararema, rio do Amargoso, rio de Mané Vieira, rio dos Dois Riachos, riacho dos Cágados, rio da Ponte, rio do Bode, rio Cajazeiras, entre outras.

Diante dessa realidade, considerando as referências mais usadas pela população local e seguindo o referido pelas cartas topográficas oficiais do IBGE (1973, 1974), convencionou-se fazer uma associação de termos e tratá-lo pelo nome de rio Pagão-Guararema. Separadamente, essas são as principais toponímias recebidas pelo principal rio desta Sub-bacia (Ver apêndice I).

Figura 02 - Localização da Sub-bacia do rio Pagão-Guararema, 2020.



A forma da sub-bacia está composta por diferentes segmentos, sendo mais estreita no setor do curso superior do rio principal e alargando-se no sentido dos cursos médio e inferior. Ela apresenta uma posição predominantemente perpendicular à linha de costa sergipana. A desembocadura do rio principal, estando situada próxima à zona costeira, recebe influência das oscilações das marés oceânicas. Além disso, a área compreendida no baixo curso do rio Pagão-Guararema apresenta maiores índices pluviométricos devido à influência da maritimidade, que favorece a presença dos ventos úmidos oriundos do litoral.

Em termos percentuais, a maior parte da sub-bacia referida integra o território de Santa Luzia do Itanhi, que ultrapassa a soma das áreas dos outros quatro municípios. Em ordem decrescente encontra-se Umbaúba, que detém a segunda maior parcela da sub-bacia, enquanto as menores correspondem a Estância, Indiaroba e Arauá (Quadro 01).

Quadro 01 - Área da Sub-bacia do Rio Pagão-guararema por município

Município	Área (km²)
Santa Luzia do Itanhi	225,4
Umbaúba	44,4
Arauá	19,2
Indiaroba	7,4
Estância	6,7
Total	303,1

Autor: Roniex da Silveira, 2021.

Nesta Sub-bacia, o uso e ocupação do solo é marcado por múltiplas atividades, predominando a agropecuária. Destacam-se a citricultura, a criação de bovinos, a carcinicultura, além daquelas atividades praticadas por membros de comunidades tradicionais, como a pesca artesanal nos canais fluviais e a coleta de mariscos no manguezal existente na foz rio Pagão-Guararema. Por outro lado, existem as atividades correspondentes aos diversos serviços nos núcleos urbanos dos municípios.

Quando comparados com a área total da sub-bacia, os ambientes urbanos são espacialmente pouco representativos, mas concentram a maior porcentagem da população local. Do ponto de vista socioambiental, exercem forte pressão sobre os componentes naturais, com reflexos na dinâmica da paisagem. Contudo, embora esta Sub-bacia integre elementos rurais e urbanos, ela apresenta uma ocupação marcada sobretudo pelas atividades agropecuárias, configurando-se como uma sub-bacia hidrográfica rural.

As águas superficiais ou de subsuperfície, consideradas águas doces na sua maioria, são importantes para o abastecimento da população urbana e rural residente nos municípios desta sub-bacia, além de ser vital para o desenvolvimento das atividades produtivas. Vale destacar ainda que a disponibilidade hídrica é representativa da fisionomia da paisagem da sub-bacia, ela está presente nas trocas ecológicas junto aos demais elementos naturais.

2 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As pesquisas científicas requerem determinados procedimentos para alcançar seu objetivo e validar a credibilidade das informações apresentadas nos resultados do trabalho.

A investigação e a materialização da Análise da Fragilidade Ambiental da Paisagem da Sub-bacia do rio Pagão-Guararema foram conduzidas segundo os princípios sistêmicos, pois, permitem realizar a análise integrada da paisagem e compreender o funcionamento da dinâmica do sistema ambiental. A realização dos estudos envolveu três etapas principais:

A primeira foi a pesquisa bibliográfica, que consubstanciou o conhecimento acerca da abordagem sistêmica, dos conceitos de paisagem, bacia hidrográfica e da proposta metodológica da Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados (ROSS, 1994), que serviu de base para analisar a fragilidade ambiental da sub-bacia.

A revisão da literatura foi efetivada em publicações diversas – livros, dissertações, teses, artigos científicos e documentos públicos – disponibilizados, em particular, nas bibliotecas virtuais de instituições de ensino superior e órgãos públicos.

Além disso, foi realizado o levantamento e seleção do acervo cartográfico que engloba a Sub-bacia do rio Pagão-Guararema. A análise deste material proporcionou a compreensão do contexto ambiental regional e local, em que a mesma está inserida. Por outro lado, subsidiou a elaboração da base cartográfica, bem como a confecção dos mapas de localização e dos componentes geoambientais – geologia, geomorfologia, pedologia, hidrografia e uso e ocupação das terras. Tais mapas auxiliaram a produção dos principais produtos deste estudo, os mapas de Fragilidade Ambiental. Os mapas deste estudo foram gerados em meio digital através *software* de geoprocessamento QuantumGis versão 2.18, e estão representados no Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS, 2000).

Foram utilizados os seguintes materiais cartográficos, que encontram-se disponíveis em meio eletrônico e/ou nos portais de órgãos públicos:

- Folhas topográficas de Buquim (SC.24-Z-C-III) (1973) e de Estância (SC.24-Z-D-I) (1974), na escala 1:100.000 da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE;
- Mapas temáticos do projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1983), volume 30 – geomorfologia, geologia e vegetação, na escala de 1:1.000.000, e seus respectivos textos, que ofereceram o quadro das características regionais e local em que se insere a área de estudo;

- Mapa da Geologia e Recursos Minerais do Estado de Sergipe, escala 1:250.000 e texto explicativo (SANTOS *et al.*, 1997), serviu de base para a elaboração da geologia da sub-bacia deste estudo;
- Mapa de solos das folhas de Boquim (SC. 24 - Z - C - III) e Estância (SC.24-Z-T-I) na escala de 1: 100.000, de Araújo Filho *et al* (1999), do Projeto Levantamento de Reconhecimento de Média Intensidade dos Solos da Região dos Tabuleiros Costeiros e da Baixada Litorânea do Estado de Sergipe, do qual se extraiu a as classes de solos, cujas denominações atualizadas, características e definição de cores foram obtidas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCS, 2018);
- Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe (2016), da Secretaria (SEMARH/SRH).
- Imagens de satélite disponíveis na página do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), do satélite Landsat 8, Sensor OLI, com resolução de 30m, datadas do ano de 2019, que após o devido tratamento, resultou numa imagem falsa cor para identificação e mapeamento dos tipos de usos e ocupação das terras.

O mapa de geomorfologia foi gerado a partir dos *shapfiles* fornecidos pelo Banco de Dados de Informações Ambientais – BDIA – mapeados numa escala de 1:250.000, disponível no *site* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, no endereço eletrônico <https://bdiaweb.ibge.gov.br>.

O mapa de declividade foi gerado a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE), disponível no site do TOPODATA (2019). Os intervalos de classes foram definidos no QuantumGis versão 2.18, classificando os intervalos métricos nos valores de porcentagens sugeridos por Ross (1994).

A compartimentação do modelado seguiu a apresentada pelo BDIA (2019) Dessa maneira, a área estudo está inserida nas unidades dos Tabuleiros do Rio Real, unidades dos Tabuleiros Costeiros do Brasil Centro-Oriental e nas Planícies Litorâneas, que na sub-bacia estão representadas respectivamente pelas regiões geomorfológicas – Patamares dissecados dos Rios Real e Vaza-Barris, Tabuleiros Costeiros e Planícies Deltaicas, Estuarinas e Praiais. Ressalte-se que devido as características ambientais da área, esta última unidade foi identificada como Planície Estuarina.

O mapa de uso e ocupação das terras foi produzido a partir de uma combinação das observações da paisagem durante os trabalhos de campo e da interpretação das imagens de satélites (Bandas 4, 5 e 7 do ano de 2019). A composição em RGB foi produzida no Quantum Gis em formato falso cor, permitindo a posterior poligonização dos tipos de uso supervisionada.

As classes de uso seguiram Ross (1994), fazendo-se as devidas atualizações e adaptações para a realidade analisada.

Foram identificadas 11 (onze) tipologias de uso e ocupação – Mata Natural/Nativa; Vegetação de Mangue; Mata Secundária e Mata Ciliar; Cultura de Eucalipto; Lavoura Permanente com Prática de Proteção; Lavoura Permanente sem Prática de Proteção; Pastagem de Baixo Pisoteio Animal; Pastagem de Alto Pisoteio Animal; Área Urbana; Carcinicultura e Solo Exposto.

A caracterização climática da sub-bacia do rio Pagão-Guararema resultou de uma composição dos dados pluviométricos dos municípios que estão incluídos na sua área – Santa Luzia do Itanhi, Indiaroba, Arauá e Estância – disponibilizados pelo Centro de Meteorologia do Estado de Sergipe (CEMESE) com os valores de temperatura média obtidos por meio da Universidade de Campina Grande, a qual disponibiliza um acervo dos Dados Climatológicos do Estado de Sergipe pelo Departamento de Ciências Atmosféricas, consultados no site <http://www.dca.ufcg.edu.br/clima/dadosse.htm>, no ano de 2021. Com estes dados foram produzidos climogramas para análise das características do clima na área de estudo.

A segunda etapa foi referente a obtenção de dados empíricos durante a realização dos trabalhos de campo, que permitiu corrigir as informações inseridas nos mapas preliminares, observar a espacialização das feições morfológicas na paisagem, aspectos da organização do uso e ocupação das terras, identificar evidências da ação de processos morfodinâmicos, realizar os registros fotográficos e contatar com pessoas residentes na área.

Foram realizadas oito campanhas de campo, sendo uma delas através de embarcação pelo canal do rio Pagão, nas proximidades da foz, a fim de observar as características das margens e morfologias, às quais o acesso era limitante, por terra.

Por fim, a terceira etapa representada pelo tratamento das informações e dados para a análise integrada da paisagem da sub-bacia, segundo a metodologia de Ross (1994). De acordo com este autor, para avaliar a Fragilidade Ambiental de uma Unidade de Paisagem deve-se realizar estudos básicos dos componentes ambientais: relevo, geologia, solo, uso da terra e clima. Em seguida, ele propõe a realização dos trabalhos de campo e a confecção de produtos cartográficos temáticos referentes a – geomorfologia, geologia, pedologia, climatologia e uso da terra/vegetação.

Para cada um desses elementos da paisagem o autor supracitado indica parâmetros para avaliar a sua fragilidade. Assim, para a produção das cartas são indicados como critérios os seguintes: geomorfologia – “Padrões de Formas com a rugosidade topográfica ou os Índices de Dissecação do Relevo” e as “Classes de Declividade”; pedologia – “características de textura,

estrutura, plasticidade, grau de coesão das partículas, e profundidade/espessura dos horizontes superficiais e subsuperficiais”; uso da terra/cobertura vegetal – identificação das “manchas dos diferentes tipos de usos” através da interpretação de imagens de satélite ou fotografias aéreas (ROSS, 1994, p. 66).

Uma vez efetuados estes estudos, devem ser aplicadas as classes de fragilidades indicadas para cada componente da paisagem. Ross (1994, p. 66-69) relaciona estas classes a uma matriz de valores, que varia de 1 a 5, associando-as às categorias distribuídas entre “Muito Baixa” ou “Muito Fraca” a “Muito Alta” ou “Muito Forte”.

Na área da sub-bacia do rio Pagão-Guararema foram analisados individualmente, seguindo estes critérios – a geomorfologia (declividade), pedologia (características morfológicas e propriedades físicas dos solos) e o tipo de uso e ocupação das terras.

A fragilidade dos aspectos geológicos foi avaliada qualitativamente considerando-se o processo de formação das rochas, uma vez que o autor da metodologia adotada, Ross (1994), não definiu critérios quantitativos para avaliar esse componente da paisagem. Vale destacar que na maior parte da sub-bacia predomina o Grupo Barreiras, ocorrendo outros litotipos de diferentes composições e cronologias, em pequenas áreas.

O mesmo tratamento foi dado ao clima. Não foi gerado um produto cartográfico para avaliá-lo. Mas, foi realizada uma avaliação qualitativa a partir da interpretação dos gráficos com a distribuição mensal dos índices pluviométricos, mantendo-se os princípios holísticos-sistêmicos, evidenciados na análise integrada com os outros componentes.

No que se refere à avaliação da fragilidade da pedologia, as informações sobre as características dos solos apresentadas por Araújo Filho *et al* (1999) serviram de base para apoiar o estudo.

O modelo da Fragilidade Ambiental inclui avaliar a Fragilidade Potencial, correspondente aos elementos naturais do ambiente. Enquanto a Fragilidade Emergente se refere às intervenções antrópicas, representadas pelo tipo de uso e ocupação das terras, como elemento desencadeador ou potencializador das transformações na paisagem. Ambas são complementares.

A avaliação dos elementos de cada tipologia de fragilidade se relaciona com uma matriz de valores distribuídos entre 1 e 5, os quais estão associados a uma representação qualitativa, composta por cinco categorias – Muito Baixa, Baixa, Média, Alta e Muito Alta. Cada elemento da paisagem mapeado recebeu as duas identificações – quantitativa e qualitativa (Quadro 02).

Quadro 02 - Classificação qualitativa e quantitativa das fragilidades.

Classificação	Fragilidade Potencial	Fragilidade Emergente
Qualitativo	Muito Baixa	Muito Baixa
	Baixa	Baixa
	Média	Média
	Alta	Alta
	Muito Alta	Muito Alta
Quantitativa	1	1
	2	2
	3	3
	4	4
	5	5

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

Neste estudo, a identificação da Fragilidade Potencial das Unidades de Paisagem resulta da associação entre as fragilidades da declividade do relevo e dos tipos de solos. Por sua vez, a Fragilidade Emergente resultou do cruzamento destas variáveis da Fragilidade Potencial com o uso e ocupação das terras. O grau de fragilidade está representado nos produtos cartográficos por meio de gradientes de cores (Quadro 03).

Quadro 03 - Gradiente de cores da Fragilidade Ambiental

Grau	Classe	Fragilidade Potencial	Fragilidade Emergente
1	Muito Baixa		
2	Baixa		
3	Média		
4	Alta		
5	Muito Alta		

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

O cruzamento dos dados quantitativos que deram origem aos mapas de Fragilidades Ambientais foi efetuado no *software* Quantun Gis 2.18 por meio da ferramenta: Calculadora *raster*, onde a mesma mesclou os valores dos conjuntos dos *pixels* impressos para cada grau de fragilidade (1, 2, 3, 4 e 5) das variáveis solos, declividade do relevo e usos e ocupações. A fórmula utilizada para cada conjunto de fragilidade na Calculadora *raster* foi a seguinte:

$$\text{Fragilidade Potencial: } \frac{\text{Fragilidade do solo} + \text{Fragilidade da declividade do relevo}}{2}$$

$$\text{Fragilidade Emergente: } \frac{\text{Fragilidade Potencial} + \text{Fragilidade dos Usos e Ocupações}}{2}$$

Segundo Ross (1994) a avaliação da declividade é importante na medida em que influencia diretamente no processo erosivo que modifica as formas do relevo, e regula o escoamento superficial, atuante na mobilização de materiais das áreas mais elevadas do relevo para altitudes menores.

Ross (1994) e Massa & Ross (2012) enfatizam que a declividade é um critério que deve preponderar sobre os demais atributos do relevo, na avaliação da Fragilidade Potencial, porque o gradiente declividade comanda a intensidade da ação dos processos erosivos, que se desenvolvem nas feições do modelado do relevo da paisagem. No Quadro 04, são apresentados os intervalos de declividades em percentuais e o grau de fragilidade correspondente.

Quadro 04 - Classificação da fragilidade da declividade.

Intervalos de declividade (%)	Fragilidade
Até 6	1 – Muito Fraca
6 a 12	2 - Fraca
12 a 20	3 - Média
20 a 30	4 - Forte
Acima de 30	5 - Muito Forte

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

A classificação da fragilidade do solo está associada as suas características morfológicas e físicas, tendo em vista são condicionantes fundamentais para o solo apresentar maior ou menor suscetibilidade à ação dos processos erosivos, em particular, aqueles desencadeados pelas precipitações pluviométricas, ou seja, maior ou menor erodibilidade diante da capacidade erosiva das chuvas. Desse modo, Ross (1994) apresenta na sua metodologia agrupamentos de solos relacionando-os as suas respectivas categorias de fragilidade (Quadro 05).

Quadro 05 - Fragilidade dos solos.

Fragilidade	Tipo de solo
1 - Muito baixa	Latossolo Amarelo Distrófico, textura argilosa.
2 - Baixa	
3 - Média	Argissolo Vermelho-amarelo Distrófico, textura média/argilosa.
4 - Alta	Argissolo Amarelo Distrófico, textura média/arenosa.
5 - Muito Alta	Gleissolos Sálcos.

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

A Fragilidade Emergente relaciona-se com a interferência humana na paisagem. Portanto, se necessário analisar a espacialização das atividades produtivas correspondentes aos

diferentes tipos de uso dos atributos naturais da paisagem. Assim, a associação do resultado da avaliação dos componentes naturais definidores da Fragilidade Potencial com o uso e ocupação das terras determinam a Fragilidade Emergente.

A proteção desempenhada pela cobertura de solo sobre a paisagem, Ross (1994; 2006) segue o mesmo princípio das Fragilidades Potenciais. Os tipos de usos são agrupados segundo a representação de cada um (Quadro 06).

Quadro 06 - Grau de proteção da cobertura dos solos.

Grau de proteção	Tipo de cobertura
1 - Muito Alta	Matas Naturais/Nativas.
2 - Alta	Matas Secundárias/Ciliares e Vegetação de Mangue.
3 - Média	Pastagem de Baixo Pisoteio Animal, Lavouras Permanentes com Práticas de Proteção e Áreas Urbanas.
4 - Baixa	Pastagem de Alto Pisoteio Animal, Lavouras Permanentes sem Práticas de Proteção e Eucalipto sem sub-bosque de Mata Nativa.
5 - Muito Baixa	Solo Exposto e Carcinicultura.

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

A capacidade de proteção das áreas urbanas foi definida por meio da subjetividade empírica evidenciada e visita de campo. Nas cidades, constatou-se que o calçamento e pavimentação das ruas e a presença de uma relativa rede de drenagem das águas pluviais, assegura o solo urbano da erosão por movimento de massa. Não obstante, os ambientes urbanos ainda carecem de diversos instrumentos de infraestrutura urbana, especialmente na periferia da malha urbana, que são as áreas das principais liberações da energia pluvial concentrada nos centros da cidade.

A análise de fragilidade, no seu todo, exigiu, além das etapas efetuadas em gabinete, trabalhos de campo para confirmar ou corrigir as informações obtidas em fontes secundárias e realizar os registros fotográficos auxiliares da compreensão das fragilidades, observar evidências de processos morfodinâmicos e os tipos de uso e ocupação das terras para a compreensão das características e do estado da paisagem. Além disso, os trabalhos de campo possibilitaram o contato com a população local, que forneceu informações importantes acerca do objeto de estudo através de conversas informais.

O diário de campo foi utilizado para o registro escrito de informações não efetivamente resguardadas por outros meios disponíveis durante as campanhas de campo, como fotografias. Tais informações foram utilizadas como material de consulta durante a sintetização desse estudo, contribuindo na redação do trabalho final.

3 BASES TEÓRICAS E CONCEITUAIS APLICADAS À ANÁLISE DA PAISAGEM EM GEOGRAFIA

A Geografia constituiu-se enquanto ciência somente no século XIX. Nesse momento, a sistematização do conhecimento geográfico que foi construída de maneira dissipada, muito influenciada pelo pensamento romântico e naturalista. Os diferentes ramos do conhecimento foram reunidos para compor um arcabouço particular e independente.

Inicialmente, a Geografia apresenta-se como uma ciência ampla e em uma de suas definições mais simples esta característica fica clara: Descrição/estudo da Terra. Apesar dessa definição não representá-la mais enquanto ciência, tampouco o seu objeto de estudo.

Lefebvre (1974) afirma que o objeto de estudo da Geografia é o espaço geográfico, um espaço produzido e apropriado pela sociedade. Santos (1996), acrescenta ainda que esse espaço é composto pela inter-relação entre sistemas de objetos – naturais, culturais e técnicos, e sistemas de ações – relações sociais, culturais, políticas e econômicas.

O espaço aparece como categoria principal da Geografia, mas não a única. O mesmo, se desdobra em diferentes formas de organizações naturais e sociais, em interação. Para apreender e explicar as diferentes maneiras de interação no espaço geográfico, surgiram com o tempo novas categorias, com objetivos específicos dentro dessa ciência. Destacam-se paisagem, território, região e lugar.

Não cabe aqui tratar de cada uma delas, mas apenas compreender que a escolha da categoria está de acordo com as relações espaciais que o pesquisador pretende destacar em seus estudos: socioambiental, poder, apropriação, conflito, identidade, etc.

Por meio dessas categorias, o pesquisador lança o olhar sobre a realidade para apreender e explicar a organização espacial, as relações, as ações, que cada uma delas permite abstrair. Dessa maneira, pode-se dizer a categoria geográfica é uma lente pela qual o pesquisador analisa a realidade geográfica que está posta diante de seus olhos. Ressalte-se ainda, que cada categoria tem uma episteme, uma história evolutiva que explica as razões que fundamentam sua origem e apropriação pela Geografia.

Como uma ciência que analisa a organização do espaço geográfico, a sua análise contempla diferentes temáticas – política, econômica, social, cultural, ambiental, entre outras. Onde existe a presença humana atuando sobre determinada porção do Planeta, possivelmente há uma temática passível de análise pelo geógrafo.

A evolução das abordagens teórico-conceituais e metodológicas da Geografia é um reflexo de demandas particulares que cada momento histórico suscita. Nesse sentido, vê-se que

nessa ciência, são amplas as abordagens metodológicas, as categorias de apreensão das realidades e os recortes espaciais.

Nesse cenário, a Geografia cresce com os estudos de paisagem e seus elementos naturais, ou seja, a categoria paisagem nasce com a sistematização dessa ciência. Mas, regrediu seu uso com a ampliação de novas abordagens e a utilização do termo por outros ramos do conhecimento, especialmente, a Ecologia.

Após os anos 1960, iniciou-se um processo de crescimento mundial das abordagens ambientais nas diferentes ciências, ao mesmo tempo em que se difundia a Teoria Geral dos Sistemas e seus princípios. O reflexo disso na Geografia foi elevar o número de pesquisadores que se dedicaram-se a trazer de volta os estudos no âmbito da paisagem, pautados nos novos princípios holísticos-sistêmicos, especialmente, com a criação e disseminação do modelo teórico do Geossistema, o que emancipou a Geografia do conceito de ecossistema, o sistema da Ecologia, que servia de base para a abordagem socioambiental da Geografia.

Nesse sentido, houve um considerável aumento na defesa dos princípios sistêmicos e no número de trabalhos com essa influência nas pesquisas de Geografia. A questão ambiental crescente com o processo de globalização, a Revolução Verde e a industrialização, entre outras consequências do pós-guerra, propiciaram o resgate da categoria paisagem como aquela que melhor representa os estudos que analisam as transformações espacialmente, produto da atuação da sociedade sobre a natureza.

A definição do recorte espacial para analisar as diferentes paisagens pelas Ciências Geográficas se configurou por muito tempo como um ponto de discussão entre os pesquisadores. Quanto a isso, diferentes pesquisadores desenvolveram algumas propostas de escalas espaciais acatadas nas pesquisas. Geralmente, elas materializam-se com, os objetivos de cada trabalho, se em nível de país, região, bioma ou cidade, entre outros.

Dessa forma, a bacia hidrográfica passou a ser compreendida como uma unidade espacial, principalmente quando voltada para o planejamento territorial. Considerava-se assim este recorte, por se constituir um limite natural que sintetiza a inter-relação de elementos distintos, físicos-naturais e sociais. Assim, comporta diferentes abordagens nos estudos ambientais e, no mesmo sentido, por possibilitar apreendê-la enquanto uma unidade geográfica.

Para instrumentalizar a paisagem, os estudos, no contexto da abordagem deste objeto, elaboraram-se propostas metodológicas na tentativa de integrar hierarquicamente a superfície terrestre. A exemplo, viu-se o modelo do Geossistema de Bertrand (2004), a avaliação do estado do meio ambiente na Ecodinâmica de Tricart (1977), a Geoecologia das Paisagens abordada por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004) e a Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes

Naturais Antropizados referida frequentemente como Análise da Fragilidade Ambiental proposta por Ross (1994), entre outros.

3.1 TEORIA GERAL DOS SISTEMAS: UMA NOVA ABORDAGEM PARA A CIÊNCIA

O século XX foi, por excelência, cenário de uma série de acontecimentos e transformações. Nesse período, afirma-se que,

é possível citar a consolidação do sistema capitalista como um importante vetor de dinamicidade e instabilidade social e política. Com esse sistema econômico, o mundo havia se diferenciado rapidamente desde o reducionismo cartesiano e o positivismo clássico: a realidade era, agora, a das empresas multinacionais, do rápido desenvolvimento industrial, da mecanização da agricultura, do êxodo rural, da urbanização e dos problemas de ordem ambiental (etc.) (BERNADINO; OLIVEIRA; DINIZ, 2018, p. 67).

Desse modo, pode-se afirmar que o mundo passou por intensas transformações econômica, ambiental, social e política. Consequentemente, as paisagens também refletiram estas mudanças, na sua base biofísica.

Até a primeira metade do século XX a ciência era fortemente influenciada pelo positivismo clássico e cartesianismo. A ciência tomava como referência a causa e efeito, puramente analítica. Considerava que o conhecimento sobre qualquer objeto de estudo era apreendido a partir da análise individual de suas partes, sem considerar essas partes na relação com as demais. Nesse sentido, conhecendo-se as partes se chegaria ao entendimento do objeto como um todo.

Bertalanffy (1973) entendia que esse conhecimento não era capaz de explicar os problemas advindos da complexidade dos acontecimentos alavancados especialmente com o Pós-Segunda Guerra Mundial. O mundo estava se reorganizando: conectado, global.

Então, até esse momento predominava uma ciência restrita ao pensamento linear. A Ciência Clássica contribuía para o pensamento que dava margem ao homem imaginar-se como dominador. Capaz de transformar a natureza em produto de sua dominação, sem consciência da repercussão de suas ações sobre si mesmo. A psicologia foi importante para abrir margem para uma nova postura (BERTALANFFY, 1973).

Diante dos acontecimentos da nova realidade e das dificuldades para abordá-los cientificamente, segundo os postulados até então elaborados pela ciência da época, surge uma outra proposta de abordagem científica, divulgada pela primeira vez na década de 1950 pelo biólogo Ludwing von Bertalanffy – a Teoria Geral dos Sistemas (TGS).

Havia “a necessidade de entender a dinâmica que envolve os fluxos de matéria e energia da natureza, bem como sua conservação e dissipação, não respondida pelo viés cartesiano-newtoniano” (NEVES *et al*, 2014, p. 273). Da mesma forma, sentia-se a necessidade de um pensamento que unificasse a maneira de abordagem da Ciência.

Nesse sentido, Vale (2012, p. 90) corrobora com Bertalanffy ao citar a fala deste, afirmando que a “Teoria Geral do Sistema seria um instrumento útil capaz de fornecer modelos a serem utilizados em diferentes campos e transmitidos de uns para os outros, salvaguardando-os do perigo das analogias superficiais”.

Bertalanffy trouxe um pensamento revolucionário para o período. Os estudos acerca dos sistemas, remontava anos anteriores.

Desde 1947 Bertalanffy requintou, modificou e aplicou os conceitos da Teoria Geral do Sistema, tendo difundindo-a por meio da publicação “General System Yearbook”. Muitos cientistas sociais estudaram, compreenderam e aplicaram a teoria dos sistemas. Em muitas áreas a aceitação foi relutante, mas nem por isso, em outras, menos empolgante (VALE, 2012, p. 89).

Possivelmente, por esse motivo encontra-se uma certa falta de consenso entre os autores quanto ao momento exato em que os princípios sistêmicos foram divulgados pela primeira vez, como podemos ver nessa afirmação de Maciel e Lima (2011, p. 164) – “os anos correspondentes a década de 1940 foram marcados pelo surgimento da Teoria Geral dos Sistemas Dinâmicos, publicada em 1948, por Ludwig Von Bertalanffy”.

Outros pesquisadores acreditam que, mesmo sendo Bertalanffy a principal referência da Teoria Geral dos Sistemas, essa visão de inter-relação entre as partes formando um todo, ou seja, um sistema, já era abordada sistematicamente desde os trabalhos de Alexander Von Humboldt, no final do século XVIII, quando este iniciou suas viagens pelo mundo relatando as diferentes paisagens visitadas. Barbosa e Gonçalves (2014, p. 96) deixam bem clara essa concepção de Humboldt ao abordarem o seguinte:

[...] suas pesquisas sobre as plantas e sua relação com os demais elementos da natureza, como o relevo e o clima, de grande relevância para geografia física e, precursoras da chamada fitogeografia, à época geografia das plantas, emergiram da confluência de saberes metodológicos multivariados, dos quais ele fez uso para alcançar seu objetivo principal: entender a unidade dos processos naturais (BARBOSA; GONÇALVES, 2014, p. 96).

Mais adiante, os autores supracitados completam sua análise afirmando – “a abordagem de Humboldt, voltada para o conhecimento da natureza, considerava que a interação entre os

conjuntos resultava em unidades integradas e a elas conferia características próprias” (BARBOSA; GONÇALVES, 2014, p. 97).

Diniz, Oliveira e Medeiros (2015) também consideram que o pensamento holístico-sistêmico fora apresentado no meio científico muito antes de sua publicação, mas sua difusão é operada realmente após a Segunda Guerra Mundial, não que esse fato tenha relação direta com sua divulgação, mas pelas grandes transformações e complexidade que se observava no mundo.

Outros autores, que defenderam a premissa de que Humboldt foi precursor do tratamento sistêmico na Ciência foram Rodrigues, Silva e Barroso (2014), afirmando que ele procurava fazer a relação entre os elementos das paisagens. Da mesma forma, Soares Filho (1998), cita que Humboldt, ao buscar identificar as inter-relações entre os componentes da paisagem tinha uma preocupação principal com as características físicas do meio ambiente, sem omitir os aspectos humanos.

Considerando que Humboldt foi também responsável pela sistematização e cientificismo do conhecimento geográfico, que em sua época estava dissipado em outros campos do conhecimento (PASSOS, 2016; NEVES *et al.*, 2014; FERNANDEZ, 2010), acrescenta-se que as primeiras abordagens de sistemas integram a Geografia junto com ele.

Para os defensores dos princípios sistêmicos, a realidade precisava ser apresentada a partir do entendimento da inter-relação dos variados elementos que a compunha. O mundo é um todo composto de diferentes partes, que a seus níveis escalares expressam um conjunto com suas próprias partes, todas mutuamente relacionadas entre si e seu entorno (BERTALANFFY, 1973). Aqui o autor destaca que os sistemas possuem uma hierarquia/escala. Um sistema pode conter outros sistemas de forma sucessiva até o esgotamento, em uma unidade final (BERTALANFFY, 1973; VALE, 2012).

A proposta dos sistemas avança à existência das relações intrínsecas entre os elementos que compõem o todo. Assim, disseminou-se que “sob a perspectiva da Teoria Geral dos Sistemas, um conjunto sistêmico se organiza com base nas inter-relações entre unidades, onde o todo é mais complexo que a soma das partes” (NEVES *et al.*, 2014, p. 273). Várias podem ser as conceituações acerca do que é um sistema. Entretanto, pode-se entendê-lo como

um todo complexo, único, organizado, formado pelo conjunto ou combinação de objetos ou partes. [...] examina-se não como algo imóvel, mas como um objeto que muda constantemente, devido ao metabolismo de suas partes interrelacionadas em um todo integral (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p.42).

Por sua vez, Vale (2012, p. 91) afirma que a

Teoria Geral do Sistema define sistema como complexo de componentes em interação, conceitos característicos das totalidades organizadas tais como interação, soma, mecanização, centralização, competição, finalidade, etc., e aplica-o a fenômenos concretos (VALE, 2012, p. 91).

O mesmo autor supracitado concluiu que, de acordo com a definição de sistemas, os mesmos “devem ter suas partes componentes, denominadas unidades, ou elementos ou, ainda, componentes, as quais devem encontrar-se inter-relacionadas, dependentes umas das outras, através de ligações que denunciam os fluxos” (VALE, 2012, p. 91).

Nos pressupostos da Ciência Clássica, o Planeta (se não o Universo) assemelha-se a uma máquina, onde, conhecer cada parte/elemento era suficiente e respondia por si só ao trabalho desse objeto. O paradigma holístico-sistêmico vai em direção mais ampla, diferente dessa compreensão restrita da realidade.

Segundo a proposta de Bertalanffy (1973), além do conhecimento sobre cada elemento de um sistema, era essencial apreendê-lo na sua relação com os demais elementos do sistema, ou seja, observar o todo complexo na qual aquele elemento estava inserido. Saber o objetivo do sistema dava uma resposta de síntese, entendendo que a função dos elementos individualmente não era capaz de propiciar.

Nessa perspectiva, Bertalanffy (op.cit) caracteriza os sistemas como uma organização dinâmica influenciada por fluxos de matéria, energia e informação, fatores esses que controlam o equilíbrio interno dos mesmos.

Christofolletti (1999) e Neves (2012) destacam três tipos de sistemas quanto às trocas entre seus elementos: os sistemas abertos são aqueles onde ocorrem trocas contínuas de energia e matéria com o ambiente – estes são os mais comuns (ex: corpo humano); os sistemas fechados são aqueles que trocam apenas energia com os demais (ex: Planeta); já os sistemas isolados não fazem nenhum tipo de troca (ex: sistema solar).

No mesmo sentido, os autores acima destacam que os sistemas que interessam à Geografia, não são os isolados. Fazem parte de um Sistema *Universo*. Este contém, inclusive, aquele que se pretende estudar:

Praticamente, a totalidade dos sistemas que interessam ao geógrafo não atua de modo isolado, mas funciona dentro de um ambiente e faz parte de um universo maior. Esse conjunto maior, no qual se encontra inserido o sistema particular que se está estudando, pode ser denominado de universo, o qual compreende o conjunto de todos os fenômenos e eventos que, através de suas mudanças e dinamismo, apresentam repercussões no sistema focalizado, e também de todos os fenômenos e eventos que sofrem alterações e mudanças por causa do comportamento do referido sistema particular. (CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 3).

O mesmo autor acima, aborda que os primeiros sistemas podem ser chamados de antecedentes ou controladores e os segundos, subsequentes ou controlados. Essa noção se dá em relação ao sistema escolhido pelo pesquisador dentro do sistema Universo. Nenhum sistema onde há fluxos alcança um equilíbrio total. Ele sofre variações. As transformações dentro do sistema Universo são controladas por um mecanismo de autorregulação denominado *feedback* (BERTALANFFY, 1973; CHRISTOFOLLETI, 1979; 1980; 1999; PENTEADO, 1983; NEVES, 2012). De acordo com Neves (2012, p.92) “os sistemas subsequentes podem voltar a exercer influências sobre os antecedentes, através do mecanismo de retroalimentação, ou *feedback*, numa perfeita interação entre todo o universo”.

Quando as trocas de energia, matéria e informação se mantêm harmônica, o sistema está estável. Se a modificação no equacionamento da entrada e saída desses fatores afeta a organização dos sistemas, conduz para um estado de instabilidade. Quando a entrada ou saída de matéria ou energia ocorre de tal maneira que a instabilidade rompe com a resiliência do sistema, este deixa de existir, dando lugar a uma organização, um novo sistema, que difere daquele anterior (BERTALANFFY, 1973; CHRISTOFOLLETI, 1979;1980;1999; PENTEADO, 1983; NEVES, 2012).

Desse modo, esse estágio de instabilidade não é finalístico, pois, as partes em inter-relação são capazes de se reorganizarem para as novas condições, um novo equilíbrio, avançando para outro estado de equilíbrio momentâneo, mais ou menos próximo das características anteriores, a depender do grau de influência e da própria resiliência do sistema.

Nesse sentido, nem mesmo os sistemas estáveis estão em equilíbrio total. O equilíbrio é sempre dinâmico, ocasionado pelas constantes trocas de matéria, energia e informação entre os elementos do sistema estável e com os demais sistemas.

Para Christofolletti (1979;1980;1999), o equilíbrio dos sistemas é caracterizado pelo constante movimento, representando a característica de que a curto prazo os sistemas podem sofrer mudanças na circulação de energia, matéria e informação (EMI) de forma incapaz de afetar significativamente o comando maior da organização.

Essa é a resiliência dos sistemas, ou seja, a capacidade de que os elementos dos sistemas possam se restabelecer frente a uma mudança no fornecimento de EMI, sem que o equilíbrio do todo possa ser alterado. Somente quando a mudança de EMI acontece de forma a romper com resiliência do sistema é que o equilíbrio comprometido. Neste contexto, o sistema é levado a se reorganizar para as novas condições, dificilmente com as características igual ao momento anterior.

Então, por meio da resiliência, os sistemas podem passar por diferentes variações dentro de um limiar sem que seu equilíbrio possa ser interrompido (BERTALANFFY, 1973; CHRISTOFOLETTI, 1979; 1980; 1999; PENTEADO, 1983). Entendido esses critérios acerca dos sistemas, pode-se proceder a uma maneira diferente de se posicionar teoricamente nas ciências.

As considerações de Vale (2012, p. 92) sobre a complexidade dos sistemas destaca que

a superfície da Terra apresenta uma infinidade de fenômenos e distinguir um sistema dentro de uma multiplicidade é um ato mental que procura abstrair o referido sistema da realidade envolvente. Isso vai depender da formação intelectual e da percepção geográfica e ambiental inerente a cada pesquisador (VALE, 2012, p. 92)

É fundamental ressaltar que, ao propor a TGS, Bertalanffy objetivava uma maneira de moldar ou mesmo complementar a forma como a ciência poderia tentar se posicionar diante do mundo, no sentido de melhorar as respostas para o que o cartesianismo não era suficientemente capaz de responder (LIMBERGER, 2006).

Da mesma forma, Bertalanffy queria eleger para a ciência uma proposta que não se restringisse a determinado campo do saber, mas, que possibilitasse ser aplicada por qualquer área do conhecimento que tivesse como princípio a inter-relação entre seus elementos (NASCIMENTO, SAMPAIO, 2004).

3.2 PAISAGEM: CATEGORIA FUNDAMENTAL NOS ESTUDOS GEOGRÁFICOS SOBRE A FRAGILIDADE AMBIENTAL

Costa e Rocha (2010, p. 26) ao abordarem sobre o momento anterior à ciência geográfica, destacam que “O período pré-científico corresponde aos saberes geográficos desprovidos de sistematização e organização metodológica produzidos pelos seres humanos desde a pré-história até a consolidação científica”.

O século, XVIII e XIX, quando a Geografia é fundamentada, revela-se um período onde o pensamento dos cientistas e intelectuais eram primordialmente influenciados pelo Romantismo-Positivismo e, relacionado aos resquícios das Grandes Navegações, as visões naturalistas (FERNANDES, 2010; COSTA: ROCHA, 2010;).

Os momentos históricos evoluem e junto com eles os pressupostos de cada ciência sofre o mesmo processo. Os momentos históricos pelos quais a Geografia perpassou, ofereceu realidades particulares. Nessa condição, mereciam formas específicas de apreensão. Dessa forma, ela foi refinando conceitos e definindo categorias de análise para contextualizar essas

realidades. Britto e Ferreira (2011, p. 1) apontam que “a Geografia possui seus conceitos-chaves (paisagem, região, espaço, lugar e território) com grande grau de parentesco e capazes de sintetizar a objetivação geográfica, concebendo-a identidade e autonomia”.

Em Barbosa e Gonçalves (2014) é possível entender que a categoria paisagem foi a primeira a integrar a Ciência Geográfica, não a principal, destacando o espaço como conceito mais amplo. Troll (1997, p. 2) afirma que seu uso “está presente na ciência e na arte. Porém, somente a geografia deu ao seu uso um valor científico, transformando-o em eixo de toda uma teoria de investigação”. Desde então, este vocábulo passou por várias interpretações, adquirindo as mais diferentes definições. Barbosa e Gonçalves (2014, p. 93) destaca que

o termo paisagem nos remete há vários comentários e interpretações, tanto na geografia como em outros campos do conhecimento. Ele está presente como noção, na arte, na literatura, na música, na arquitetura, na fotografia e de forma banalizada, no cotidiano das pessoas por meio da mídia escrita e falada (BARBOSA; GONÇALVES, 2014, p. 93).

Ferreira e Britto (2011, p. 2) ratificam o entendimento dos autores referidos acima, considerando que “a palavra paisagem é de uso corrente, sendo utilizada tanto no dia-a-dia como nas diversas ciências”.

Barbosa e Gonçalves (2014) ainda reiteram que, na Geografia, o termo possui diferentes concepções de significados. Nesse sentido, o termo adquiriu caráter polissêmico desde sua emergência na escola alemã, por volta do século XIX, quando começou a ser largamente utilizado (BARBOSA; GONÇALVES, 2014, p. 94).

Deve-se entender que essas diferentes maneiras de uso do termo paisagem dificultam sua adequação científica, especialmente quando ela é trabalhada com a mesma definição de outros termos. Esse tratamento multivariado atrelado ao conceito de paisagem, para Mínguez e Álvarez (2015), torna o termo complexo e

prueba de la complejidad inherente al concepto y a su definición se encuentra, por ejemplo, en la multitud de disciplinas científicas que se han ocupado de su estudio: desde las artes, en el seno de las que generalmente se asume que nació el término, hasta la ingeniería, pasando por la filosofía, la arquitectura, la geografía, la biología, etc. Prácticamente la totalidad de las disciplinas mencionadas han desarrollado al menos una definición propia del paisaje, nacida desde las técnicas y los principios en los que se sustentan. Sin embargo, desde un plano que excede la perspectiva parcial de cada campo, sí parece existir un acuerdo claro en torno a varios conceptos (MÍNGUEZ; ÁLVAREZ, 2015, p. 30).

A multiplicidade de significados para o termo paisagem dificulta, por vezes, a aplicação no campo científico, no sentido sobre qual definição deve-se usar para expressar adequadamente a proposta da análise.

Cavalcanti e Corrêa (2018, p. 11), trabalham com essa premissa nos seus estudos sobre paisagem. Os autores oferecem exemplo de duas linhas teóricas que abordam sobre o termo na Geografia, uma no sentido pictórico e estético e outra no sentido geoecológico e cultural. Eles apontam a dificuldade para saber qual definição se deve defender, pois, elas “resultam de tradições distintas do pensamento geográfico, que compõem sistemas teóricos diferenciados, razão pela qual é difícil dizer qual delas está certa”. Continuando, eles afirmam que a solução para essa questão está relacionada a proceder uma “abordagem historiográfica, buscando-se as raízes conceituais”.

Ressalte-se a crescente aplicação dessa categoria na Geografia para os estudos relacionados às questões antroponaturais, tal como historicamente a paisagem teve destaque na denominada Geografia Física. Seu primeiro emprego científico na Geografia veio sob influência alemã por meio do termo “*landschaft*” (MACIEL; LIMA, 2011).

A consideração de Passos (2001) é a de que nenhum modelo de estudo de paisagem é a paisagem, como alguns autores tentam colocar, pois, o modelo é apenas uma ferramenta.

A paisagem geográfica, mesmo com os esforços de Humboldt, que, a sua época, já desenvolvia um pensamento compatível com os princípios sistêmicos, aprofundados na Teoria Geral dos Sistemas por Bertalanffy, reservava na maioria de suas abordagens a forte influência do viés mecanicista, descrição, inércia e o carácter estético legado do Romantismo (SPRINGER, 2009). Essa postura de Humboldt e seus contemporâneos é compreensível na medida em que viviam um momento histórico específico, voltado para a valorização da paisagem natural e abordada pelo Positivismo Clássico.

Durante determinado período, a paisagem foi perdendo destaque na Geografia, cedendo lugar a outros conceitos. Ao mesmo tempo este termo era apropriado em conotações diversas por outras áreas do conhecimento, em particular, àquelas relacionadas com as questões ecológicas. Contudo, na segunda metade do século XX, paisagem volta a ser enfatizada e aplicada na Geografia.

Pós década de 60, ainda que muitos autores trabalhassem esta categoria geográfica do ponto de vista descritivo, como afirmam Verdum *et al.*, (2012), os princípios sistêmicos passaram a influenciar muitas abordagens sobre paisagem, associando de maneira cada vez mais evidente o viés sistêmico-holístico a este conceito. O carácter que valorizava meramente a

forma foi sendo mesclado ao de funcionalidade, revelando a evolução e o dinamismo da paisagem.

Com o debate da problemática ambiental em crescimento após a década de 1950, os estudos integrados e a categoria paisagem se ampliaram no cenário geográfico mundial e brasileiro. Muitos elementos foram incorporados ao conceito, tornando-o mais robusto.

Com Tricart (1956), Troll (1997), Ab'Sáber (2003) e Bertrand (2004) a paisagem geográfica abordou com ênfase a interdependência entre os elementos que a compõem. Ela deixou de ser entendida como elemento estático e na sua composição, os fatores socioeconômicos passaram a receber destaque, até então negligenciados. Nesse sentido, Troll (1997) entendia a paisagem como um organismo vivo. Por sua parte, Verdum *et al.*, (2012) declararam que nos anos de 1970 ocorreu um debate mais intenso entre os geógrafos sobre esse novo entendimento sobre o conceito paisagem, vista de forma global e sistêmica. No decorrer do tempo, o termo paisagem passou por transformações enquanto objeto de análise (RODRIGUES, 2001; MACIEL; LIMA, 2011; VERDUM *et al.*, 2012).

No que se refere à análise integrada, entende-se que ela

não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, resultado de uma combinação dinâmica, mas instável, que é composta de elementos físicos, biológicos e antrópicos no qual reagem dialeticamente, uns sobre os outros, e fazem a paisagem indissociável, sendo um único conjunto que está em constante evolução (BERTRAND, 2004, p. 141).

A abordagem da paisagem avançou muito desde as suas primeiras conotações. Nesse sentido, é com os elementos físicos-naturais, sociais e econômicos inter-relacionados, que a paisagem se aplica, especialmente, aos atuais estudos de Geografia.

Cavalcanti e Corrêa (2018, p. 15) constroem uma retórica interessante sobre sua concepção, defendendo que “são entidades geoecológica, no sentido de que constituem um objeto com dimensão definida na superfície terrestre e possuem ritmo e desenvolvimento dependentes da lei da Física”. Completando tal concepção esses autores alegam que as paisagens podem ser (e são) humanizadas por diferentes conjuntos culturais ao longo da história (...) (CAVALCANTI; CORRÊA, 2018, p. 15).

Nesta perspectiva, fica evidente que as paisagens são dotadas de um alcance material, com elementos palpáveis, e também simbólicos, representados pela cultura dos atores sociais que vivem nessas paisagens (SILVA, 2016).

A paisagem culturalista cresceu na Geografia Anglo-Saxônica, ganhando maior expressão com Carl Sauer na década de 1920, sendo retomada novamente a partir de 1970, com Paul Claval (COSTA; ROCHA, 2010). Segundo Barbosa e Gonçalves (2014, p. 100) “Se entendia que o homem ao interagir com a natureza, através de sua cultura, forma a paisagem”. E dessa maneira que estes autores assim se referiram:

A base filosófica dessa corrente paisagística é o materialismo, onde a natureza é vista como um todo harmonioso. A paisagem, nesse caso é a soma dos elementos naturais e culturais, sem muita preocupação com a integração sistemática entre os mesmos (BARBOSA; GONÇALVES, 2014, p. 100).

Cabe mostrar ainda que quem aprofunda-se na discussão do termo paisagem a nível mais filosófico aponta para o fato de que a ela é uma abstração e não um dado existente em si. É um conjunto de formas, que na relação estabelecida entre observador e objeto, classificou-se como paisagem (ALZATE, 2008). Este autor afirma ainda que “el paisaje es una interpretación de una realidad y su valoración implica un proceso cultural” (ALZATE, 2008, p. 8).

Trazendo para sua aplicabilidade em termos práticos de síntese,

la utilización del enfoque del paisaje como síntesis geográfica para la regionalización geoecológica y como fundamento del ordenamiento enriquece el conocimiento sobre la distribución geográfica de los recursos naturales (y de los ecosistemas que los albergan), su dinámica en el tiempo, y la tolerancia del ambiente a la intervención humana (SALINAS, 2018, p. 57).

Nesse sentido, Salinas (2018) evidencia a importância da paisagem como o meio pelo qual a aplicação dos conhecimentos geográficos pode ser objetivada, sintetizada e operacionalizada. Os estudos sobre a paisagem resultaram em diferentes modelos aplicáveis na síntese de informações acerca de elementos sociais e naturais.

Na segunda metade do século XX, Sotchava (1963) revolucionou a Geografia soviética com uma proposta teórico-metodológica de classificação das paisagens denominada geossistema, uma das primeiras proposições de divisão hierárquica das paisagens terrestres. Sotchava, cunhou esse termo no sentido de substituir o de paisagem, pela sua banalização em outras disciplinas e polissemia (CAVALCANTI; CORRÊA, 2016). Além disso, ele tinha como propósito criar o próprio modelo teórico metodológico para o estudo de paisagens geográficas (BERTRAND, 2004; CHRISTOFOLETTI, 1980).

Para Sotchava (1963) a Geografia deveria possuir um sistema próprio, que expressasse as especificidades do objeto dessa ciência. Para esse autor, o ecossistema não satisfazia o princípio da espacialidade geográfica quando dava privilégio ao elemento biológico e, assim,

ao homem, como ser vivo parte de uma espécie dentro da comunidade biológica, diminuindo seu papel de protagonista na interferência dos sistemas naturais. Nesse sentido,

os geossistemas são sistemas dinâmicos, flexíveis abertos e hierarquicamente organizados, com estágios de evolução temporal, numa mobilidade cada vez maior sob a influência do homem. O elemento básico para a classificação do espaço e tudo que nele está contido em interação funcional, e do ponto de vista geográfico em três escalas: topologia, regional e planetária (CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 42).

Bertrand (2004) retoma Cailleux e Tricart (1956) e reformula proposta de Sotchava, produzindo uma taxonomia das paisagens por meio de uma tipologia têmporo-espacial em dois níveis que se subdividem em: unidades superiores – zona, domínio e região; e unidades inferiores – geossistema, geofácies e geótopo. Para a delimitação das unidades superiores o que se considerava era o relevo, o clima e as grandes massas vegetais e, das inferiores os aspectos socioeconômicos (NASCIMENTO; SAMPAIO, 2004). Como são nessas últimas que as ações do homem passam a ser percebidas como mais efetividade, então, correspondem às escalas mais relevantes para a Geografia (MONTEIRO, 2001).

Bertrand (2004) considerava a proposta de Sotchava acerca dos Geossistema incompleta no que diz respeito a escala, pois, aquele não havia definido os limites de suas unidades. Contudo, mesmo quantificando cada unidade de paisagem, Bertrand retoma essa discussão em trabalhos posteriores e afirma que a definição das unidades é uma abstração, e que cabe ao pesquisador essa tarefa (BERTRAND, 2004).

O geossistema trouxe o homem para os sistemas no campo da Geografia. “Diferentemente dos estudos ecossistêmicos que têm ênfase nas relações mútuas entre os seres vivos, a teoria geossistêmica tem foco em outras variáveis como o meio físico, a evolução histórica e as atividades humanas” (DINIZ; OLIVEIRA; MEDEIROS, 2015, p. 52).

Em 1978, Bertrand incorpora uma nova forma de abordagem para suas análises, o GTP: Geossistema-Território-Paisagem. E sob esta nova concepção a paisagem assume um caráter cultural. O geossistema passa a integrar os aspectos físico-químicos-biológicos e o território abrangendo a escala do socioeconômico (BERNADINO *et al*, 2018).

É importante ressaltar que proposta bertrandiana foi amadurecendo e seu posicionamento acerca de sua metodologia foi transformando-se ao longo de reflexões. Braido (2015), Diniz; Oliveira; Medeiros (2015) e Passos (2016) relatam que num evento realizado em 2007 na UNESP, o professor Bertrand propõe para os estudos da paisagem a substituição do termo geossistema por geocomplexo. Esta aplicação se daria da seguinte forma, para o método

se recomenda o uso do último termo, enquanto que o geossistema continuaria a representar o nível teórico, modelo proposto inicialmente por Sotchava na década de 60.

Não houve consenso na aceitação do novo termo. Todavia, Passos (2016, p. 13) afirma que o “mais correto seria adotarmos o termo ‘geocomplexo’ para as unidades de terreno e se considerar o Geossistema como um conceito, um modelo”.

Nesse sentido, Bertrand justificou seu novo posicionamento em razão do Geo+complexo refletir uma escala geográfica, abarcando o geofácies e o geótopo, combinando as relações estabelecidas entre os elementos bióticos, abióticos e antrópicos em conjunto (BRAIDO, 2015). Logo, o “geocomplexo passou a ser uma escala de análise geográfica e o Geossistema o próprio conceito base de sua teoria, ou seja, dos estudos da Geografia física global” (DINIZ; OLIVEIRA; MEDEIROS, 2015, p. 55).

Essa mudança propositura gerou críticas. Dessa maneira, torna-se uma condição indispensável para com a aplicação desse termo na sua originalidade desde que o mesmo satisfaça e valide os objetivos das pesquisas. Se faz necessário entender que o geossistema é uma proposta de síntese dos elementos da paisagem, está sendo o resultado do processo de construção e relação da sociedade com a natureza.

De acordo com Cavalcanti e Corrêa (2014, p.63-64),

diversas foram, no século XX, as tentativas metodológicas (“sínteses naturalistas”) criadas para se compreender, nessa concepção holística, a superfície terrestre: Estudo de Geossistemas, Análise Integrada da Paisagem, Geografia Ecológica, Biogeografia Ecológica, Modelo Ecorregional, Biomas, Biogeocenoses e Complexos Biogeocenóticos, Land Systems, etc.; cada uma assumiu um termo diferente para o seu objeto de estudos: a superfície terrestre hierarquizada (paisagem, ecossistema, geossistema, região natural, unidades de paisagem e similares). (CAVALCANTI; CORRÊA, 2014, p.63-64.

Semelhante a essas tentativas de sintetizar os estudos da superfície terrestre de modo integrado e holístico, deve-se citar Ross (1994). Este autor apresentou um modelo analítico para as paisagens naturais e antropizadas: Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados, que avalia a fragilidade ambiental. Ele parte do princípio de que existem potencialidades (recursos) e fragilidades (limitações) nas paisagens face às intervenções antrópicas.

O homem, como integrante da paisagem é um agente de mudança e ao mesmo tempo influenciado pela repercussão da dinâmica da paisagem da qual faz parte. Logo, ele necessita conhecer quais são as potencialidades e fragilidades da paisagem para planejar o desenvolvimento das atividades.

Nesse sentido, coloca-se aqui a paisagem como uma categoria importante para os estudos de fragilidade ambiental, por esta compor a história do pensamento geográfico associada, inicialmente, à interface homem-natureza e gradativamente se aproximar das relações estabelecidas entre sociedade e natureza. Por meio do conceito de paisagem, tem-se a compreensão do objeto de estudo que a fragilidade ambiental busca analisar.

3.3 BACIA HIDROGRÁFICA: UNIDADE AMBIENTAL PARA ANÁLISE INTEGRADA DA PAISAGEM NA GEOGRAFIA

A Geografia é um ramo científico que pauta seus estudos na espacialização dos objetos e ações, ou seja, analisa o espaço onde os mesmos se materializam. A escala dos fatos a serem estudados é o “mundo humanizado” e, dada a sua abrangência, se faz necessário um “recorte” espacial. Nesse sentido, a escala representa este limite espacial do fenômeno a ser analisado.

As atividades humanas são materializadas no espaço e os arranjos se expressam em paisagens cada vez mais antropizadas, na medida em que novas tecnologias são criadas pelas sociedades. Por vezes, as intervenções humanas renaturalizam ambientes, a exemplo de áreas reflorestadas. Entretanto, o processo evolutivo destas áreas dificilmente corresponderá àquele do sistema ambiental original.

Com o crescimento demográfico, eleva-se a demanda por suprimentos, habitação e serviços. Assim, verifica-se a expansão da malha urbana e das fronteiras agrícolas, quase sempre sem a devida ética ambiental. Geralmente, a finalidade é atender à reprodução do capital. Esta situação imprime ao planeta o valor de troca em detrimento do de uso.

Dessa forma, a tecnologia é direcionada para outras finalidades que não a de priorizar a condição de dignidade da sociedade. Todavia, não se alcança a dignidade (como permanência e contingência) das sociedades sem equilíbrio ambiental.

Ross (1994, 2006) e Porto-Gonçalves (2006) destacam que práticas desenvolvidas para a realidade dos países desenvolvidos são implantadas nas nações subdesenvolvidas e tendem a ampliar as desigualdades sociais e a degradação ambiental. Isso se observada claramente nos países que se estabelecem como agroexportadores de *comodities*, onde o saldo negativo deixado pelas atividades agrícolas monocultoras supera os ganhos econômicos.

Realidades como esta alertam para a necessidade de que os componentes naturais da paisagem precisam de formas mais harmônicas de apropriação, para que os saldos das relações sejam equalizados ao bem estar sócio-econômico-ambiental.

Para Ross (1994), o planejamento físico territorial e ambiental é uma ferramenta indispensável para que ações desse nível possam acontecer. Por meio dele, as sociedades podem ter uma previsibilidade acerca das práticas desenvolvidas na paisagem no tempo presente, estabelecendo um maior controle sobre as consequências de atividades futuras no ambiente.

Pensar desta maneira leva a entender que os estudos para compreender as organizações das paisagens são multiescalares e qualquer tomada de decisão deve reconhecer e considerar a hierarquia escalar. Na Geografia, a escala pode corresponder ao recorte espacial de um município, região ou bacia hidrográfica, dentre outros. O pesquisador é quem o define, de acordo com o objetivo de seu estudo.

Cabe salientar que,

o recurso de pensar a escala permite analisar o fenômeno a partir da medida da sua significância, isto é, da extensão que lhe dá sentido. Deixando claro que para a pesquisa nem o fenômeno, nem a escala de análise são dados da natureza, mas escolhas intelectuais fortemente influenciadas pelas matrizes teóricas dos pesquisadores e pelos seus contextos sociais (CASTRO, 2014, p. 88).

Castro (2014, p. 92) esclarece ainda que “nunca é demais realçar que considerar a escala na geografia é basicamente pensar em recortes significativos para a análise dos fenômenos”.

No Brasil, os estudos no âmbito da Geografia Física passaram a dar destaque para a bacia hidrográfica, em particular com o crescente interesse no planejamento territorial, após a segunda metade do século passado. Neves e Machado (2013), corroboram ao afirmar a bacia hidrográfica

(enquanto unidade ambiental) transpõe o uso, predominantemente, da Geografia, expandindo-se a muitas áreas das Ciências Ambientais e Agrárias, uma vez que além de ser célula básica de análise do meio ambiente, ela permite diagnósticos e prognósticos acerca dos processos interacionais, por meio de uma visão sistêmica e integrada. (NEVES; MACHADO, 2013, p. 2154).

No contexto do planejamento ambiental, a bacia hidrográfica é considerada o recorte espacial mais adequado para a compatibilizar uso e conservação dos recursos naturais. Além disso, se constitui em unidade geográfica natural, com limites bem definidos que integram componentes biogeofísicos e sociais.

De acordo com Neves e Machado (2013), os estudos integrados foram dando destaque para as ações humanas em bacias hidrográficas, mostrando a importância do entendimento

da apropriação e a transformação da bacia hidrográfica pelo homem em sociedade, por meio da exploração biológica, que afeta o equilíbrio climático da mesma, o que gera implicações resistísticas, uma vez que a alteração em qualquer ponto de um subsistema pode repercutir na totalidade do sistema maior (NEVES; MACHADO, 2013, p. 2155).

Por sua vez, Silveira (2001) contribui destacando que a bacia hidrográfica é um sistema aberto, cuja entrada é dada pela água das chuvas e a saída se relaciona com a drenagem dessa água no exutório. Para essa visão hidrológica Christofolletti (1980) acrescenta que a energia solar também se dá na entrada. Nesse sistema há saída de água por evapotranspiração, escoamento subsuperficial e sedimentos transportados pelos canais fluviais. A inserção do componente antrópico produz alterações nas relações entre os elementos naturais da dinâmica desse sistema.

Pode-se entender que qualquer recorte espacial em terras continentais está inserido total ou parcialmente em uma bacia hidrográfica, o que facilita no processo de delimitação escalar do complexo paisagístico a ser estudado (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Isso não quer dizer a bacia seja um elemento isolado do seu entorno, mas que, sendo respeitada a sua relação com os demais sistemas circundantes, ela se constitui um importante recorte espacial para validar estudos científicos, especialmente os ambientais, servindo como uma amostra espacial de fenômenos mais amplos.

De maneira simples, entende-se por bacia hidrográfica uma área drenada por um rio principal e seus afluentes (GUERRA; GUERRA, 2006; CHRISTOFOLETTI, 1980). Valente e Gomes (2011) ressaltam que ela é uma área delimitada naturalmente. Assim, muitos países passaram a adotar a bacia hidrográfica como unidade para desenvolver projetos de planejamento.

No Brasil, sua incorporação na Política Nacional dos Recursos Hídricos através da Lei Federal nº. 9.433 de 08/01/1997, no seu Artigo 1º, Inciso VI, tornou-a “um instrumento valioso de integração dos aspectos socioambientais nas políticas de desenvolvimento de uma região” (GOIS, 2010, p. 46). Essa lei que tem por base o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos.

Sobre essa questão, Silveira (2001, p.7) pontua que no “início, o processo de gerenciamento e planejamento de bacias hidrográficas visava basicamente a solução de problemas relacionados à água, com prioridade para o controle de inundações, para o abastecimento doméstico e industrial, para a irrigação ou para a navegação”.

Enquanto unidades espaciais integradoras as bacias hidrográficas

são sistemas abertos, que recebem energia através de agentes climáticos e perdem energia através do deflúvio, podendo ser descritas em termos de variáveis interdependentes, que oscilam em torno de um padrão, e, desta forma, mesmo quando perturbadas por ações antrópicas, encontram-se em equilíbrio dinâmico. Assim, qualquer modificação no recebimento ou na liberação de energia, ou modificação na forma do sistema, acarretará em uma mudança compensatória que tende a minimizar o efeito da modificação e restaurar o estado de equilíbrio dinâmico (LIMA e ZAKIA, 2000 *apud* TEODORO *et al.*, 2007, p. 138).

As bacias hidrográficas são sistemas espaciais compostos por mosaico de paisagens produzidas nas inter-relações entre elementos naturais e sociais. Nos estudos geográficos não se pode conceber que estes componentes sejam tratados isoladamente, desconectados. Guerra e Cunha (1996) consideram que transformações no interior das bacias hidrográficas se relacionam com causas naturais, mas que têm sido intensificadas pela ação humana.

Souza e Fernandes (1996, p. 7- 8), consideram que quanto ao planejamento, “a proposta para manejo integrado de recursos naturais em nível de bacias hidrográficas refere-se, em última instância, ao ordenamento do uso/ocupação da paisagem, observadas as aptidões de cada segmento e sua distribuição espacial na respectiva bacia hidrográfica”. Os mesmos autores afirmam que a composição desta unidade revela as possibilidades das atividades a serem desenvolvidas.

Devido a abrangência espacial do termo bacia hidrográfica são definidas subdivisões, com ênfase para – sub-bacia e microbacia. Teodoro *et al.* (2007) afirmam não haver um consenso sobre as definições dessas subunidades, que são regidas tanto por classificações quantitativas como qualitativas.

Os autores referidos acima afirmam que Faustino (1996) considera para as sub-bacias uma área maior que 100 km² e menor que 700 km². Para Rocha (1997 *apud* MARTINS *et al.*, 2005) elas apresentam dimensões situadas entre 20.000 ha e 700.000 ha (200 km² e 700 km²). Já a microbacia seria uma unidade hidrográfica de área reduzida, com limite variando de 10 a 200.000 ha (0,1 a 200 km²) (CECÍLIO E REIS, 2006). Constata-se que na literatura não há consenso sobre a aplicação desses termos, cabendo ao pesquisador definir o uso do termo que melhor se adequar à escala de seu objeto, de acordo com as particularidades do seu trabalho.

As águas de uma bacia hidrográfica podem drenar para o oceano, mares ou lagunas. Os afluentes do rio principal dessa bacia, com seus tributários formam as sub-bacias. Por sua vez, os rios principais das sub-bacias com sua rede de drenagem compõem as microbacias. Com isto, demonstram-se as possibilidades para o recorte espacial no domínio da bacia hidrográfica.

Sobre o termo microbacia, Souza e Fernandes (1996, p.3) declaram que, “embora difundido em nível nacional, constitui uma denominação empírica, imprópria e subjetiva. Assim, sugere-se a substituição do termo microbacia por sub-bacia hidrográfica”. Vale ressaltar que a escolha da metodologia usada na elaboração dos trabalhos de pesquisa tem maior relevância que o recorte, pois possibilita traçar o caminho para alcançar os objetivos.

O importante é entender, que em linhas gerais, bacias hidrográficas, sub-bacias e microbacias se referem esteticamente ao mesmo objeto. O que os difere são as características locais em relação ao sistema maior em que estão inseridos, bem como o tipo de abordagem que o pesquisador pretende realizar. Considerando-se que o rio Pagão-Guararema é afluente do rio Piauí, que desagua no oceano Atlântico, a área deste estudo será referida como Sub-Bacia do rio Pagão-Guararema.”.

3.4 O MODELO DE FRAGILIDADE AMBIENTAL COMO POSSIBILIDADE PARA A ANÁLISE DA PAISAGEM NA GEOGRAFIA

Comumente, as paisagens apresentam certo grau de fragilidade, seja decorrente de fatores naturais e/ou antrópicos. Tricart (1977) no estudo dos meios ecodinâmicos traduziu essa condição por meio do balanço sedimentar, ao relacionar morfogênese e pedogênese, demonstrando que uma paisagem pode evoluir para a instabilidade ou estabilidade. Assim, este autor reconheceu a dinamicidade do meio ambiente.

A ação humana interfere nos processos da dinâmica natural, em particular quando as atividades produtivas são desenvolvidas de forma a não considerar a capacidade do meio ambiente para suportar determinados tipos de usos. “As mudanças promovidas pelas sociedades humanas no meio físico natural promoveram profundas transformações na estrutura e funcionamento dos sistemas ambientais” (SANTOS, 2015, p. 77).

Ao estudar as paisagens segundo a ecodinâmica, Tricart (*op.cit*) identificou diferentes estágios de evolução e apresentou a seguinte classificação: meios estáveis, meios *intergrades* e meios fortemente instáveis. A primeira categoria caracteriza-se pelo predomínio da pedogênese sobre a morfogênese e a ação humana não é suficiente para gerar mudanças significativas. Quando a paisagem revela um equilíbrio entre a atuação de processos pedogenéticos e morfogenéticos tem-se os meios *intergrades*. E, as paisagens dominadas pela morfogênese, onde a ação humana potencializa a ação dos processos naturais e contribui para a instalação de um novo sistema ambiental, enquadram-se nos meios instáveis (TRICART, 1977; ROSS, 1994, 2006).

De acordo com Matos (2017), os meios estáveis se referem àqueles onde os processos morfogenéticos atuam de forma lenta e constante na dinâmica ambiental; os meios Instáveis representam os ambientes com domínio completo da morfogênese, e a ela se subordinam os outros elementos; como não há uma ruptura direta de um para o outro, os meios *intergrades*, caracterizam os meios de transição da concorrência entre a pedogênese e a morfogênese.

Partindo deste princípio, Ross (1994) elaborou uma proposta de estudo das paisagens, apresentando-a como Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados, por meio da qual é possível avaliar os estágios de fragilidade ambiental dos elementos que compõem as paisagens.

Nesse sentido, Ross (1994) partiu do seguinte pressuposto:

a fragilidade dos ambientes naturais face as intervenções humanas são maiores ou menores em função de suas características genéticas. [...], 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 (ROSS, 1994, p. 1).

Esta proposta consiste em uma reinterpretação das Unidades Ecodinâmicas de Tricart (1977), que foram consideradas limitadas por não reconhecerem que o meio ambiente, em qualquer estágio, apresenta algum tipo de fragilidade (ROSS, 1994, 2006; SANTOS, ROSS, 2012; SANTOS, 2015; VALLE; FRANCELINO; PINHEIRO, 2016).

A Ecodinâmica baseou-se “na análise sistêmica e enfoca as relações recíprocas entre os diversos componentes da dinâmica ambiental, com destaque para os fluxos de energia e materiais no ambiente” (FERREIRA, 2010, p. 197). Seguindo essa premissa cabe ressaltar que o ambiente deve ser analisado através do entendimento de que as trocas de energia e matéria se dão em equilíbrio dinâmico. Porém, esse equilíbrio pode ser afetado pelas atividades humanas (BERTALANFFY, 1973; ROSS, 1994).

Para Ross (1994), as categorias ecodinâmicas apresentadas por Tricart (1977) dificultava analisar as relações homem/natureza cada vez mais complexas. De modo a suprir essa lacuna, ele relacionou as Unidades Ecodinâmicas Estáveis à Fragilidade Potencial e as Unidades Ecodinâmicas Instáveis à Fragilidade Emergente. Estas novas categorias foram subdivididas em cinco níveis de fragilidade, de acordo com a suscetibilidade natural às transformações ou conforme o grau de intervenção das atividades humanas. As Unidades *Intergrades* (*meios intergrades*) não foram incluídas nesta taxonomia.

Assim o Ross (*op. cit.*) apresentou uma classificação quali-quantitativa para as fragilidades Potencial e Emergente, associando sua intensidade a uma matriz de valores entre 1 e 5. Para a Fragilidade Potencial, as categorias: 1- muito fraca, 2-fraca, 3-média, 4-forte e 5-muito forte, e para a Fragilidade Emergente: 1- muito baixa, 2-baixa, 3-média, 4-alta e 5-muito alta. Segundo Santos e Oliveira (2013) este modelo apresenta-se mais completo para evidenciar a Fragilidade Ambiental em razão de incluir maior quantidade de classes para avaliar as transformações da paisagem.

Ressalte-se que a Fragilidade Ambiental pode subsidiar o planejamento territorial (ROSS, 2006). O autor entende que cada ambiente possui diferentes aptidões, ligadas aos limites que os condicionantes naturais resguardam em sua origem. Isso não impede que o homem desenvolva suas atividades, mas que, ao fazê-las, selecione o tipo de intervenção que mais se aproxima da sustentabilidade e da suportabilidade das paisagens (SILVA, 2014).

Considerando que o estudo da Fragilidade Ambiental corresponde a um diagnóstico pautado nos limites naturais dos componentes físicos e biológicos das paisagens diante das intervenções humanas, ele pode ser considerado como uma alternativa para harmonizar desenvolvimento econômico e qualidade ambiental.

Santos e Ross (2012) abordam que os ambientes não passam diretamente da fase de equilíbrio para a de desequilíbrio, eles apresentam níveis variados de fragilidade definidos na inter-relação entre os seus componentes, como solo, relevo, clima e uso e ocupação. O conceito de fragilidade empregado por esses autores relaciona-se com os aspectos naturais e sua tendência para as transformações. Diferentemente, a vulnerabilidade se associa a eventos de risco aos quais as pessoas estão sujeitas, em consequência das condições socioeconômicas e da falta de qualidade de vida (ALMEIDA, 2010).

Assim, devemos considerar as fragilidades como uma condição vinculada ao desenvolvimento das paisagens, com a organização estrutural e escultural dos ambientes. A ação humana pode contribuir para que as fragilidades se manifestem acentuadas e mais rapidamente.

Santos (2015, p. 77) ratifica que os estudos que se debruçam sobre a Fragilidade Ambiental “têm como objetivo precípuo a classificação dos ambientes para que as intervenções antropogênicas sejam realizadas de acordo com as potencialidades e limitações dos recursos naturais, em razão dos riscos possíveis e da degradação ambiental”. Cabe reforçar que são análises voltadas para o conhecimento da capacidade de suporte dos componentes naturais das paisagens, elencando os usos mais indicados para elas, ou seja, contém informações relevantes para subsidiar o planejamento das ações das sociedades no ambiente.

Na sua originalidade, a fragilidade considera os geocondicionantes: relevo, clima, cobertura vegetal/ uso e ocupação do solo. A geologia, a hidrografia e a vegetação são integradas, secundariamente, à análise.

Ao reconhecerem que os seres humanos são agentes morfogenéticos no meio ambiente e que as áreas urbanas devem ser abrangidas no planejamento territorial, Santos e Ross (2012) elaboraram o modelo de Fragilidade Ambiental Urbano, relacionando-o aos condicionantes específicos das cidades, como grau do processo de urbanização.

No modelo inicial da fragilidade apresentado por Ross (1994, p. 68), o autor destacou que “quando se tratar de áreas urbanizadas é preciso distinguir os padrões de urbanização quanto a impermeabilização, as áreas verdes, a infraestrutura como canalização das águas pluviais, asfaltamentos, guias e sarjetas, padrões das edificações, entre outros”.

Após a divulgação dos pressupostos da Fragilidade Ambiental, muitos trabalhos foram desenvolvidos no território brasileiro. Sabendo-se que um modelo aplicado aos estudos ambientais não pode ser algo rígido, porque os elementos se diferenciam de paisagem para paisagem, esses trabalhos precisaram adaptar esta proposta teórico-metodológica para atender à realidade da área a ser estudada. Cabe salientar que o pesquisador tem liberdade para fazer as adequações necessárias ao seu estudo.

Silva (2014) desenvolveu estudo sobre a fragilidade hídrica e ecodinâmica da Bacia do rio Sergipe, enfatizando a problemática socioambiental. Em seu trabalho, ele considerou os elementos clássicos da fragilidade (solo, geomorfologia, clima, vegetação e antropização), nos setores de alto, médio e baixo curso, considerando a realidade local. Além disso, adequou as categorias da proposta de Ross (1994) para avaliar a fragilidade de corpos hídricos.

Em sua pesquisa de mestrado Melo (2018) estudou a Fragilidade Ambiental na Microbacia do rio Paripueira, optando por identificar as unidades de paisagens com base na geomorfologia. Assim, a autora analisou a dinâmica morfogenética atuante em cada uma, bem como o grau de fragilidade das mesmas.

O trabalho de Santana (2019) abordou a Fragilidade Ambiental das Unidades Geomorfológicas que compõem a paisagem do sistema hidrográfico do rio Arauá. A autora identificou e classificou os geoambientes que caracterizam as unidades geomorfológicas segundo Tricart (1977), e definiu a fragilidade/vulnerabilidade do sistema hidrográfico referido, mesclando as propostas Ross (1994) e Crepani (1996, 2001).

Diante do exposto, se reconhece a aplicabilidade da Fragilidade Ambiental nos estudos geográficos voltados para avaliação do estado da paisagem e como subsídio ao planejamento

territorial. A análise integrada aliada ao modelo de fragilidade possibilita compreender as relações estabelecidas entre os componentes geoambientais.

4 CONDICIONANTES GEOAMBIENTAIS DA SUB-BACIA DO RIO PAGÃO-GUARAREMA

O estudo dos condicionantes geoambientais é essencial para a determinação das fragilidades do meio ambiente. Eles são a materialidade das condições e das mudanças ocorridas na paisagem.

Os condicionantes geoambientais possuem duas características principais para determinar a tipologia da fragilidade que se manifesta na paisagem: a primeira está relacionada com a própria condição orgânica dos mesmos serem mais ou serem menos frágeis na mútua interação natural. A segunda expressa a capacidade desses geocondicionantes suportarem, segundo as suas limitações, as atividades humanas.

A proposta de fragilidade ambiental elenca elementos que são essenciais para diagnosticar as paisagens. Entretanto, não se exige do pesquisador a aplicabilidade integral da metodologia tal como apresentada por Ross (1994). Assim, autores que utilizaram a proposta nos seus estudos, dentre eles Crepani *et al.* (2001), Kawakubo *et al.* (2005), Grisa *et al.* (2015), Melo *et al.* (2014), Medeiros, Jesus e Alves (2019), Valle, Francelino e Pinheiro (2016), Lossardo e Lorandi (2010), Santana (2019), Silva (2014), Santos (2015), Santos e Oliveira (2013) e Santos e Ross (2012) elegeram diferentes condicionantes para suas análises, destacando-se: clima, solo, geomorfologia, vegetação e uso e ocupação das terras.

4.1 CLIMA

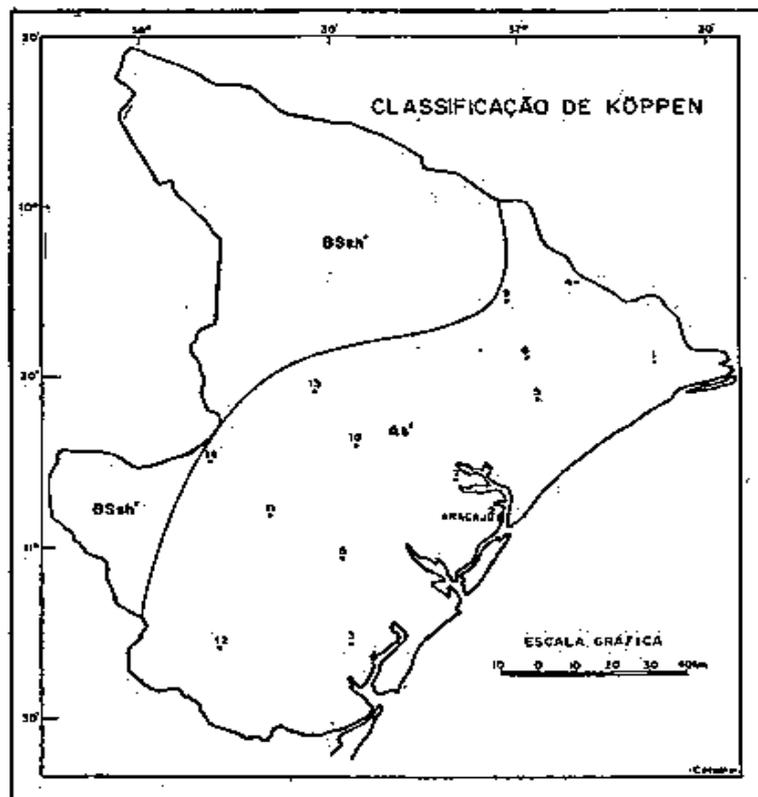
O clima de determinada região, sinteticamente, é expresso pela quantidade e distribuição das precipitações pluviométricas e valores de temperatura. Conhecer o comportamento climático de uma área é imprescindível para entender as transformações naturais que se desenvolvem na paisagem. As chuvas potencializam os processos erosivos por meio do escoamento superficial e subsuperficial. Associada com a temperatura, a água funciona como principal elemento do intemperismo químico das rochas (GUERRA; SILVA; BOTELHO, 1999; GUERRA; JORGE, 2014).

O clima que abrange a paisagem analisada de acordo com a classificação de Köppen é o AS', ou seja, Tropical Chuvoso com verão seco como pode-se visualizar na Figura 03. A estação chuvosa corresponde ao período do outono-inverno. Este tipo climático compreende um pouco mais da metade do estado de Sergipe (JACOMINE *et al.*, 1975). A temperatura apresenta pequena amplitude térmica e médias elevadas, geralmente acima de 25 °C, características de zona costeira de uma região tropical.

De acordo com a SEMARH (2016), a sub-bacia em análise está compreendida numa faixa onde os índices pluviométricos situam-se acima dos 1.200 mm por ano. A análise das isoietas evidencia que na área no entorno da foz e no alto curso do rio Pagão-Guararema, a sub-bacia apresenta volume de precipitação entre 1.400 mm e 1.500 mm. Estes índices se reduzem gradativamente no sentido Norte e com o distanciamento do litoral, alcançando valores menores ou igual a 1.200 mm, como representados na Figura 04.

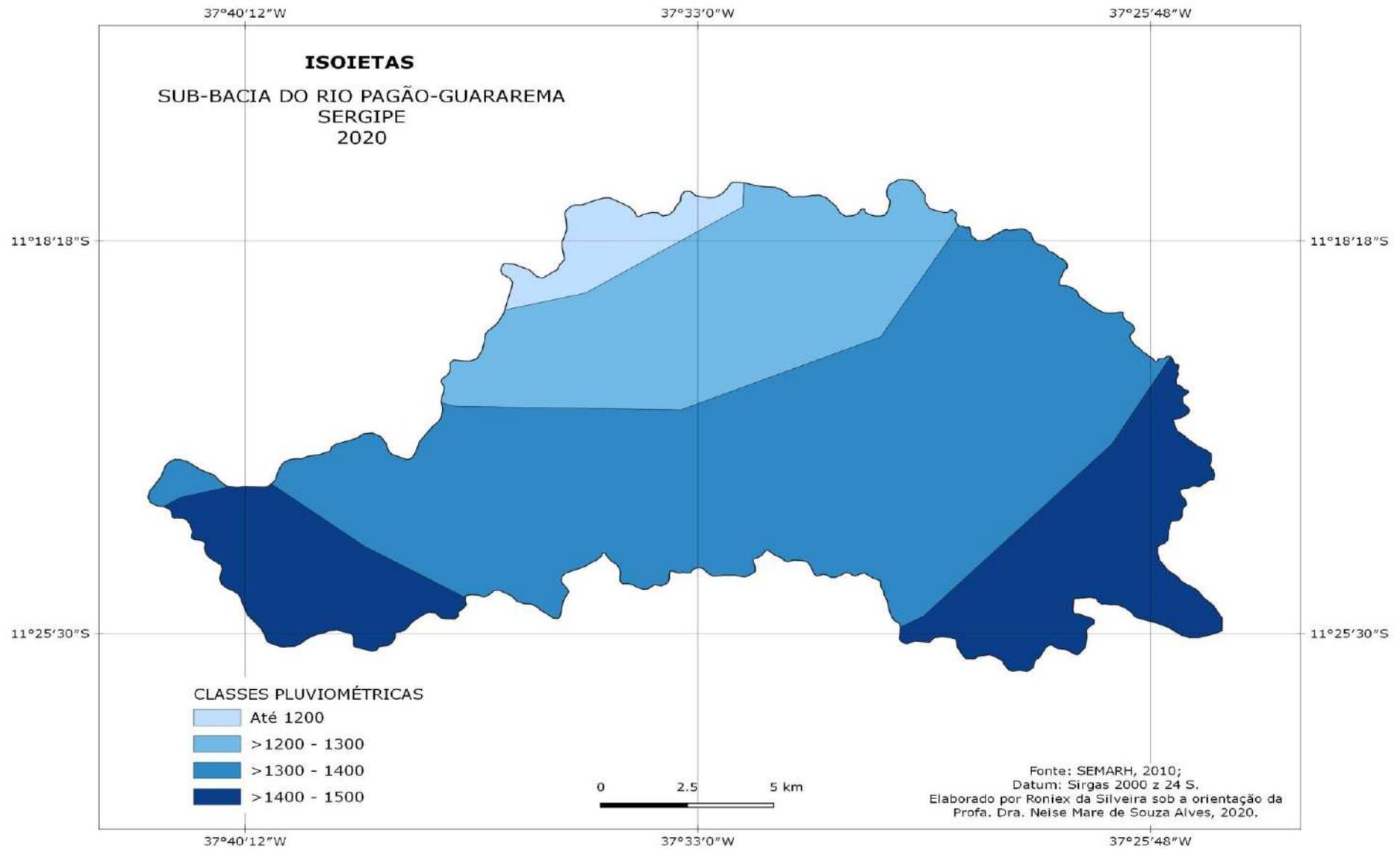
A análise das precipitações médias acumuladas e mensais para os municípios inseridos na sub-bacia, evidencia que a maior média acumulada no período entre 1963 a 1985 foi registrada em Santa Luzia do Itanhi, com 1.988,65 mm, que também apresenta a maior média mensal, 165,72 mm. Vale ressaltar que quase todos municípios em que a sub-bacia do rio Pagão Guararema está inserida apresentam índices pluviométricos superiores a 1.200 mm, à exceção de Arauá. Portanto, encontra-se em um ambiente propício à forte atuação de processos modeladores pela ação da água.

Figura 03 - Classificação climática de Köppen para o estado de Sergipe.



Fonte: JACOMINE, 1975.

Figura 04 - Mapa de Isoietas da Sub-bacia do rio Pagão-Guararema, 2020.



O clima revela-se como um importante fator condicionante da dinâmica hidrológica dos canais da rede de drenagem e contribui para a perenidade do rio principal. Além disso, as chuvas concentradas no outono-inverno contribuem para acelerar a ação dos processos morfodinâmicos, pois ocorrem após o período em que os solos sofreram um curto período de déficit hídrico.

O comportamento climático dos municípios que compreendem a Sub-bacia em questão mostra que as chuvas estão concentradas entre os meses de abril e agosto, ou seja, no outono-inverno, reduzindo-se no período primavera-verão, quando ocorrem as temperaturas mais elevadas. Os municípios costeiros que apresentam maior pluviosidade – Indiaroba, Estância e Santa Luzia do Itanhi.

Quanto a esse assunto, os dados enfatizam que os municípios de Santa Luzia do Itanhi e Estância chegam a apresentar precipitações próximas dos 400 mm. É importante saber que a influência desses volumes de chuvas, em se tratando de Estância, tem destaque menor na dinâmica local, pois, como já é conhecido, a sub-bacia tem uma reduzida área nos limites deste município. Além disso, esta área se encontra em uma posição geográfica com precipitações semelhantes às que ocorrem em Umbaúba (Figura 05, Figura 06, Figura 07, Figura 08 e Figura 09).

As temperaturas médias mensais variam entre 23 °C e 26,5 °C para os municípios citados. Quanto mais afastado do litoral, essas temperaturas têm uma amplitude térmica mais elevada, visto que torna-se menor a influência da maritimidade no controle dessa variação.

A observação das características climáticas dos municípios acima sugere que os processos morfogenéticos atuam de maneira menos intensa nas áreas mais afastadas do litoral, pois, o volume de chuvas se torna menor. A temperatura é um fator de menor relevância para diferenciar a intensidade de transformação desta paisagem, visto que sua variação não passa de aproximadamente 2°C entre os municípios. Porém, cabe salientar que a tropicalidade da temperatura favorece, por estas serem altas, na atuação da morfogênese do relevo por processos químicos.

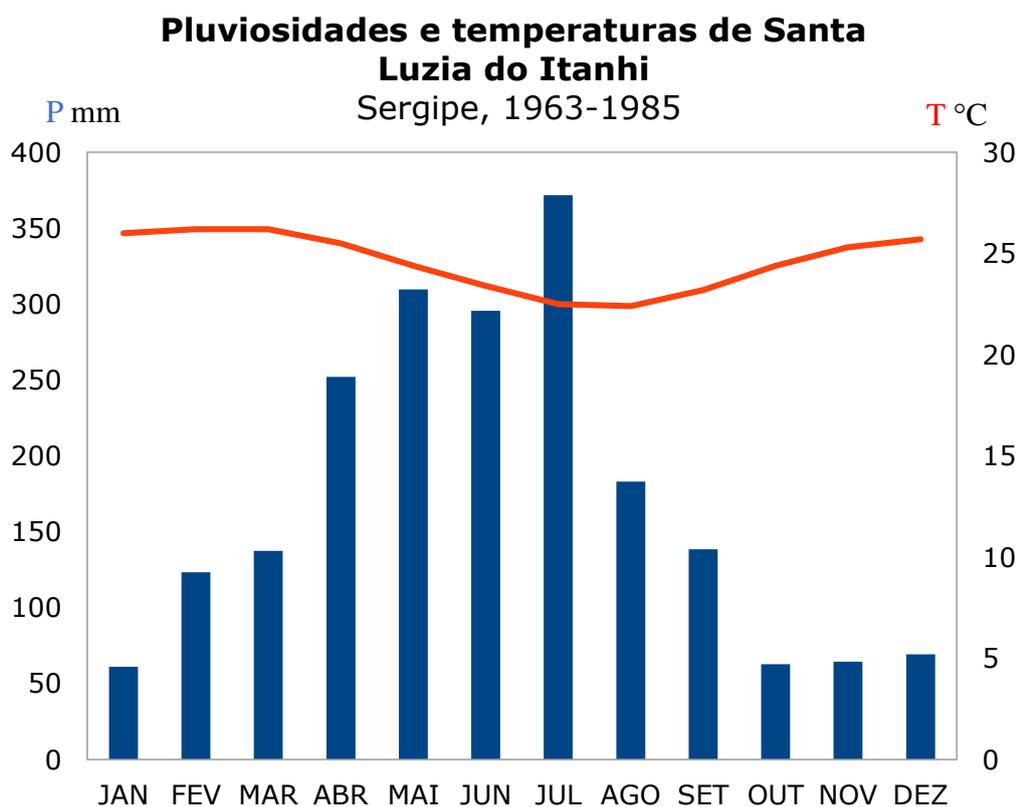
Municípios como Arauá e Umbaúba revelam uma paisagem com clima menos chuvoso, denotando um relevo mais estabilizado, quando sugere a água pluvial como agente modelador. Em contrapartida, os demais municípios, especialmente nas terras mais próximas do litoral, recebem volumes mais intensos de chuvas, facilitando a transformação em maior profundidade da rocha matriz. Associado à disponibilidade hídrica, ainda é possível destacar que estes últimos municípios apresentam um relevo com maior atuação dos processos erosivos.

É preciso não se afastar do fato de que “o clima tem um importante efeito, sobretudo na quantidade total de água fornecida. Conseqüentemente, na drenagem do solo, que é muito importante para o homem decidir o que plantar, pois cada vegetal comporta um tipo de solo” (SILVA; CHAVES; LIMA, 2009, p. 16).

Ampliando ainda mais esta concepção, destaca-se que

o clima e as variações climáticas exercem grande influência sobre a sociedade. O impacto do clima e das variações climáticas sobre a sociedade pode ser positivo (benéfico ou desejável) ou negativo (maléfico ou indesejável). As sociedades têm muitas vezes visto o clima basicamente como um fator negativo e o têm negligenciado como recurso. Contudo, o clima é tanto um fator negativo como um recurso, dependendo do local e dos valores envolvidos nos parâmetros climáticos (AYOADE, 1983, p. 288).

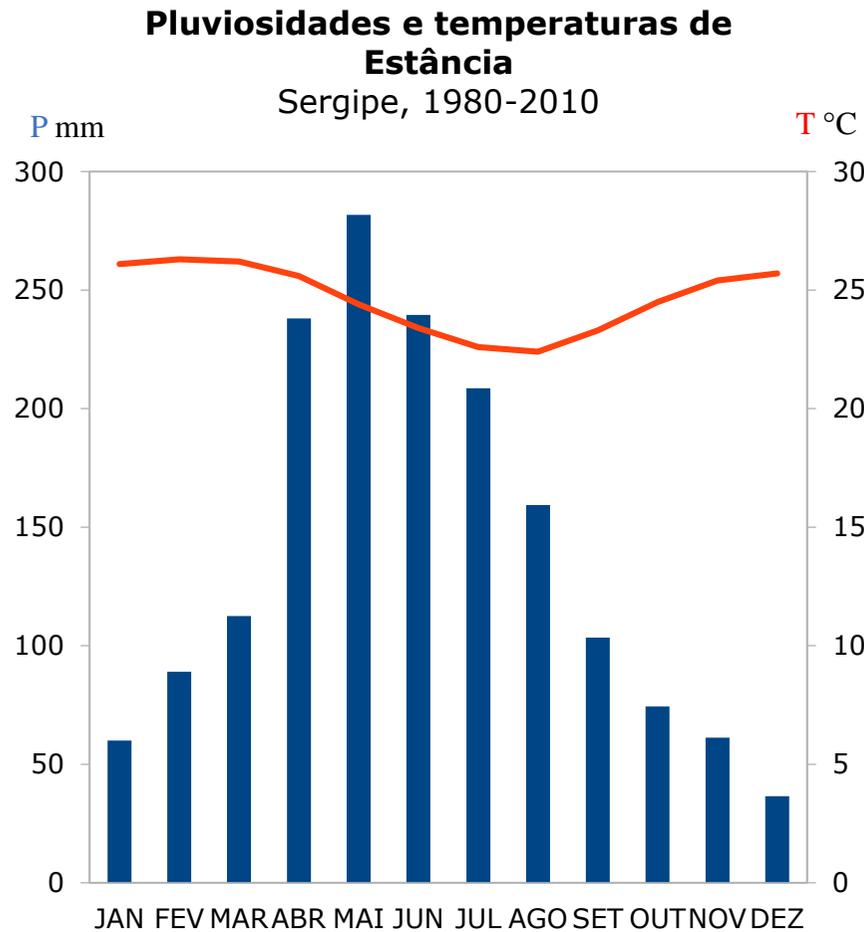
Figura 05 - Pluviosidades e temperaturas médias de Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.



Fonte: SEMESE, 2018; DCA-UFCG, 2021.

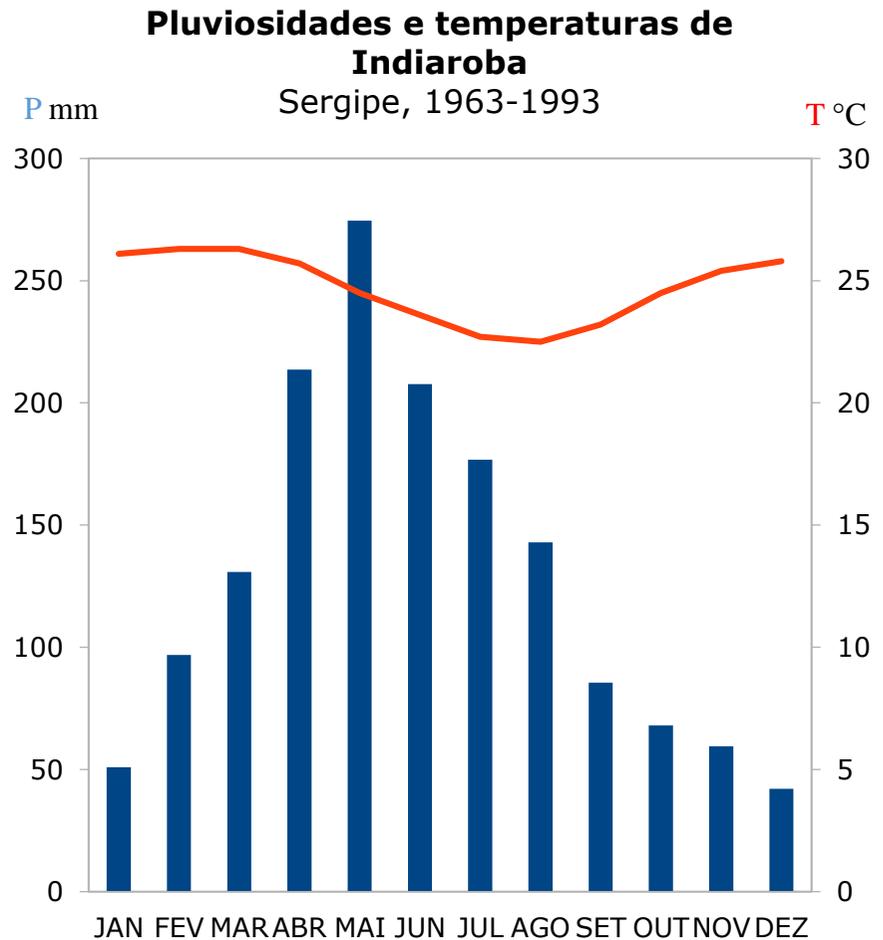
Autor: Roniex da Silveira, 2021.

Figura 06 - Pluviosidades e temperaturas médias de Estância, Sergipe.



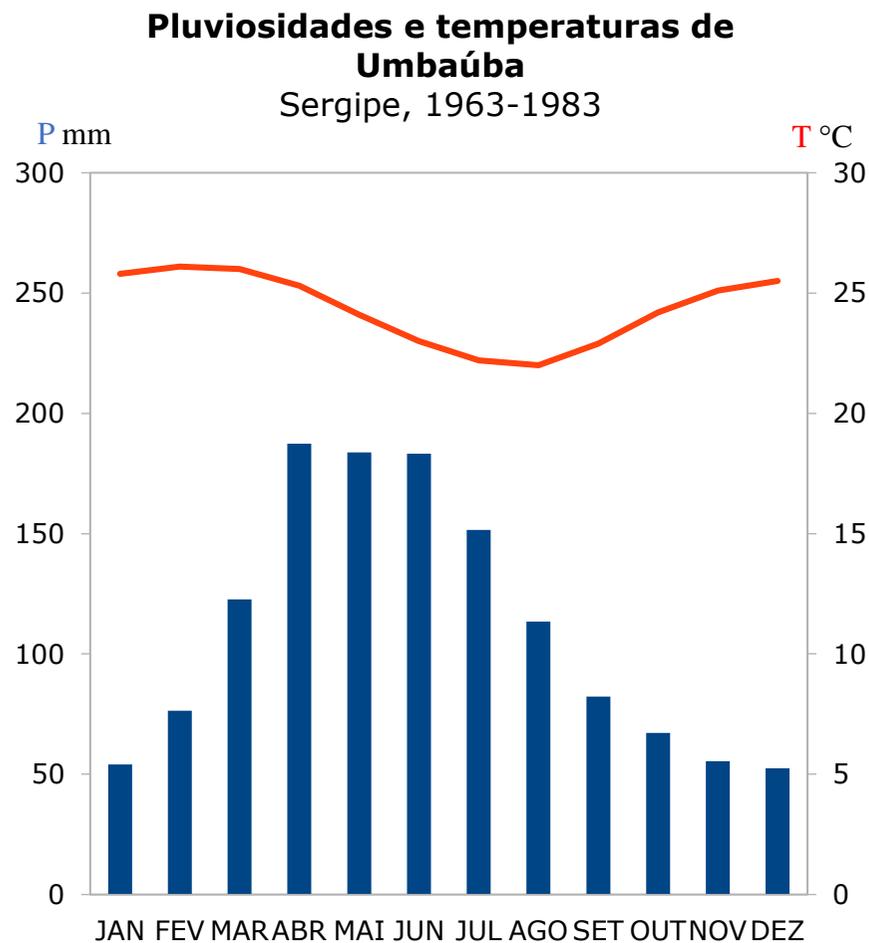
Fonte: SEMESE, 2018; DCA-UFCG, 2021.
Autor: Roniex da Silveira, 2021.

Figura 07 - Pluviosidades e temperaturas médias de Indiaroba, Sergipe.



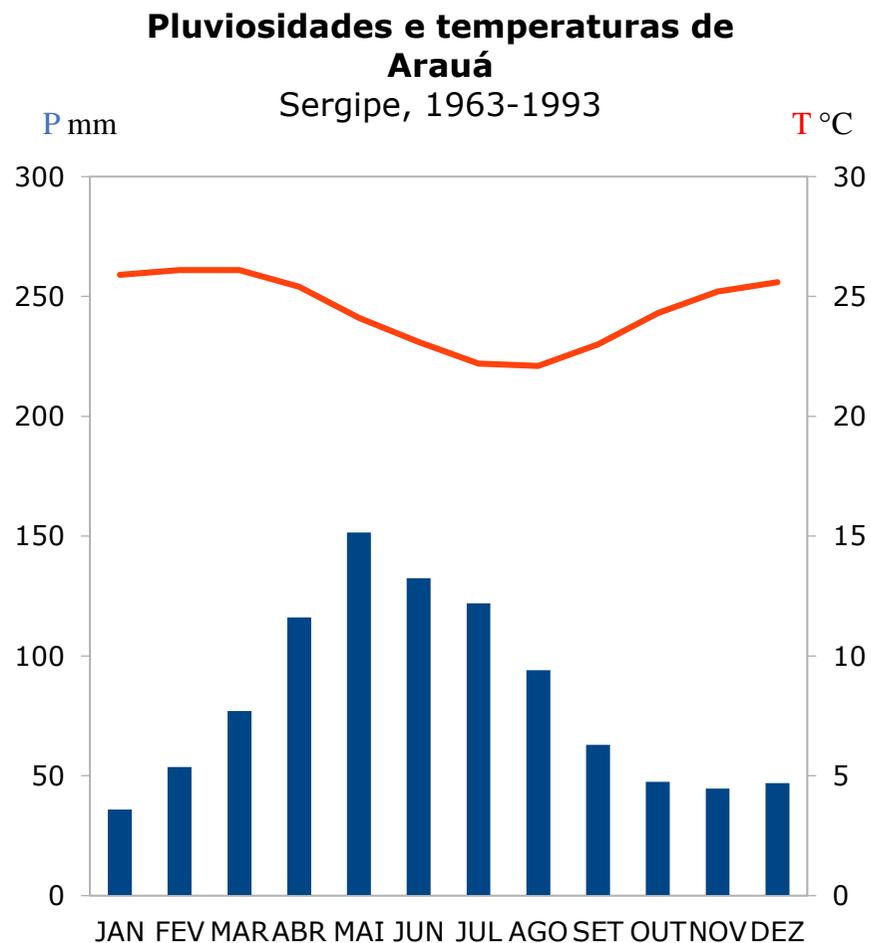
Fonte: SEMESE, 2018; DCA-UFCG, 2021.
Autor: Roniex da Silveira, 2021.

Figura 08 - Pluviosidades e temperaturas médias de Umbaúba, Sergipe.



Fonte: SEMESE, 2018; DCA-UFCG, 2021.
Autor: Roniex da Silveira, 2021.

Figura 09 - Pluviosidades e temperaturas médias de Arauá, Sergipe.



Fonte: SEMESE, 2018; DCA-UFCG, 2021.
Autor: Roniex da Silveira, 2021.

O autor supracitado ainda pondera para o fato de que

a interface clima/sociedade pode ser considerada em termos de ajustamento, quer dizer, a extensão e os modos pelos quais as sociedades funcionam em uma relação harmônica com seu clima. O homem e suas sociedades são vulneráveis às variações climáticas. Ao mesmo tempo, as atividades do homem em certos locais e num período de tempo podem levar à diminuição desse ajuste ou ao crescimento do desajuste do homem com seu ambiente climático (AYOADE, 1983, p. 288).

Esse panorama é crucial para entender a dinâmica da paisagem local. Ross (1994, p. 66) destaca que as “informações climáticas, sobretudo as de chuvas [...], também se prestam tanto para a análise da potencialidade agrícola como pra a avaliação da fragilidade natural dos ambientes”.

4.2 GEOMORFOLOGIA

A paisagem da sub-bacia do rio Pagão-Guararema inclui feições relacionadas à dissecação das vertentes, às superfícies sub-horizontais características dos topos dos tabuleiros e aos modelados de acumulação nos vales e na foz do rio. As características geomorfológicas estão identificadas no mapa de geomorfologia representado na Figura 10. Elas foram consultadas no Banco de Dados de Informações Geomorfológicas do IBGE (BDiA).

A geomorfologia da sub-bacia do rio Pagão-Guararema caracteriza-se por feições de modelado de erosão – morfologias tabulares dissecadas em espigões e colinas, que compõem os Tabuleiros do Rio Real e os Tabuleiros Costeiros e morfologias de acumulação – planícies fluvio-marinha e fluvio-lagunares e terraços fluvio-marinhos, que formam a Planície Estuarina. As geoformas locais são definidas pela presença dos Tabuleiros do Rio Real ao leste, dos Tabuleiros Costeiros do Brasil Centro-Oriental na região central e da Planície Litorânea no baixo curso.

Nesse sentido, destaca-se que a paisagem composta por modelado tabuliforme e sub-horizontais com vales encaixados nas cabeceiras de drenagem e fundos de vales colmatados, de feição chata com incisões que podem alcançar os 50 m, corresponde ao modelado dos Tabuleiros do Rio Real (BDiA, 2019). Sua origem está associada aos policiclos de erosão e truncamentos da superfície pediplanada entre os rios Real e Vaza-Barris. A rede de drenagem estabeleceu-se sobre domínios estruturais no sentido perpendicular a esses rios, formando espigões e longas rampas de colúvio que finalizam em vales encaixados.

No contado direto com a feição anterior, com características semelhantes ao relevo tabuliforme, encontra-se o conjunto de formas da primeira fácies dos Tabuleiros Costeiros – estes são divididos em três fácies. Suas formas, caracterizadas por topo plano e sub-horizontais com decaimento para leste e vertentes íngremes, que terminam em vales chatos com incisões de até 50 m, é uma herança dos leques aluviais do Grupo Barreiras.

A segunda fácies desse modelado corresponde ao relevo dissecado em topos convexos, com vales igualmente característicos ao da primeira fácies, porém, suas incisões são acima de 50 m, chegando a 100 m. Espigões são típicos desse setor do modelado moderadamente erodido.

A fácies final dos Tabuleiros Costeiros está representada por meio do contato com a Planície litorânea, passando por uma maior atuação dos processos denudacionais, o que lhe configurou com feições colinosas de topo convexos. As condições de chuvas elevadas e contato com menores gradientes de declividade, conferiu-lhe a formação de vales alargados e bem colmatados por sedimentos, onde os rios e riachos serpenteiam em alguns momentos. A incisões dos vales também estão entre valores de 50 m (BDiA, 2019).

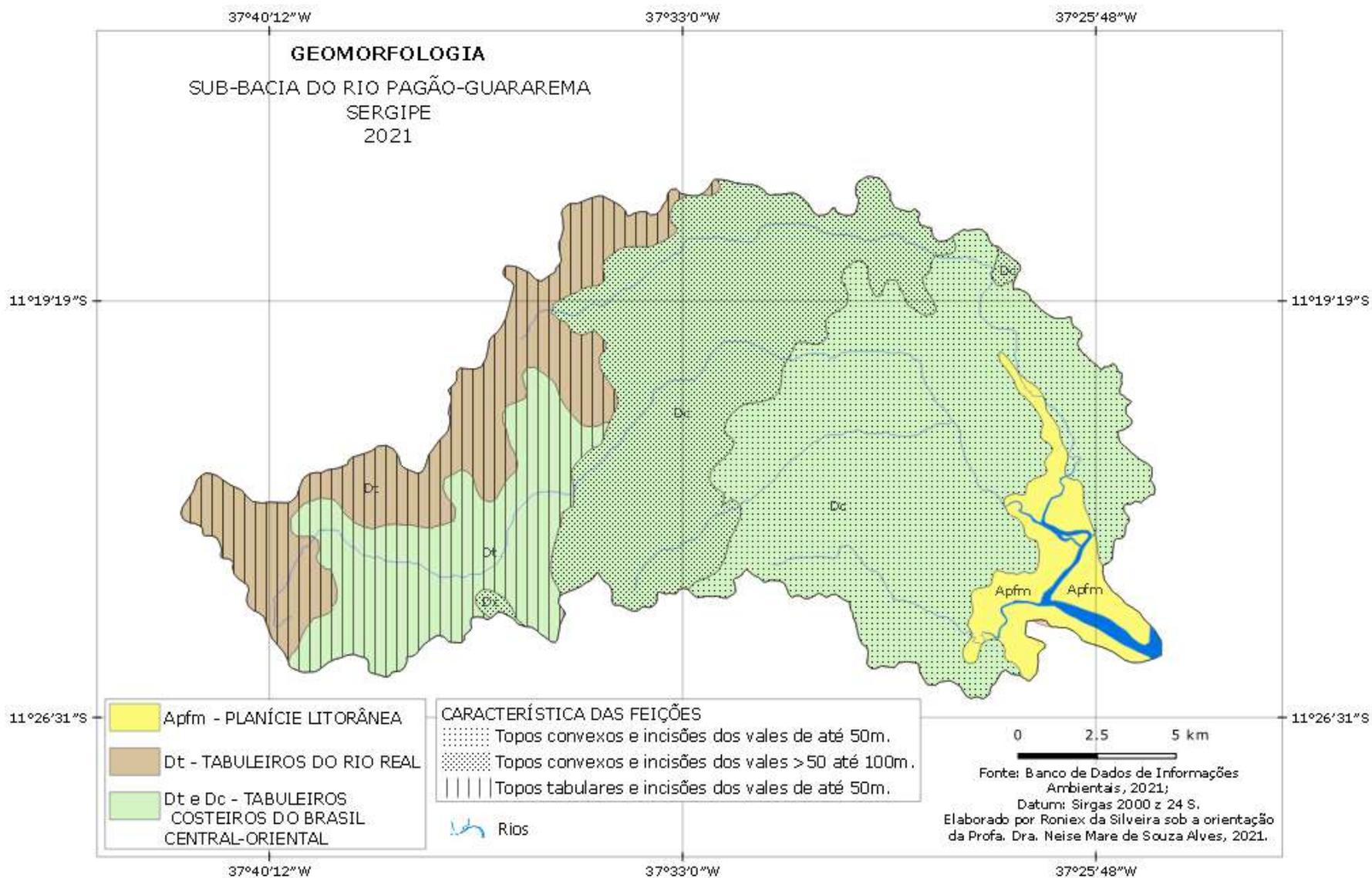
A característica principal da unidade de paisagem Tabuleiros Costeiros é o desenvolvimento de feições de topo plano ou sub-horizontal e vertentes declivosas à levemente suaves (FRANÇA; CRUZ, 2007). Além destas morfologias, são encontradas colinas e espigões resistindo ao processo de denudação (BRASIL, 1983).

A unidade Planícies deltaicas, estuarinas e praias da Planície Litorânea, na área de estudo, será referida por Planície Estuarina, tendo em vista que está representada por feições de acumulação fluviomarinha, correspondentes à planície de maré, com cobertura vegetal de Mangues e aos terraços fluviomarinhas

A unidade Planície Estuarina localiza-se nas proximidades da foz do rio Pagão-Guararema. Ela é composta por morfologias de baixa altitude e vertentes mais suaves, formadas por material detrítico que sofreu transporte e/ou retrabalhamento na interface rio/oceano, ou seja, pela dinâmica fluvial e/ou pela amplitude das marés oceânicas.

A desembocadura do rio Pagão-Guararema apresenta evidências morfológicas e litológicas de que, em tempos pretéritos, possivelmente, houve contato direto dela com o mar. Observa-se o registro dessa relação nas feições arenosas presentes em suas margens – terraços fluviomarinhas e marinhos – típicas da dinâmica costeira.

Figura 10 - Mapa das Unidades geomorfológicas da Sub-bacia do rio Pagão-Guararema, 2021.



Ainda no baixo curso do rio, a proximidade do lençol freático com a superfície promove alagamentos periódicos, especialmente nas preamares e quando o rio eleva sua descarga ou vazão. A interação da dinâmica da maré com o fluxo do rio configura um ambiente de baixa turbulência, favorável à deposição dos sedimentos argilo/siltosos, característicos das áreas estuarinas e fluviais (FRANÇA; CRUZ, 2007; CHRISTOFOLETTI, 1980; BRASIL, 1983).

Segundo Brasil (1983), a paisagem da sub-bacia do rio Pagão-Guararema é marcada por um relevo cuja evolução encontra-se numa fase transicional de média intensidade, apresentando vales rasos e largos eventualmente preenchidos de material detrítico, sobre rochas intemperizadas. Estas características predominam no médio e baixo curso.

A erosão fluvial atuante no alto curso se evidencia no modelado de dissecação grosseira, com vales mais estreitos e profundos. Neste ambiente, os topos são mais conservados, ou seja, apresentam maior amplitude. É possível identificar vales em forma de “V” revelando um certo equilíbrio entre os processos de entalhamento do leito do canal e de alargamento das vertentes, Aspectos da interação entre os condicionantes geoambientais, em particular, a litologia e o clima.

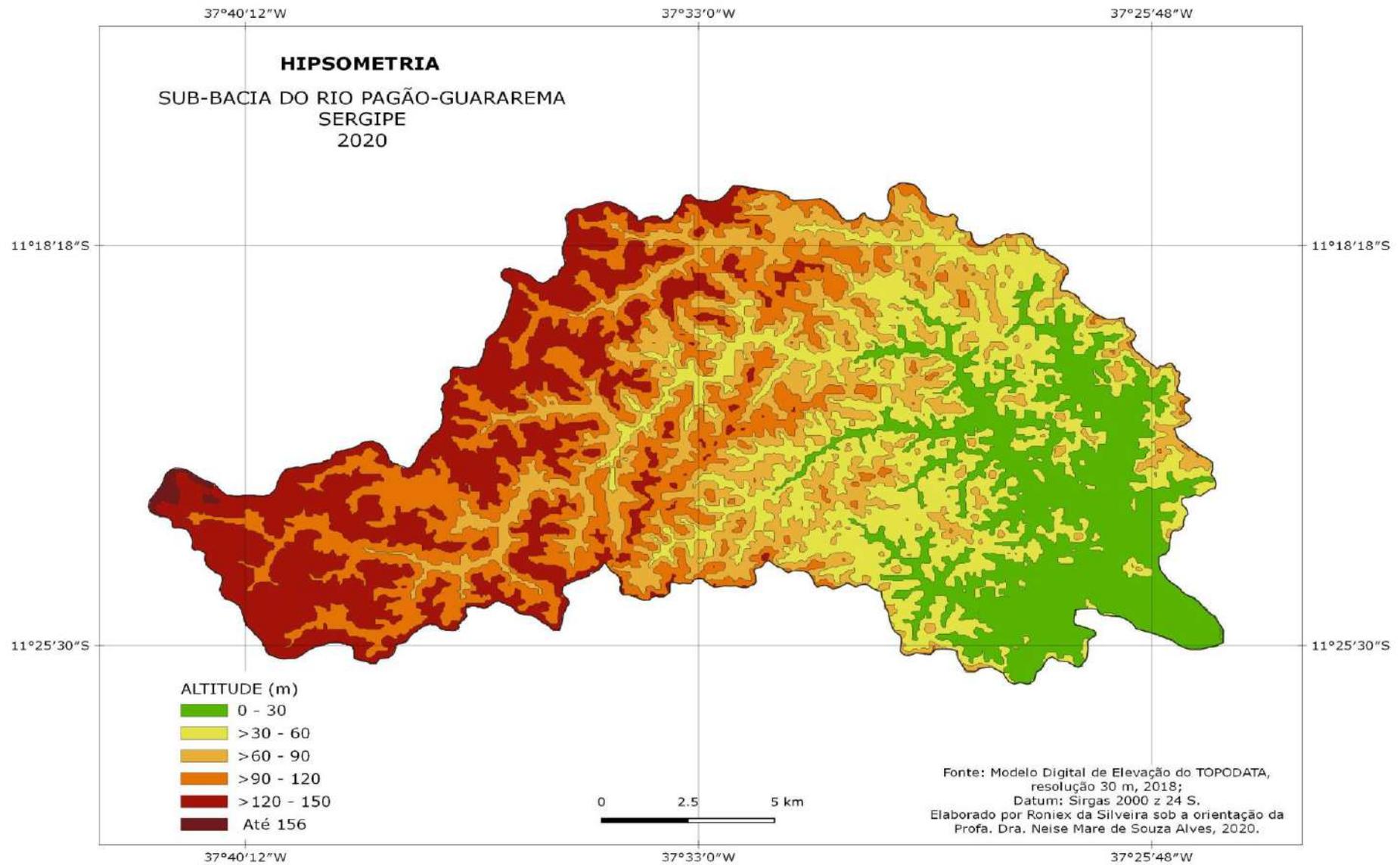
Nas morfologias tabuliformes, os topos planos ou sub-horizontais estão associados ao Grupo Barreiras, cuja litoestratigrafia favorece a atuação do processo de infiltração e a conservação destas feições, reduzindo a ação do escoamento concentrado, que é predominante nas vertentes (BRASIL, 1983; CRHISTOFOLETTI, 1980). A sedimentação é o processo característico do fundo dos vales.

Os Tabuleiros Costeiros é uma unidade geomorfológica que se estende para o interior da sub-bacia em análise. Nessa unidade geomorfológica, constata-se o aumento da altitude e elevação do gradiente de declividade a partir da foz, de poucos metros acima do nível do mar a valores acima de 150 m.

A Figura 11 identifica os as características de altitude do relevo da sub-bacia. Nela, observa-se o decaimento do relevo a partir da nascente, saindo de mais de 150m para aproximadamente 5m de elevação.

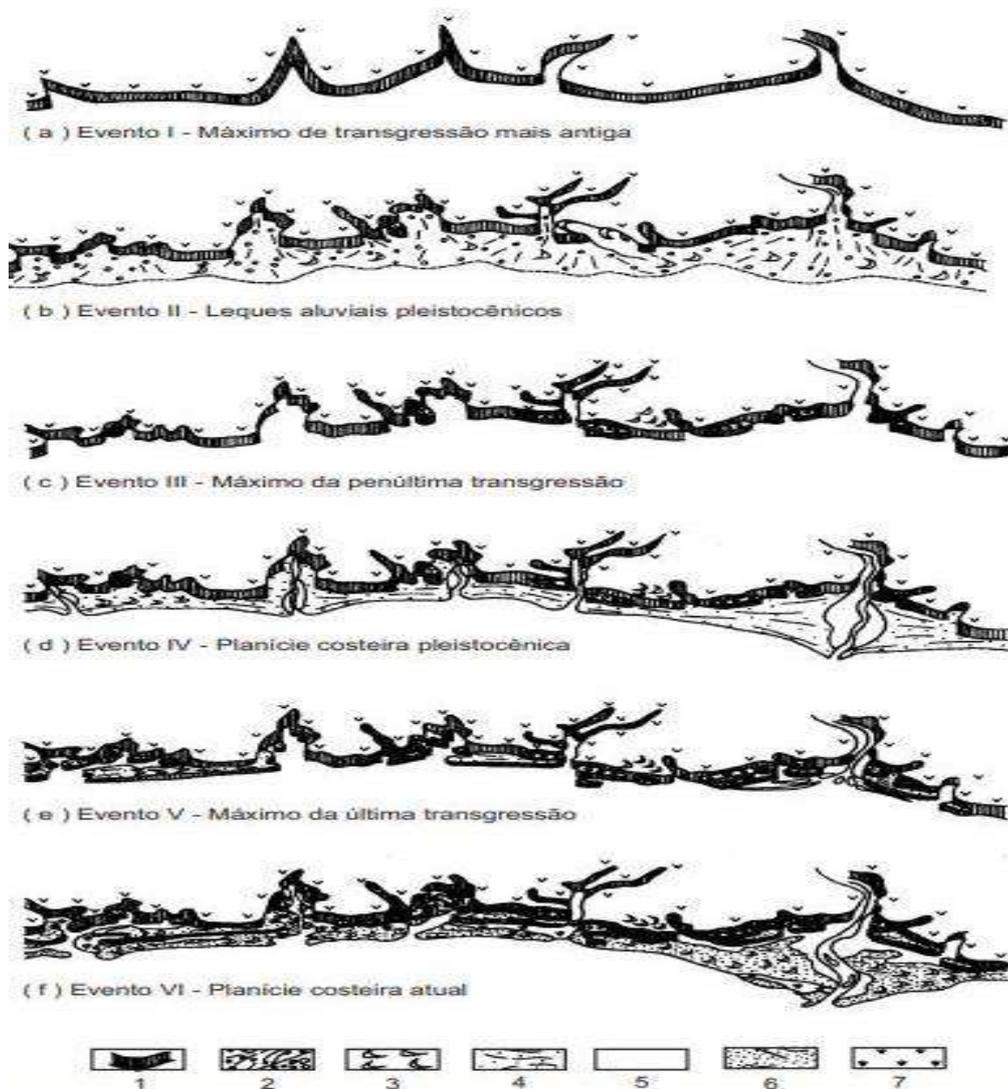
As áreas que se encontram dentro da escala de 120m e 150m expressam os topos dos tabuleiros, ou seja, formas sub-horizontais. Estas, estão distribuídas também nos gradientes de 60m a 90m e 90m a 120m, contudo com menos frequência devido ao maior dissecamento do relevo.

Figura 11 - Mapa hipsométrico da Sub-bacia do rio Pagão-Guararema, 2020.



Os valores iniciais de altitude, 0 a 30m, identificam principalmente a região dos vales alagados pelas transgressões marinhas, formando hoje, extensas áreas planas retrabalhadas pela dinâmica fluvial e, em parte, das marés. Observa-se ainda, nessa figura do mapa hipsométrico, a vasta rede de planícies de inundações que se estende desde a foz do rio, com ampla representação, até a proximidade com a nascente, onde os fundos de vales se estreitam mais. As unidades de paisagem Tabuleiros Costeiros e Planície Costeira têm uma história paleogeográfica associada às flutuações climáticas do Quaternário e às variações dos níveis do oceano, em períodos transgressivos e regressivos, expressos na Figura 12.

Figura 12 - Evolução Paleogeográfica Quaternária da Planície Costeira Sergipana.



Fonte: SANTOS *et al*, 2001.

Legenda: 1 – Falésias do Grupo Barreiras; 2 – Depósitos de Leques Aluviais Coalescentes; 3 – Depósitos eólicos; 4 – Terraços Marinhos Pleistocênicos; 5 – Depósitos Flúvio-lagunares; 6 – Terraços Marinhos Holocênicos; e 7 – Depósitos de Mangues.

No evento I houve o primeiro máximo de transgressão, erodindo o sopé do Grupo Barreiras e formando falésias. No evento II, com a regressão do nível marinho, em um ambiente de clima seco com chuvas torrenciais, ocorreu a formação de leques aluviais no sopé das escarpas das falésias mortas.

A penúltima transgressão, representada no evento III, favoreceu a retomada da erosão das falésias e o retrabalhamento do material dos leques aluviais, formando-se campos de dunas no topo das mesmas favorecido pelos fortes ventos praias. O evento IV, foi marcado pela regressão do mar. Esse processo expôs os terraços marinhos pleistocênicos, formados durante o primeiro avanço e recuo do mar, sobre os quais se instalou uma rede de drenagem. O retrabalhamento eólico dos sedimentos formou campos de dunas sobre estes terraços.

No evento V, o nível do mar alcançou seu último máximo, erodindo parte dos terraços marinhos pleistocênicos e das falésias do Barreiras. Nesta última transgressão, parte dos vales foram afogados, formaram-se estuários e ilhas-barreiras, dando origem à corpos lagunares.

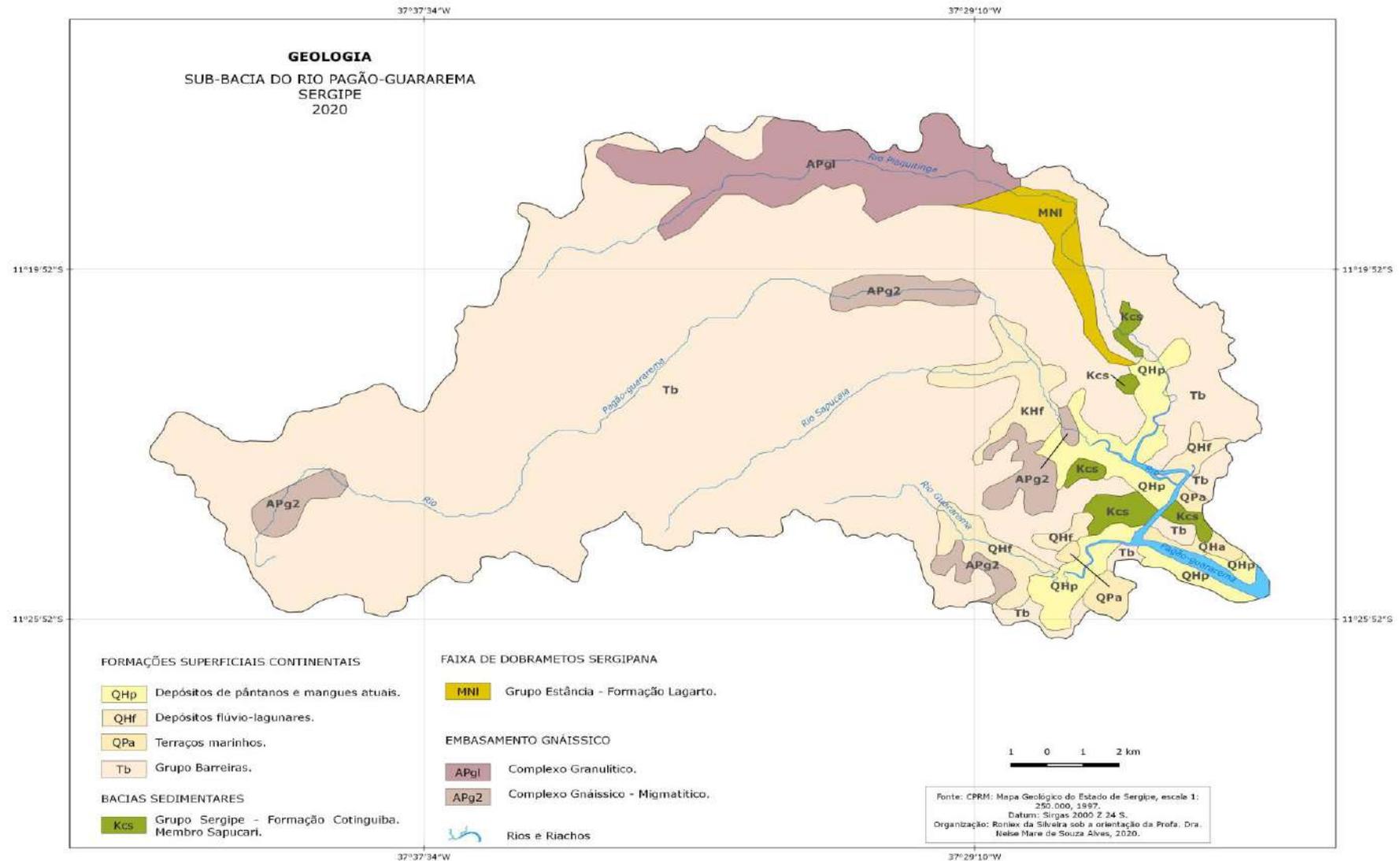
Por fim, no evento VI, cuja regressão marinha resultou na configuração da atual Planície Costeira, com a formação dos terraços marinhos holocênicos, lagoas e pântanos e uma terceira geração de dunas (SANTOS *et al.*, 2001).

4.3 GEOLOGIA

No Mapa Geológico do Estado de Sergipe (SANTOS *et al.*, 1997), a Sub-bacia do Pagão-Guararema possui maior área ocupada por Formações Superficiais Continentais retratadas no Grupo Barreiras (Tb), Depósitos Fluviolagunares (QHf), Depósitos de Pântanos e Mangues (QHp) e Terraços Marinhos (Qpa). São encontradas também litologias da Bacia Sedimentar de Sergipe – Grupo Sergipe, Membro Sapucari (Kcs) e, litotipos da Faixa de Dobramentos Sergipana – Grupo Estância, Formação Lagarto (MNI); e em menor proporção rochas do Embasamento Gnáissico, dos complexos Granulítico (APgl) e Gnáissico-Migmatítico (APg2). O mapa da página seguinte, identifica a espacialização dessas litologias (Figura 13).

O Grupo Barreiras está composto por sedimentos mal selecionados – de areias finas a grossas, com níveis argilosos e conglomeráticos. Esse material compõe um conjunto de leques aluviais coalescidos, que foram acumulados na porção leste do Pediplano Sertanejo, junto à Planície Costeira, suavizando o contato entre as duas feições litoestruturais (BRASIL, 1983). De modo geral, os autores atribuem ao Barreiras a idade terció-quadernária. Esta cobertura encontra-se sobreposta às rochas mais antigas.

Figura 13 - Mapa geológico da Sub-bacia do rio Pagão-Guararema, 2020.



Os Depósitos Fluviolagunares, compostos por areias e siltes argilosos ricos em matéria orgânica, são encontrados de forma mais expressiva nas planícies de inundação próximas à foz do rio. São depósitos provenientes da dinâmica fluvial. Nos períodos de cheias, as águas transbordam para além do canal fluvial transportando os sedimentos, que são depositados nesses ambientes, na proporção que o fluxo perde competência.

Os Depósitos de Pântanos e Mangues, formados por materiais argilo-siltosos ricos em matéria orgânica, estão presentes no estuário do rio. Estes sedimentos são granulometricamente mais bem selecionados e estão depositados em ambiente salobro, resultante da mistura das águas fluviais e marinhas, por meio da variação da maré.

Por sua vez, os Depósitos de Terraços Marinhos correspondem a areias litorâneas bem selecionadas com tubos fósseis de *Callianassa* subterrânea (SANTOS *et al.*, 1997). Estas areias foram transportadas pela dinâmica marinha e eólica, adentrando às desembocaduras dos rios, produzindo depósitos característicos (SUDENE, 2001). Enquanto isso, os Mangues e Pântanos são compostos por substratos lamosos formados por sedimentos de granulometria fina, como silte e argila oriundos da descarga fluvial e depositados no calmo ambiente do estuário.

Na porção nordeste da sub-bacia do rio Pagão-Guararema, nas proximidades do rio Piaquitinga, encontra-se a Formação Lagarto, evidenciada na Figura 14, formação caracterizada pela intercalação de argilitos, siltitos laminados e arenitos finos e localmente conglomerados. Não há dobramentos significativos nesta unidade litológica, cujas camadas geralmente possuem mergulhos fracos e regulares, relacionados a basculamentos por falhas normais (SANTOS *et al.*, 1997).

Figura 14 - Afloramentos da Formação Lagarto na margem do rio Pagão-Guararema - Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.



Autor: Roniex da Silveira, 2020.

As rochas mais antigas e resistentes presentes na sub-bacia pertencem ao Complexo Granulítico formado por “ortognaisses charnoenderbíticos a charnoquíticos, gnaisses kinzigíticos, rochas calcissilicáticas, metanoritos e biotita gnaisses migmatizados, além de níveis pouco espessos de quartzitos” (SANTOS *et al.*, 1997, p. 12). Sua ocorrência fica ao norte da sub-bacia, encontrando-se sotoposto ao Barreiras. Litotipos deste complexo afloram principalmente nas proximidades do leito do rio Piaquitinga.

Embora o Complexo Gnáissico-migmatítico com “associação ortognáissica ácida-básica invadida quase sempre por granitóides tardios”, tenha exposição rara no território sergipano em virtude de sua cobertura pelos sedimentos do Grupo Barreiras (SANTOS *et al.*, 1997, p. 11), é possível observar alguns afloramentos de litotipos nas proximidades da sede municipal de Umbaúba, no povoado Guararema, e na ponte situada sobre o rio Pagão-Guararema, no baixo curso, na SE-100. A Figura 15 retrata um dos poucos locais onde percebe-se o afloramento dessa litologia.

Figura 15 - Rochas do Complexo Gnáissico-migmatítico no município de Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.



Autor: Roniex da Silveira, 2020.

4.4 SOLO

O solo é um componente da paisagem, resultante de processos químicos, físicos e biológicos que no decorrer do tempo atuam sobre o material de origem, estando condicionado pelo clima, topografia, vegetação e fauna. Araújo Filho, Nogueira e Barreto (1999) apresentam no mapa de solos para os Tabuleiros Costeiros e Baixada Litorânea do estado Sergipe, classes que abrangem a sub-bacia do rio Pagão-Guararema como destaca na Figura 16.

Na área são encontradas as seguintes classes de solos, que geralmente ocorrem em associação com outras: Argissolos Vermelhos-Amarelos Distróficos (PVAd), Argissolos Amarelos Distróficos (PAd), Latossolos Amarelos Distróficos (LAd) e Gleissolos Sálícos (GZ). A nomenclatura das classes foi atualizada com base em Santos *et al.*, (2018).

Os Argissolos são solos constituídos por material mineral, que comumente apresentam horizonte B textural (Bt), devido ao incremento de argila de baixa atividade. A “textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt”. Eles possuem profundidade variável e quanto a drenagem, podem ser de “forte a imperfeitamente drenados” (SANTOS *et al.*, 2018, p. 87) (Figura 17).

Figura 17 - Erosão em área de ocorrência de Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico em Santa Luzia do Itanha, Sergipe.



Autor: Roniex da Silveira, 2020.

Na área de estudo predominam os Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos associados ao modelado dissecado em colinas de topo convexo, bem como nas vertentes e fundos de vale do médio curso e alto curso. No baixo curso do rio, sua presença está restrita às poucas colinas.

Os Argissolos Amarelos Distróficos são a segunda classe de maior abrangência, ocupando setores dos topos sub-horizontais das feições tabuliformes. Eles podem ocorrer em associação com Latossolos onde se encontram preservadas formas planas. Podem ser encontrados, igualmente, no baixo curso do rio

Os Argissolos Vermelhos-Amarelos Distróficos e os Argissolos Amarelos Distróficos diferem entre si principalmente pelo teor de argila, na sua composição (EMBRAPA, 2021). (Figura 18).

Figura 18 - Perfil de um Argissolo Amarelo Distrófico.



Fonte: Google Imagens, 2021.

Os Latossolos são solos muito evoluídos, cujos minerais sofreram intensa meteorização. Caracterizam-se por apresentar “horizonte diagnóstico B latossólico” e “concentração relativa de argilominerais resistentes e/ou óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio” (SANTOS *et al.*, 2018, p. 84). Os perfis alcançam grande profundidade e são solos bem drenados (Figura 19)

Figura 19 - Perfil de Latossolo Amarelo Distrófico.



Fonte: Google Imagens, 2021.

Latossolos Amarelos Distróficos ocorrem, principalmente, na extremidade leste da sub-bacia, nos topos tabulares mais conservados, de maior amplitude ou em relevos planos a suave ondulados, associados a outras classes de solos.

Os Gleissolos são outra classe de solos da área de estudo. Caracterizam-se por apresentar “hidromorfia expressa por forte gleização, resultante [...] de intensa redução de compostos de ferro, em presença de matéria orgânica, com ou sem alternância de oxidação, por efeito de flutuação de nível do lençol freático, em condições de regime de excesso de umidade permanente ou periódico” (SANTOS *et al.*, 2018, p. 84). Em condições naturais, são solos mal ou muito mal drenados.

Na área da sub-bacia, esta classe de solos predomina nos ambientes de baixa declividade, sujeitos às oscilações das marés oceânicas ou com lençol freático elevado, com presença de muita matéria orgânica, teores de sais e sedimentos finos lamosos. Estas condições são alcançadas no entorno da desembocadura do rio Pagão-Guararema, onde ocorrem os Gleissolos Sálícos (Figura 20).

Figura 20 - Gleissolo Sálco Sódico.



Fonte: Google imagens, 2021.

4.5 VEGETAÇÃO

A vegetação possui um importante papel na proteção dos solos, pois reduz a ação dos processos erosivos. Além disso, ela contribui na dinâmica hídrica, serve de abrigo e fonte de alimentos para a fauna.

Na área são encontradas as Formações Litorâneas, com espécies típicas da Mata Atlântica cujas árvores possuem altura entre 25 e 30m, como a sucupira, maçaranduba, pau-brasil, jatobá, candeia, peroba, além de bromélia e orquídeas (FRANÇA; CRUZ, 2007). Esta vegetação está restrita a poucos fragmentos, especialmente nas Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) Pedra da Urça e Marinheiro, no município de Santa Luzia do Itanhi (ICMBIO, 2021).

Estas reservas ainda resguardam conjuntos florísticos originais distribuídos entre pressões de lavouras e pastagens (SEMARH, 2016). De acordo com o Serviço Florestal Brasileiro (SFB, 2017), o município de Santa Luzia do Itanhi se destaca em Sergipe pela conservação da vegetação original, ocupando o quarto lugar na lista (Tabela 01).

Tabela 01 - Posição dos municípios com relação a preservação das Florestas em Sergipe, 2017.

Posição em Sergipe	Município	Área (Ha)	Área de floresta (Ha)	% de floresta
4°	Santa Luzia Do Itanhi	32.949,60	8.365,50	25
7°	Indiaroba	31.357,60	6.658,75	21
20°	Estância	64.230,60	9.060,71	14
56°	Araúá	19.272,30	1.280,45	7
65°	Umbaúba	12.110,10	506,30	4

Fonte: SFB, 2017.

A Floresta Estacional Semidecidual dominava, desde a desembocadura do rio Pagão-Guararema até o extremo leste da Sub-bacia em estudo, excetuando-se a Mata de Mangue (JACOMINE *et al.*, 1975). Esta floresta é caracterizada pela queda parcial das folhas durante o período seco. Estes autores afirmam que ela se encontra fortemente antropizada, em razão do desmatamento para implantação de pastagens e plantios diversos. Constata-se que ela sofre maior perda das folhas à medida que se afasta de áreas mais úmidas, como a foz do rio e fundos de vale (Figura 21)

Figura 21 - Fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no município de Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.



Autor: Roniex da Silveira, 2020.

Vale ressaltar que atualmente a vegetação dominante na área são as Matas secundárias, de porte médio a arbustivo, com espécies isoladas de até 20 m de altura, principalmente nos vales e setores de difícil acesso das vertentes. Essas são resultantes da antropização que removeu a Floresta nativa para desenvolvimento de atividades agropecuárias. Nos locais onde a prática foi reduzida ou abandonada, a vegetação vem se regenerando.

Merece considerar que a conservação das matas e fragmentos de florestas é mais evidente nas grandes propriedades rurais. Entender essa realidade perpassa pelo reconhecimento de que a maior parte das terras dos municípios da sub-bacia pertencem a um

pequeno grupo de pessoas, enquanto que a maioria dos agricultores dividem entre si uma área absoluta menor: enquanto no ano de 2010 as propriedades familiares possuíam uma área total de 23.602 hec., as não familiares tinham 66.502 hec (Tabela 02). Em 2017 o cenário se apresenta semelhante, subindo os valores para 25.637 hec. e 69.036 hec., respectivamente (Tabela 03).

Tabela 02 - Número e área dos estabelecimentos rurais de Santa Luzia do Itanhi, Umbaúba, Indiaroba, Arauá e Estância – Sergipe, 2006.

Município	Grupo de atividade	Quantidade	Área (ha)
Santa Luzia do Itanhi	Familiar	1279	4.343
	Não-Familiar	123	8.109
Umbaúba	Familiar	1279	4.513
	Não-Familiar	171	5.489
Indiaroba	Familiar	1.782	6.475
	Não-Familiar	117	14.465
Arauá	Familiar	1491	4.259
	Não-Familiar	159	13.693
Estância	Familiar	1.463	4.012
	Não-Familiar	262	24.746

Fonte: Censo Agropecuário, 2006.

Tabela 03 - Número e área dos estabelecimentos rurais de Santa Luzia do Itanhi, Umbaúba, Indiaroba, Arauá e Estância – Sergipe, 2017.

Município	Grupo de atividade	Quantidade	Área (ha)
Santa Luzia do Itanhi	Familiar	829	3.926
	Não-Familiar	343	15.950
Umbaúba	Familiar	865	3.571
	Não-Familiar	227	7.110
Indiaroba	Familiar	1.375	7.002
	Não-Familiar	419	12.614
Arauá	Familiar	706	4.259
	Não-Familiar	277	11.673
Estância	Familiar	1.282	6.879
	Não-Familiar	562	21.689

Fonte: Censo Agropecuário, 2017.

Nesse sentido, cabe destacar que a desigualdade na distribuição das terras, onde a maioria das famílias se ocupam com pequenas propriedades – não é raro a extensão delas ser inferior ao módulo fiscal local – imbrica no fato desses produtores utilizarem o máximo de suas terras para produção exclusiva de lavouras ou criações animais. Como pouco conhecem – ou mesmo desconhecem – da técnica, torna-se insignificante a produção agroflorestal.

Para agravar essa situação de manutenção das matas nativas nas pequenas propriedades, desdobra-se uma realidade mostrando que quanto maior se faz essa propriedade familiar, mais culturas de ciclo de médio e de longo prazos e pastagens são implantadas ocupando o máximo das terras, com pouca produtividade, demandando avançar progressivamente às áreas que eram/seriam de matas naturais, para elevar a produção e conseqüentemente a renda dessas famílias.

Além disso, é crescente na mentalidade dos produtores o entendimento das matas como um apêndice da propriedade, com irrisória/nenhuma utilidade para a família produtora, que a mantêm por receio da fiscalização ambiental e, quando esta se torna menos efetiva, seu destino passa para o desmatamento.

Assim sendo, as formas de manejo em muitas propriedades não oferecem condições para que as famílias obtenham renda suficiente, que lhes assegure a subsistência. Posto isto, muitas delas ampliam as áreas destinadas aos cultivos e à pastagem, suprimindo a vegetação remanescente e/ou não executando o reflorestamento da área mínima destinada à Reserva Legal, que corresponde a 20% do total da propriedade (BRASIL, 2012). Em outras situações, a propriedade possui tamanho que o manejo por si só não viabiliza a sobrevivência das famílias, com ou sem Reserva Legal.

Diante desse quadro, o que predomina na paisagem são gramíneas substituindo a Floresta nativa e as matas secundária e ciliar por pastagens plantadas e extensas áreas com lavouras permanentes e temporárias.

No que concerne as unidades de produção familiar que formam assentamentos do MST – Movimento Sem Terra, identifica-se uma realidade comumente diferenciada daquelas citadas anteriormente. Nessas, igualmente às grandes propriedades, são reservadas extensas áreas conjuntas de preservação da biodiversidade. A política de implementação dos assentamentos rurais tem como uma das prioridades o fato de que as áreas florestais devem preservadas ou recuperadas, quando menos, para a quantidade exigida na legislação (20% da propriedade).

A pressão gerada pela criação extensiva de gado bovino e a citricultura ainda se destacam como as atividades que mais contribuem para que as matas tenham sua extensão reduzidas nas propriedades com elevada extensão de terras. Nesse caso, o município de Santa Luzia do Itanhi ganha palco para esta situação, onde é evidente a quantidade e extensão das áreas afetadas por esse processo.

Passando para uma outra perspectiva, a vegetação de Mangue marca a desembocadura da sub-bacia (Figura 22). Ali está presente um conjunto arbustivo e arbóreo de pequeno e médio porte, adaptado a um ambiente de elevada salinidade (FRANÇA; CRUZ, 2007). O ecossistema

manguezal se instala neste ambiente, constituindo-se em importante abrigo para a reprodução da biota fluvial e marinha, além de ser fonte de alimento para animais e comunidades tradicionais como pescadores e marisqueiras.

Figura 22 - Vegetação de Mangue Vermelho (*Rhizophora mangle*) com evidência de Gleissolo Sáfico e raízes aéreas em Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.



Autor: Roniex da Silveira, 2020.

Não diferente das demais áreas de vegetação, esse território ambiental possui seus problemas, que acarretam na redução quantidade e qualidade do ambiente.

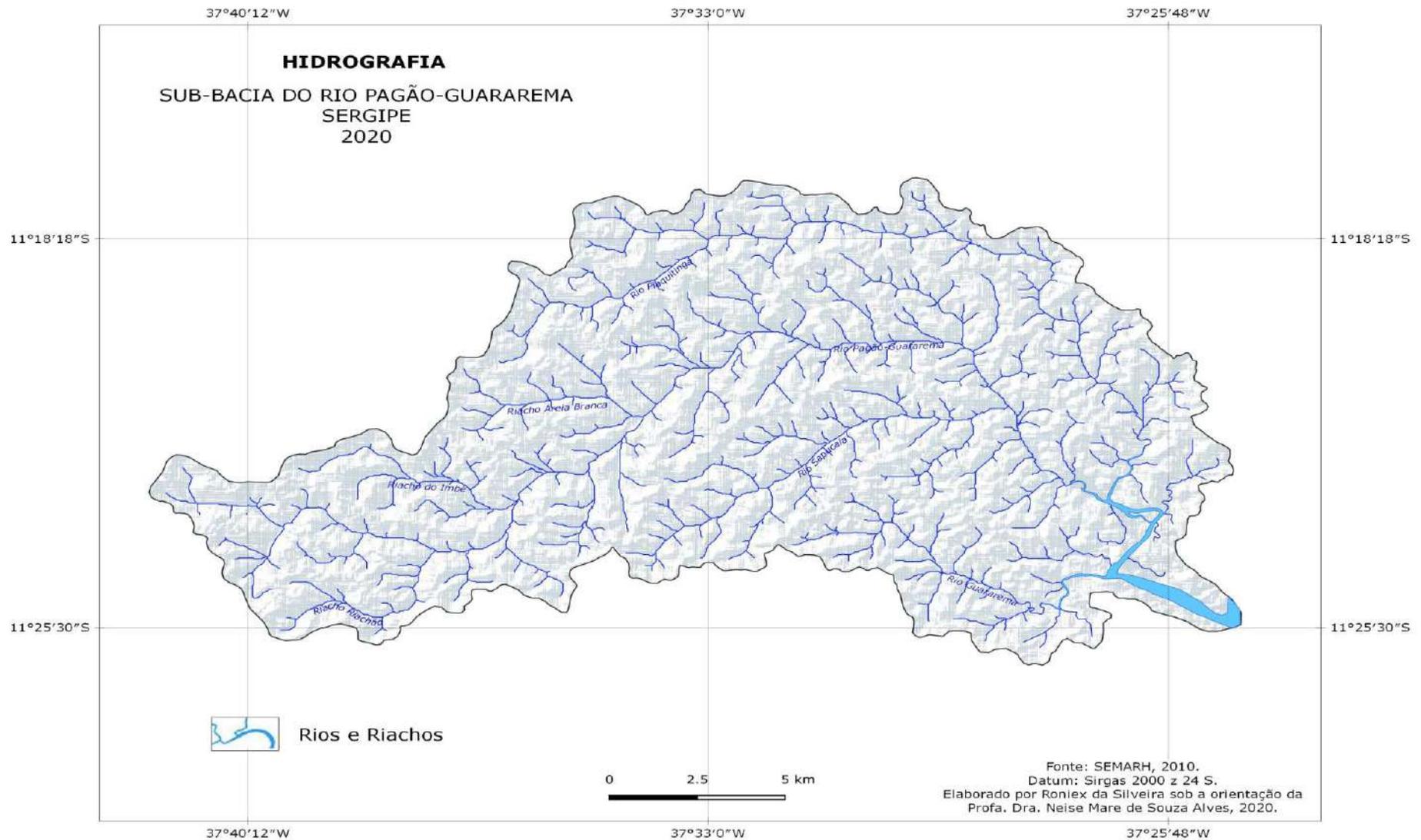
4.6 HIDROGRAFIA

A sub-bacia do rio Pagão-Guararema é composta por uma rede de drenagem que abrange mais de 303 km² de área, o exultório do curso principal situa-se na margem direita do rio Piauí. Dentre os afluentes destacam-se os rios Piaquitinga, Guararema, Sapucaia e os riachos do Imbé, Areia Branca e Riachão (Figura 23).

Geralmente os canais fluviais de 1^a ordem possuem um regime de intermitência e drenam apenas durante o período chuvoso. Por vezes, a intermitência atinge também os canais de 2^a ordem. Isto se verifica quando ocorre período severo de estiagem ou nos setores onde a mata ciliar é inexistente e o canal passa por processo de assoreamento.

A presença da atividade agropecuária nos fundos dos vales e nas vertentes, contribuem para a compactação dos solos, acarretando com frequência migração das nascentes para locais cada vez mais distantes das cabeceiras de drenagem.

Figura 23 - Mapa hidrográfico da Sub-bacia do rio Pagão-Guararema.



A rede de drenagem caracteriza-se pelos padrões sub-dendrítico e sub-paralelo. O primeiro tem ocorrência associada a presença de material litológico homogêneo – como os sedimentos do Grupo Barreiras – proporcionando canais fluviais que se estabelecem aleatoriamente, seguindo as linhas de fraqueza sem forte influência do controle estrutural (CHRISTOFOLETTI, 1980).

O segundo tipo de padrão relaciona-se com feixes de linhas condicionados pelas principais falhas regionais, de sentido SW-NE e NW-SE. O controle estrutural evidencia-se em setores dos canais fluviais dos rios Pagão-Guararema, Sapucaia e Piaquitinga

De acordo com a hidrogeologia, Araújo *et al.* (2010) afirma que a sub-bacia do rio Pagão-Guararema apresenta três tipos de aquíferos: Cárstico, Fissural e Granular. Este último, compreendendo as litologias do Grupo Barreiras e os depósitos de sedimentos costeiros. Os demais estão sob geologias específicas de rochas carbonáticas e do Complexo Granulítico.

No que se refere ao planejamento e disponibilidade hídrica, a Sub-bacia integra a Unidade de Planejamento (UP) de Recursos Hídricos Guararema (Figura 24). Segundo as informações contidas em Sergipe (2010), a UP Guararema é superavitária, com disponibilidade superior a 9 milhões de m³/ano, tendo uma demanda de 3.645.276 m³/ano, resultando num excedente superior a 6 milhões de m³/ano. Diante desta constatação, entende-se que a sub-bacia do rio Pagão-Guararema, é a principal contribuinte dessa UP (Tabela 04).

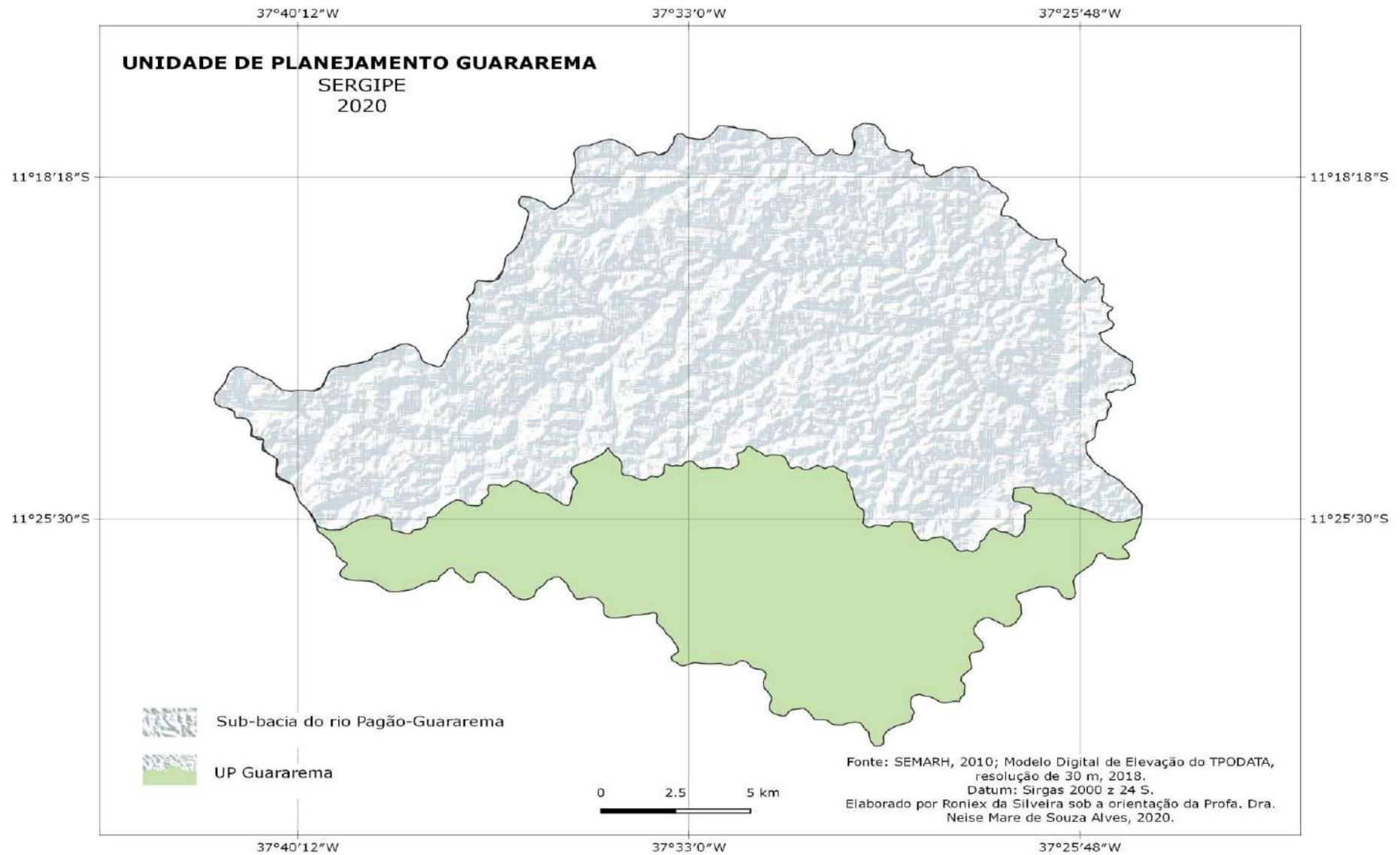
Tabela 04 - Balanço hídrico da UP Guararema - Sergipe, 2010

Elemento	Valor
Vazão Q90	0,24 (m ³ /s)
Demanda subterrânea	1.172,63 (m ³ /s)
Demanda humana	2,32 (milhões m ³ /ano)
Demanda animal	0,35 (milhões m ³ /ano)
Demanda industrial	0,004 (milhões m ³ /ano)
Demanda de irrigação	0,20 (milhões m ³ /ano)
Demanda ecológica	0,76 (milhões m ³ /ano)
Demanda total	3,65 (milhões m ³ /ano)
Disponibilidade	9,83 (milhões m ³ /ano)

Fonte: Plano Estadual de Recursos Hídricos, 2010.

Organização: Roniex da Silveira, 2021.

Figura 24 - Mapa da Unidade de Planejamento de Recursos Hídricos Guararema.



Cabe ressaltar que o maior consumo de água na sub-bacia do rio Pagão-Guararema fica concentrado na população – demanda humana. A demanda animal vem em segundo lugar, e no final desse cálculo, consumindo menos que as demandas ecológica e de irrigação respectivamente, está a demanda industrial.

Desse ponto de vista, as transformações na disponibilidade hídrica da sub-bacia em questão significam transformações diretamente, e com mais intensidade, na vida das pessoas e suas práticas de sobrevivência. Esse quadro é ainda mais preocupante quando soma-se e considera-se a demanda animal, industrial e de irrigação como atividades exclusivas das pessoas, visto que elas advêm do interesse humano, ou seja, a maior parte da demanda total está, de alguma forma, diretamente ligada ao uso antrópico.

4.7 USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS

As terras da sub-bacia do rio Pagão-Guararema destacam-se pelo uso agropastoril com a criação de gado bovino no médio e baixo curso, os cultivos de lavouras permanente, especialmente a citricultura, no alto curso e a cocoicultura e a pesca no baixo curso.

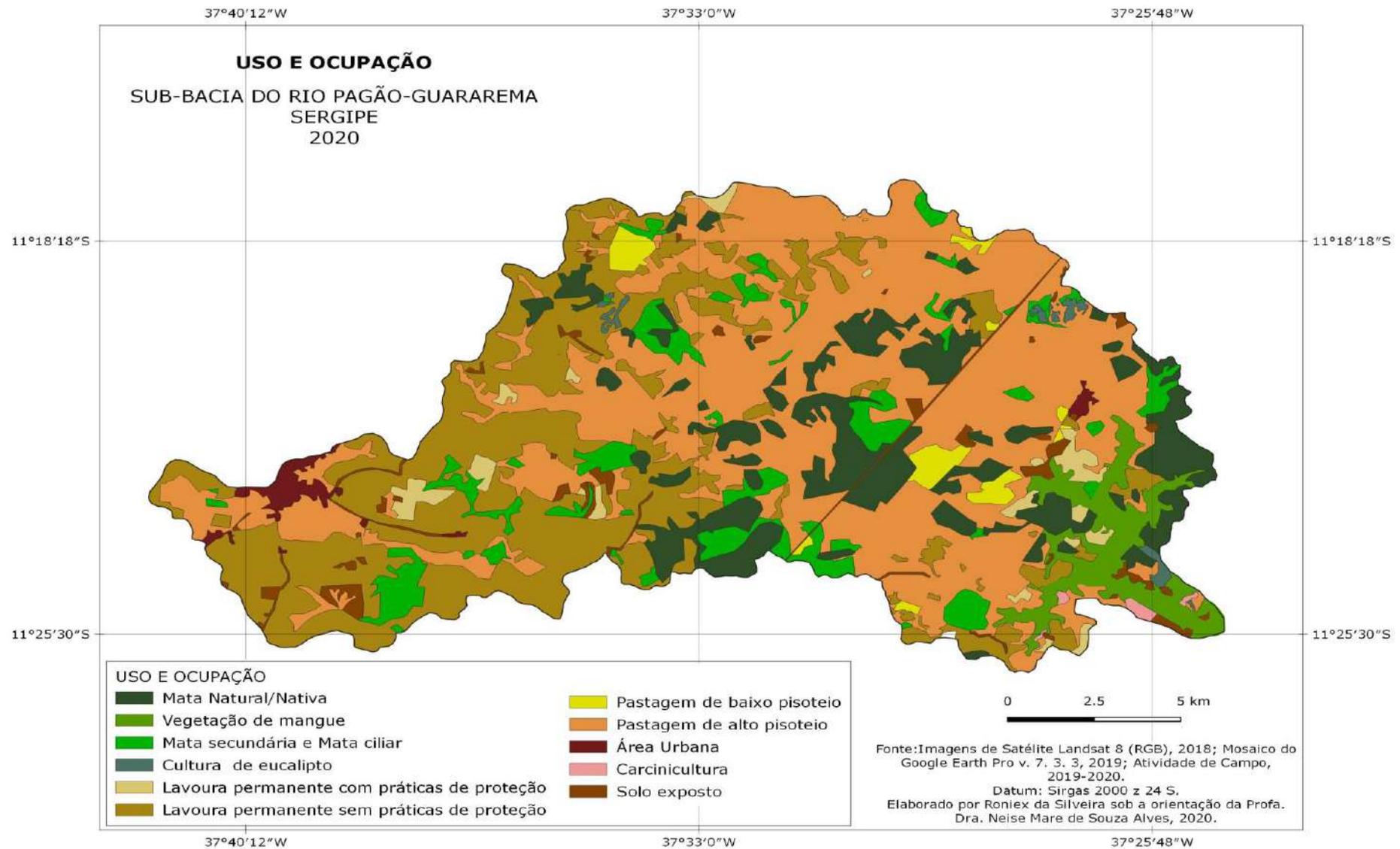
As lavouras permanentes de laranja e outras semelhantes ocupam os topos tabulares e as vertentes suaves das colinas como podemos observar na Figura 25, onde a linha traçada em vermelho acompanha o limite dos bordos dos tabuleiros, separando os topos cultivados com laranjais das vertentes com pastagens e fragmento de matas secundárias. O mapa da Figura 26 expressa a distribuição dos diferentes usos da sub-bacia em questão.

Figura 25 - Topos dos Tabuleiros ocupados com citricultura em Umbáúba , Sergipe.



Fonte: Adaptada do Google Satélite, 2021

Figura 26 - Mapa de Uso e Ocupação das Terras da Sub-bacia do rio Pagão-Guararema, 2020.



Nas vertentes mais íngremes e nos fundos de vales, quando não ocupados pela vegetação nativa, verifica-se principalmente o uso com pastagem plantada. Esta serve para a alimentação do rebanho bovino durante o ano em decorrência da prática da pecuária extensiva para a produção de carne e leite (Figura 27).

Figura 27 - Pastagens sobre feições colinosas e fundos de vales - Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.

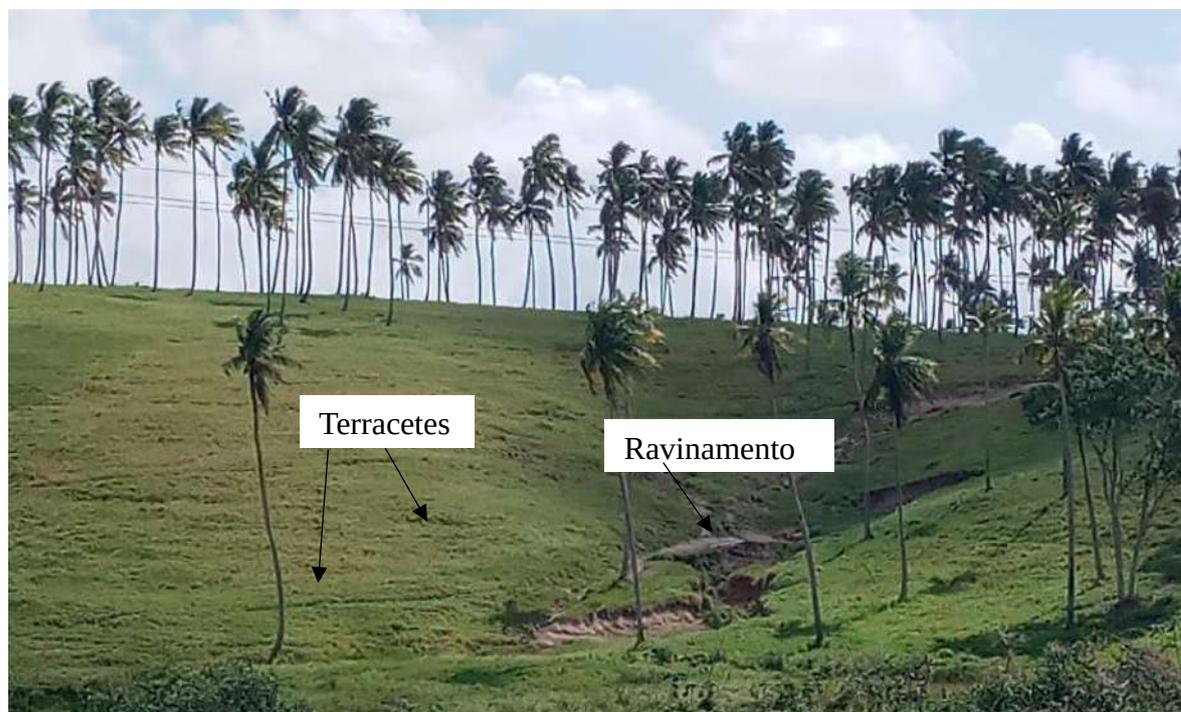


Autor: Roniex da Silveira, 2020.

Nas áreas supracitadas são evidentes a compactação do solo e a formação de terracetes (feições erosivas) produzidos pelo pisoteio do gado. Estes são estreitos patamares formados perpendicularmente à declividade do relevo.

Nessa configuração, cria-se um ambiente favorável ao desenvolvimento do escoamento superficial concentrado, com a formação de feições erosivas do tipo sulcos e ravinas que podem evoluir para voçorocas se houver uma combinação com processos que ocorrem em subsuperfície (Figura 28).

Figura 28 - Terracetes e processo de ravinamento em vertentes de colinas, resultante de escoamento concentrado favorecido pela compactação do solo - Santa Luzia do Itanhhy, Sergipe



Autor: Roniex da Silveira, 2020.

Não obstante, viveiros para a criação de camarões são encontrados nas proximidades da foz do rio Pagão-Guararema. Silva-Júnior, Nicácio e Rodrigues (2020) reconhecem que esta atividade se desenvolve nas áreas próximas das franjas de manguezais e apontam diversos problemas socioambientais, dentre eles: descarte de efluentes, supressão da vegetação de Mangue, erosão e assoreamento, eutrofização, perda de recursos e serviços ecossistêmicos, toxicidade de espécies, desequilíbrio trófico, salinização do solo, represamento de águas, conflitos motivados pelo uso da água, dos recursos e na gestão de Unidades de Conservação por órgãos oficiais.

Cabe destacar que as consequências da carcinicultura são ainda piores quando, de alguma maneira, essa atividade restringe o acesso da população local às áreas de pesca.

Diferente dos empreendimentos de viveiros de camarões, ainda é possível identificar que, especialmente no baixo curso, as pessoas fazem uso da atividade pesqueira majoritariamente tradicional. Dela participa os grupos locais, geralmente famílias de renda baixa, que têm na pesca a base da renda familiar ou, ainda, o complemento da subsistência alimentar. A presença do manguezal facilita o extrativismo animal de mariscos como o sururu, ganhamum, caranguejo, aratu, lambreta entre outros, muito demandados nas feiras livres locais, restaurantes, pousadas, bares e vendedores atravessadores.

A pesca artesanal e a mariscagem são atividades praticadas por comunidades tradicionais ribeirinhas, principalmente, aquelas que vivem no município de Santa Luzia do Itanhy (Figura 29).

Figura 29 - Instalações temporárias de pescadores na margem direita do rio Pagão-Guararema - Santa Luzia do Itanhy, Sergipe, 2020.



Autor: Roniex da Silveira, 2020.

No povoado Crasto os pescadores possuem uma associação (Figura 30). Esse mesmo povoado recebe a produção de camarão para beneficiamento em uma fábrica, localmente denominada de Fábrica de Gelo.

As informações adquiridas apontam para o fato de que a produção pesqueira destina-se, em sua maioria, para o comando de atravessadores. Alguns pescadores comercializam seus produtos em feiras livres de Santa Luzia do Itanhy e de municípios limítrofes, dentre eles, destacam-se: Estância, Umbaúba e Indiaroba

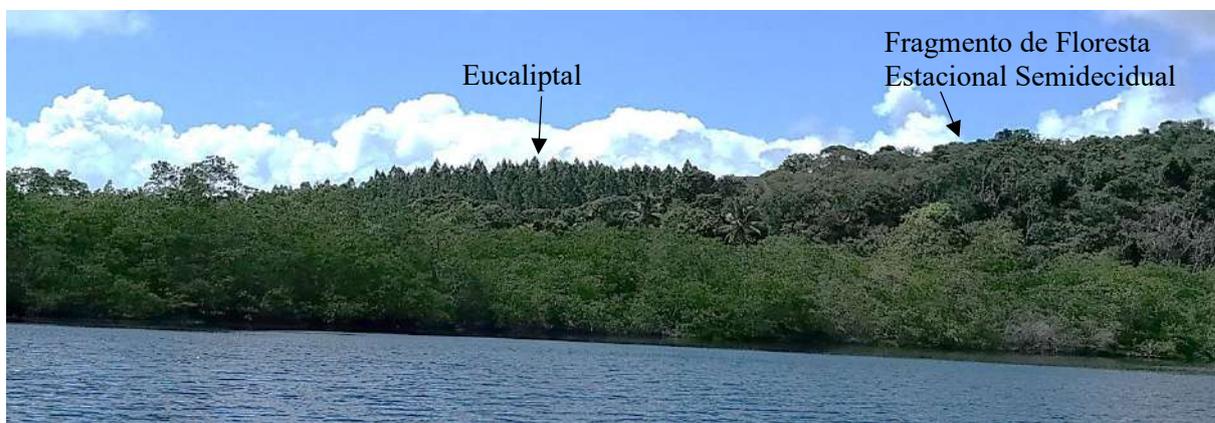
Figura 30 - Embarcações de pesca e transporte no Povoado Crasto - Santa Luzia do Itanhy, Sergipe.



Autor: Roniex da Silveira, 2020.

A silvicultura de eucalipto é mais um tipo de uso encontrado nas terras da sub-bacia no rio Pagão-Guararema. Essa atividade contribui para a redução da biodiversidade e de nutrientes no solo, o desenvolvimento de processos erosivos e contaminação de águas, entre outros (VECHI; MAGALHÃES-JÚNIOR, 2018). Nesse sentido, os desdobramentos dessa cultura podem ser ainda mais graves quando essa espécie é plantada no ambiente estuarino (Figura 31 e Figura 32).

Figura 31 - Silvicultura de eucalipto e fragmento de Floresta Estacional Semidecidual sobre topo de tabuleiro e vegetação de Mangue bordejando a margem do rio Pagão-Guararema – Santa Luzia do Itanhy, Sergipe.



Autor: Roniex da Silveira, 2020.

As atividades agrícolas que fazem uso de maquinários para otimizar a produção, geram problemas relacionados com a redução da fertilidade natural, compactação e erosão dos solos, pois nem sempre são desenvolvidas com acompanhamento técnico.

Outro problema atrelado às atividades na área rural é o aumento do uso de agroquímicos para elevar a produção, controlar pragas e “limpar” os terrenos. Não é incomum notar a manipulação desses produtos por pessoas que não têm a devida capacitação, expondo-as aos riscos de intoxicação bem como o ambiente à contaminação.

Figura 32 - Eucaliptal bordejando cursos d'água – Arauá, Sergipe.



Fonte: Adaptada do Google Earth, 2020.

Parcelas de solo exposto aparecem nas chamadas áreas de empréstimo, de onde são extraídos materiais como argilas e areias para a construção civil e, também, nos terrenos de cultivos e pastagens que, pela prática da aragem do solo para limpeza do terreno ou preparo para o plantio das lavouras e/ou adensado pisoteio do gado, expõe o material litológico aos agentes de erosão externos. Como complemento ao grupo, têm-se igualmente as “estradas de terra”, que compõem as vias de ligação para a população se deslocar entre os diferentes locais da área rural.

De muitos locais com solo exposto, no período das chuvas, os sedimentos são transportados pelo escoamento superficial e chegam aos canais fluviais, elevando o volume da carga detrítica e contribuindo para o processo de assoreamento dos rios (Figura 33).

Além do meio rural, têm-se as áreas urbanas como componentes da paisagem em análise. Nelas são verificadas atividades como a supressão da vegetação nos bordos e vertentes para criação de loteamentos residenciais e a impermeabilização dos solos. Assim, o processo de urbanização sem planejamento resultou na pavimentação de ruas no sentido da declividade do relevo, potencializando o escoamento de elevado volume de água que drenam para as áreas mais baixas. Em outros locais, percebem-se ruas alagadas por falta de rede de drenagem adequada.

Figura 33 - Área de solo exposto por empréstimo de material argiloso para aterro de rodovia, Umbaúba, Sergipe.



Autor: Roniex da Silveira, 2020.

Das cidades, ainda provém considerável contribuição para a contaminação das águas fluviais, que recebem diretamente parte do esgoto doméstico, oficinas e lava-jatos de veículos.

O represamento das águas dos canais fluviais é outra prática comum, seja para uso industrial, abastecimento humano, irrigação de áreas agrícolas ou dessedentação de animais.

Este tipo de intervenção antrópica interfere diretamente na dinâmica do escoamento, tanto na redução do volume do débito para os setores situados à jusante, como na retenção da carga de sedimentos, o que pode ampliar os processos erosivos nas margens dos canais e comprometer as áreas situadas no seu entorno (Figura 34).

Figura 34 - Represa de água em construção para abastecimento populacional, Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.



Autor: Roniex da Silveira, 2020.

Não obstante, existem territórios que se encontram reservados para uso sustentável dos recursos – onde sua exploração é fiscalizada e se dá de maneira controlada –, que são as Reservas de Privadas do Patrimônio Natural (RPPNs) Pedra da Urça e Marinheiro, no município de Santa Luzia do Itanhi.

Além destes tipos de uso, são comuns os cultivos temporários de maracujá, mandioca, milho, amendoim, feijão, dentre outros geralmente consorciados com lavouras permanentes ou em áreas que depois servem de pastagem (Figura 35 e Figura 36).

Figura 35 - Citricultura (laranja) consorciada com feijão e mandioca ao fundo - Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.



Autor: Roniex da Silveira, 2020.

Figura 36 - Consórcio de cultivos de Laranja, Coco-da-baía e pimenta - Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.



Autor: Roniex da Silveira, 2020.

As lavouras temporárias são evidentes em campo como pequenas roças, sejam, de uma determinada espécie, em consórcio de espécies ou em conjunto com lavouras permanentes, e, por apresentarem áreas reduzidas, sua representação cartográfica foi inviabilizada pela escala cartográfica utilizada (1:15.000). Desta maneira, no mapeamento, elas foram inseridas em conjunto com as lavouras permanentes.

As “roças”, como localmente são denominados os cultivos de ciclo curto destinados principalmente à subsistência, costumam estar presentes nas pequenas propriedades rurais e são desenvolvidas no período do outono-inverno, quando as chuvas são mais frequentes e abundantes. Saliente-se, que de modo geral, as cultivares feijão e mandioca são produzidas em consórcio com outros tipos de lavouras, pois, os agricultores familiares procuram aproveitar ao máximo suas terras. Os assentamentos rurais de reforma agrária, tradicionalmente, também produzem diferentes gêneros alimentícios.

É importante destacar que no baixo curso do rio é comum consorciar pastagem com a cocoicultura, em razão da cultivar Coco-da-baía se desenvolver bem nos solos de textura arenosa dessa região (Figura 37).

Figura 37 - Área de consórcio Lavoura/Pastagem (Coco e Gado bovino) na área do baixo curso do rio Pagão-Guararema - Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.



Fonte: Google Earth, 2021.

Na parte da sub-bacia do rio Pagão-Guararema que compreende os municípios de Umbaúba, Arauá e Indiaroba, as lavouras temporárias são consorciadas principalmente com os citrus. Em Santa Luzia do Itanhy, na porção central e seguindo para a jusante da sub-bacia, predominam as pastagens, verificando-se a redução da área ocupada pelas “roças”. A Tabela 05 e a Tabela 06 reúnem os principais tipos de lavouras plantadas – permanente e temporária, dominantes na paisagem analisada.

Tabela 05 - Área plantada com lavoura permanente, em hectares, por município da sub-bacia do rio Pagão-Guararema, 2019.

Município	Área plantada com lavoura permanente (ha)							
	Banana	Coco-da-baía	Laranja	Limão	Mamão	Manga	Maracujá	Tangerina
Arauá	70	112	2.700	48	5	-	76	15
Umbaúba	25	460	3.313	12	6	-	69	81
Estância	217	8.622	6.106	65	14	28	251	219
Indiaroba	80	1.710	2.367	8	9	5	78	204
Santa Luzia do Itanhy	45	1.570	1.966	34	3	-	35	-
Área total	437	12.474	16.452	167	37	33	509	514

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2019.

Tabela 06 - Área plantada com lavoura temporária, em hectares, por município da sub-bacia do rio Pagão-Guararema, 2019.

Município	Área plantada com lavoura temporária (ha)						
	Abacaxi	Amendoim	Batata-doce	Cana-de-açúcar	Feijão	Mandioca	Melancia
Araúá	20	12	-	-	5	240	180
Umbaúba	4	5	-	-	10	120	560
Estância	78	140	34	200	50	1.055	615
Indiaroba	50	30	6	-	10	245	40
Santa Luzia do Itanhy	7	20	-	-	5	250	75
Área total	159	207	40	200	80	1.910	1470

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2019.

Ainda que os dados das tabelas referidas acima correspondam à produção municipal e cada município tenha parcelas de tamanhos diferenciados do seu território integrando a sub-bacia é importante conhecer as atividades econômicas predominantes, para que se possa avaliar o estado de degradação dos solos relacionados aos tipos de uso e manejo adotado.

Embora a maior área da sub-bacia do rio Pagão-Guararema esteja composta pelo território dos municípios de Santa Luzia do Itanhy e Umbaúba, no geral destacam-se a produção da laranja (*Citrus sinensis*) e do coco-da-baía (*Cocos nucifera*) como as principais lavouras permanentes. Para as lavouras temporárias, as maiores áreas registradas são para a mandioca (*Manihot esculenta*) e a melancia (*Citrullus lanatus*).

Ross (1994, p. 64) enfatiza que, aliada as transformações naturais dos ambientes, “é cada vez mais significativa a ação humana, que, ao se apropriar do território e de seus recursos naturais, causa grandes alterações na paisagem com um ritmo muito mais intenso que aquele que normalmente a natureza imprime”. As técnicas permitem ampliar ou acelerar a materialização dessas ações.

5 ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DAS UNIDADES DE PAISAGEM DA SUB-BACIA DO RIO PAGÃO-GUARAREMA

As leituras, interpretações dos produtos cartográficos e das informações obtidas em campo possibilitaram, junto à metodologia de Ross (1994), classificar as Fragilidades Potencial e Emergente da área de estudo.

O solo, a declividade do relevo e os tipos de uso e ocupação/cobertura do solo foram os componentes analisados e classificados quanto aos seus potenciais e limitações. Os demais elementos da paisagem, como geologia, geomorfologia, clima, hidrografia e vegetação estão relacionados intrinsecamente às fragilidades dos componentes citados, contudo, não fizeram parte da classificação quali-quantitativa, mas somente da análise integrada.

Esses componentes participam conjuntamente, influenciando nas características e no comportamento dos elementos quali-quantificados no ambiente, colaborando para os processos de transformações do sistema ambiental dominante na paisagem da Sub-bacia do Rio Pagão-Guararema.

Como a Fragilidade Ambiental é resultante de uma série de procedimentos e suas etapas, os resultados destes seguem abaixo.

5.1 FRAGILIDADE POTENCIAL

A partir do pensamento de Ross (1994), a Fragilidade Potencial está relacionada com a combinação da organicidade do solo, ou seja, com sua origem e características, sua declividade do relevo e, guardada as limitações, com outros componentes das paisagens, como o clima.

Neste trabalho, a relação direta dos dois primeiros elementos representará a suscetibilidade natural da paisagem da sub-bacia do rio Pagão-Guararema às transformações naturais. Ross (1994), declara que cada um deles possuem fragilidades que podem ser quali-quantificadas. Isso quer dizer que, os diferentes graus de declividade e os tipos de solos imprimem potencial de modificação igualmente diferente num ambiente.

De forma simples, ao aumentar o grau de declividade das vertentes, a erosão atua com mais intensidade, não diferente, uns solos são mais erosivos que outros. “Os intervalos de declividade [...] indicam respectivamente o vigor dos processos erosivos, dos riscos de escorregamento/deslizamento e inundações frequentes”, é o que afirmam Kawakubo *et al.*, (2005, p. 2204). Dessa maneira, a compartimentação dos graus de declividades em classes contribui para setorizar a dinâmica nas vertentes e os problemas que podem estar atrelados aos

diferentes setores. Ross (1994), ao fazer essa compartimentação, separou os níveis de fragilidades das vertentes.

Nesse mesmo sentido, por possuírem resistências diferentes aos processos de modelagem do relevo, os tipos de solos podem ser agrupados em classes de fragilidades diferentes, ou seja, a classe de fragilidade de um determinado solo associa-se a sua capacidade de resistir aos processos de erosão. Os autores Kawakubo *et al.* (2005, p. 2204) concluem que “as diferenças nos atributos físicos e químicos explicam em muitos casos o fato de alguns solos erodirem mais que outros, mesmo estando expostos a uma mesma condição ambiente”.

Para o relevo da Sub-bacia do rio Pagão-Guararema constatou-se que os menores gradientes de declividade estão relacionados aos topos do relevo das unidades dos Tabuleiros do Brasil Centro-oriental e dos Tabuleiros do rio Real, dos fundos de vales e de parte das feições da Planície Estuarina – Terraços Fluviomarinhos e Planície fluviomarina. Estas feições apresentam gradientes de declividade de até 6% e representam 29,17 % da área da sub-bacia em questão.

Os demais valores de declividade estão relacionados com as vertentes das morfologias tabuliformes, de forma que as classes de declividade ficaram distribuídas da seguinte maneira em relação à área total da sub-bacia: 6% a 12% – 28,80%, 12% a 20% – 28,52 %, 20% a 30% – 11,82% e os gradientes acima de 30% correspondem a apenas 1,69% da área total, sintetizado abaixo na Tabela 07.

Tabela 07 - Percentual de área por classe de declividade da Sub-bacia do rio Pagão-guararema, Sergipe, 2021.

Classe de declividade	Área da sub-bacia (%)
Até 6%	29,17
6% a 12%	28,80
12% a 20%	28,52
20% a 30%	11,82
Acima de 30%	1,69

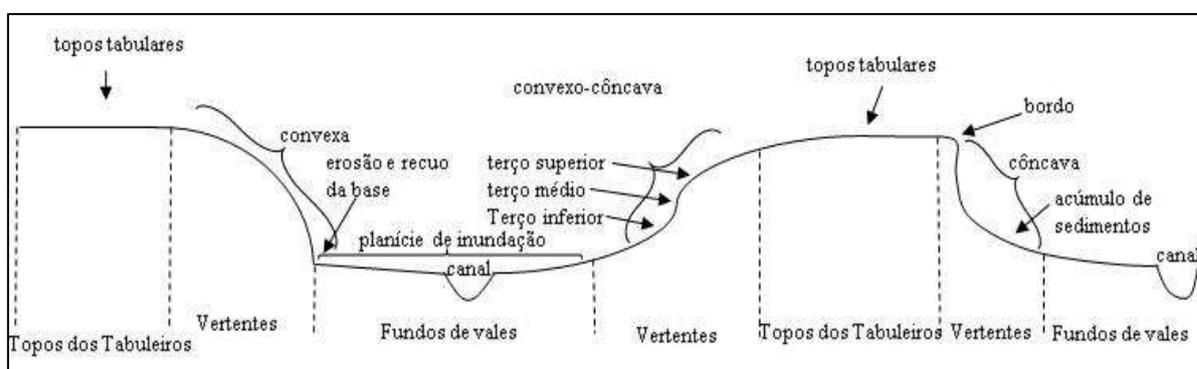
Fonte: Roniex da Silveira, 2021.

Em linhas gerais, as classes de Fragilidade do Relevo acompanham o padrão de distribuição da declividade das formas na paisagem (Figura 38). As classes Muito Forte e Forte estão associadas com os maiores gradientes de declividade, predominando nas cabeceiras de drenagem em anfiteatro com incisão profunda e após o decaimento dos bordos das feições

tabulares. A classe Média predomina nas vertentes mais suaves que apresentam concavidade por acúmulo de material no terço-inferior e contato gradual com a planície de inundação.

Por sua vez, as classes Muito Fraca e Fraca correspondem as áreas com os menores gradientes de declividade e estão presentes nas planícies de inundação – que tendem ao alargamento durante o período das cheias por erosão no sopé das vertentes –, nos topos das morfologias tabulares e na Planície Estuarina – planície fluviomarinha, terraços fluviomarinhos e marinhos.

Figura 38 - Representação esquemática das unidades de relevo dos Tabuleiros Costeiros do Brasil Central, Sergipe, 2021.



Autor: Roniex da Silveira, 2021.

Nos vales em manjedoura ou naqueles vales com forte atividade erosiva concentrada no canal, devido ao elevado gradiente altimétrico do rio, as vertentes tendem para a convexidade e a Fragilidade do Relevo amplia-se do topo para o sopé das vertentes, principalmente onde a planície de inundação é estreita e a atividade erosiva se torna mais intensa na base da vertente.

Nas vertentes em processo de transição da forma convexa para a côncava, com a presença de acumulação sedimentar na base, as declividades elevadas concentram-se no terço-médio das mesmas e nestas não são constatadas rupturas que caracterizem seus bordos.

A expressão qualitativa da Fragilidade do Relevo ficou expressa da maneira que está distribuída na Tabela 08. O mapa da Figura 40 espacializa as fragilidades da Sub-bacia do Rio Pagão Guararema.

Tabela 08 - Classes de fragilidade da declividade do relevo

Classe de declividade	Fragilidade
Até 6%	1 - Muito Fraca
6% a 12%	2 – Fraca
12% a 20%	3 - Média
20% a 30%	4 – Forte
Acima de 30%	5 – Muito Forte

Fonte: Roniex da Silveira, 2021.

De acordo com o mapa, compreende-se que na paisagem da Sub-bacia do rio Pagão-Guararema predomina um relevo com fragilidades de Muito Fraca até Média, estas representando mais de 80% da área total. Os demais 20% restantes da área são representados pelas classes Forte e Muito Forte.

Ressalta-se que existe um diferencial importante acerca do grau de declividade para os compartimentos de relevo: ainda que os topos tabulares, fundos de vale e setor estuarino possuam a mesma classe de fragilidade, ambos estão submetidos à atuação de processos distintos (Figura 39, **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Figura 41 e Figura 42). Predominam a infiltração, o escoamento superficial e o afloramento das águas nos topos, nas vertentes e nos fundos de vales, respectivamente.

Figura 39 - Presença de feições erosivas na vertente (terraces de gado) e evidência de afloramento do lençol freático no interior da delimitação – Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.



Autor: Roniex da Silveira, 2019

Figura 40 - Mapa de Fragilidade da Declividade do Relevo, 2021.

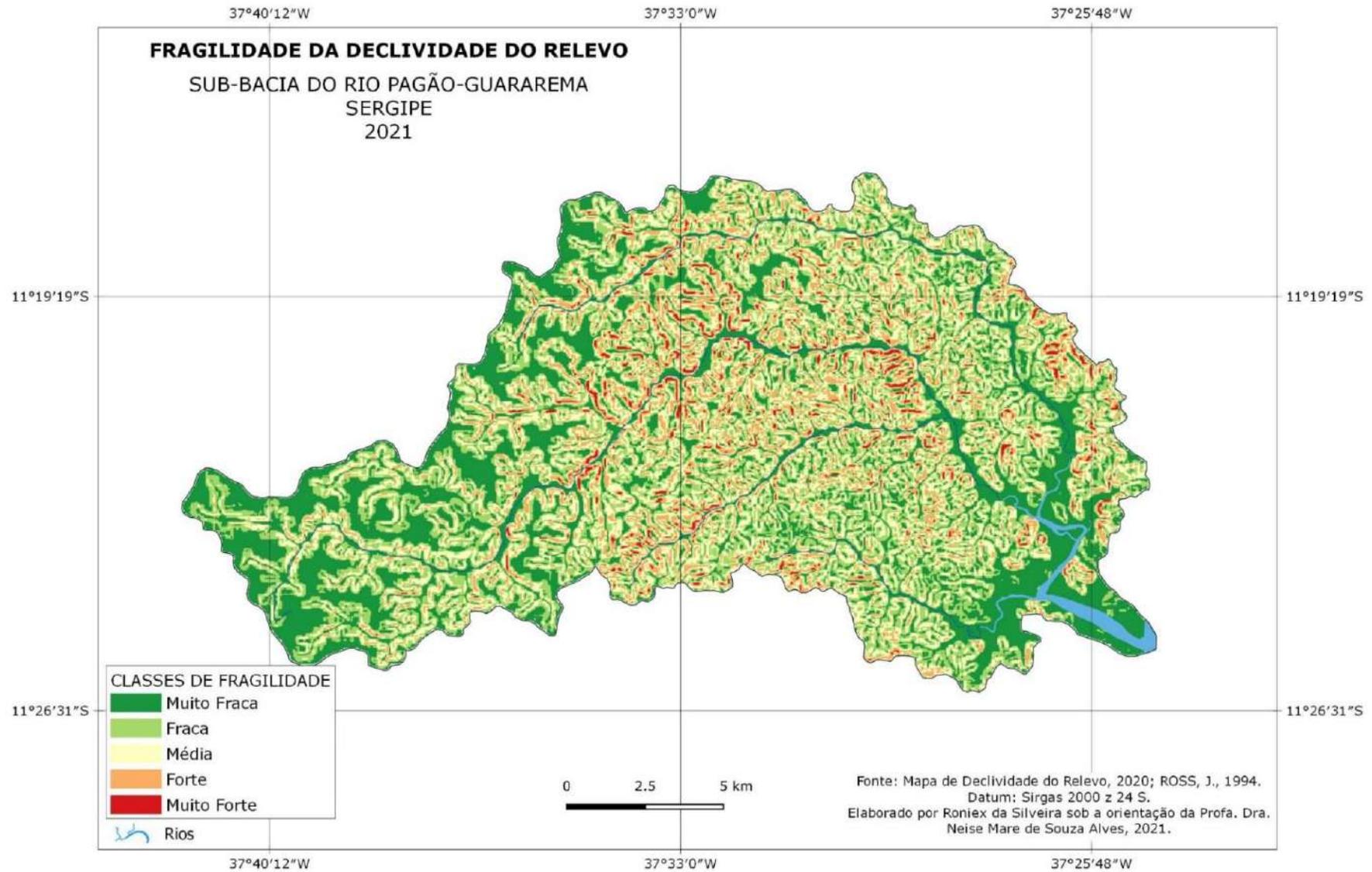


Figura 41 - Meandramento do canal em área de baixa declividade - Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.



Autor: Roniex da Silveira, 2019.

Figura 42 - Presença de ravina por pisoteio do gado no terço inferior da vertente - Umbaúba, Sergipe.



Autor: Roniex da Silveira, 2018.

O grau de declividade denota respostas específicas dos agentes de modelagem. Nos topos, onde o grau de declividade é baixo, há uma maior percolação da água no solo e a erosão ocorre pela lixiviação dos minerais presentes no solo, dissolvidos em contato com a água. Nas planícies de inundação a declividade também é baixa, mas tende para o escoamento superficial ocasionado pelo afloramento do lençol freático. É uma área que recebe periodicamente elevados volumes de águas pelas cheias dos rios. Quando esse volume extrapola a capacidade do canal fluvial, as águas avançam para além do canal, formando uma zona deposicional chamada planície fluvial. A erosão e transporte de sedimentos é proporcionalmente mais atuante no limite

da calha dos rios, pois, o fluxo perde velocidade à medida que se afasta dessa região. A redução da profundidade na planície de inundação expõe o fluxo a mais obstáculos.

Próximo da foz do rio forma uma área longitudinalmente de baixa altimetria, logo, o fluxo chega com uma velocidade menor que nos setores à montante da sub-bacia. Porém, por ser o setor de descarga da água que foi recebida na sub-bacia, o volume do rio alcança seu máximo. Esse máximo volume vêm carregando uma grande quantidade de sedimentos finos. Estes derivam de toda a Sub-bacia e, por serem mais leves e pequenos, o rio consegue transportá-los por maiores distâncias. Sob a influência da maré, parte considerável dos sedimentos são forçados à deposição na foz. Esta deposição forma a planície estuarina – fluviomarinha –, preenchida pela acomodação desses sedimentos nas margens do canal na desembocadura, formando uma área “lamacenta”.

Nas vertentes com maior declividade e alongamento das rampas, a erosão superficial e subsuperficial são ampliadas, pois, a área erodida é bem maior que aquelas de vertentes menos íngremes e curtas. Dadas as condições necessárias, formam-se os sulcos e as ravinas. Desse setor provém o material erodido e transportado pelas águas, sob a influência da força da gravidade, para os setores da planície fluvial, aonde o mesmo deposita-se e/ou é retrabalhado pelos processos erosivos desse setor. Enquanto nos topos nota-se a prevalência da infiltração, nos fundos de vale, onde o lençol freático aflora, prevalece o escoamento superficial. As vertentes se caracterizam pelo predomínio do escoamento superficial e subsuperficial, mobilizando matéria para a base, por vezes, em grandes movimentos de massa (Figura 43). No estuário do rio, a deposição e erosão se relacionam com o embate de forças fluviais e marinhas.

Figura 43 - Movimento de massa rotacional em Santa Luzia do Itanhi, Sergipe, 2020.



Autor: Roniex da Silveira, 2020.

Como complemento da Fragilidade Potencial, além da Fragilidade do Relevo, deve-se considerar a Fragilidade do Solo (Figura 44). Assim como para as classes de declividade, foram obtidos os seguintes valores para as classes de Fragilidade dos Solos em relação aos percentuais da área total da sub-bacia (Tabela 09).

Tabela 09 - Percentuais de área de Fragilidade do solo da Sub-bacia do rio Pagão-guararema, Sergipe

Classe de Fragilidade	Área (%)
1 – Muito Baixa	0,68
3 – Média	72,80
4 – Alta	23,82
5 – Muito Alta	2,70

Fonte: Roniex da Silveira, 2021.

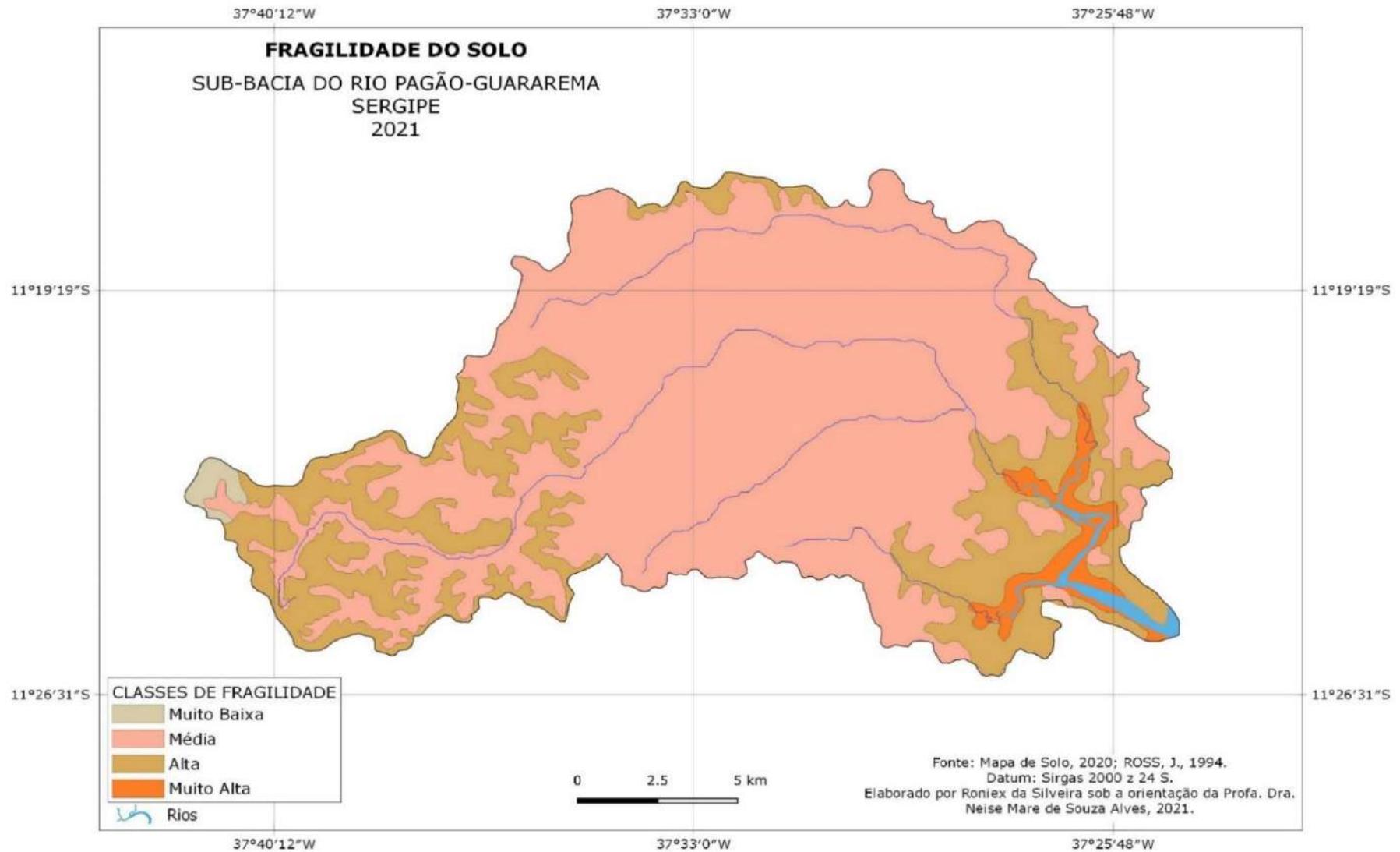
Nesse sentido, cabe destacar que a classe 1 - Muito Baixa – equivale a uma pequena área no extremo leste da sub-bacia correspondendo à um topo tabular sub-horizontal conservado, onde encontram-se os Latossolos Amarelos Distróficos.

A maior parte dos solos da área de estudo se enquadram na categoria de Média fragilidade. Esses são principalmente os Argissolos Vermelhos-Amarelos Distróficos com textura média/argilosa e os Argissolos-Amarelos Distróficos que ocorrem associados com os Latossolos Amarelos Distróficos. Estas classes de solos predominam na área central da sub-bacia, ocupando as vertentes e as colinas de topos convexizados.

Os Argissolos Amarelos de textura mais arenosa, que se distribuem no setor do alto e baixo curso do rio Pagão-Guararema, foram inseridos na categoria 4 – Alta fragilidade – em razão do seu nível de erodibilidade, decorrente do contraste textural presente em seu perfil. Nele há facilidade de desagregação das partículas de areias e a presença de concentração de argila no horizonte B, criando condições para que apresentem elevado potencial de erodibilidade. As partículas de areias dos horizontes superiores estão sujeitas à desagregação devido a elevada concentração de argila no horizonte B (EMBRAPA, 2018).

As condições de baixa declividade dos topos dos tabuleiros onde ocorrem a classe dos Argissolos contribuem para reduzir a ação erosiva dos processos lineares de escoamento superficial, favorecendo a infiltração.

Figura 44 - Mapa de Fragilidade do solo, 2021.



No baixo curso os Argissolos apresentam feições erosivas – sulcos e ravinas – nas vertentes com maior gradiente de declividade. A erosão pelo processo de escoamento superficial se acentua porque verificam-se índices pluviométricos mais elevados próximo à Planície Costeira.

A classe de fragilidade dos solos 5 – Muito Alta – se concentra no domínio dos Gleissolos Sálcos na Planície Estuarina, onde se desenvolveu o ecossistema Manguezal. Estes solos encontram-se em um ambiente de elevada instabilidade, pois o nível freático é elevado em decorrência da proximidade do rio Pagão-Guararema com nível de base geral (oceano), e, além disso, a foz está sujeita às oscilações das marés oceânicas diariamente. Esta classe de solos e os Latossolos Amarelos Distróficos (classe fragilidade Muito Baixa) são as menos expressivas na sub-bacia.

A declividade ou a topografia do terreno é um fator condicionante importante para a formação e o desenvolvimento dos solos, bem como, para influenciar a ação de processos morfodinâmicos que resultam anualmente em perda de volumes de solos por erosão.

Os pesquisadores Pereira e Lombard Neto (2004) consideram que devem ser analisadas as características da paisagem para ordenar de modo adequado os tipos de usos das terras.

Assim, eles sugerem que as áreas de declividade 5 – Muito Alta devem ser resguardadas para Áreas de Proteção Permanente (APPs), as de declividade 4 – Alta seriam destinadas à pastagem natural e silvicultura. Aquelas de declividade 3 – Média deveriam ser reservadas para a pastagem plantada. Por sua vez, as áreas de 2 - Baixa e 1 – Muito Baixa declividades deveriam ser ocupadas, respectivamente, de lavouras com práticas de conservação do terreno e para os mais diferentes tipos de plantio.

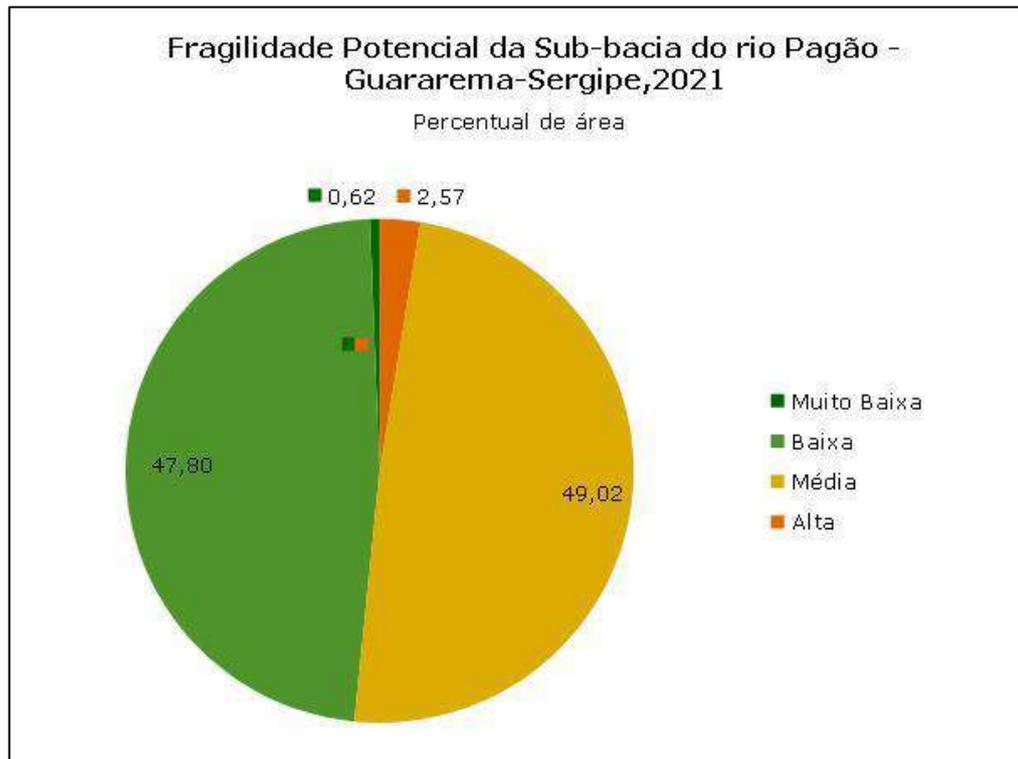
A sugestão acima não significa que é uma regra geral, mas, um estudo de melhor destinação do uso das terras de forma que o manejo das atividades ocorra em coerência com os limites da paisagem. Isso quer dizer, que dada as condições da propriedade, uma área de fragilidade Muito Baixa pode ser ocupada com pastagem plantada visto que não rompe o limite para o tipo de uso local. Além disso, uma área de maior fragilidade pode ser usada para uma atividade que seria de área de menor fragilidade, desde que as técnicas empregadas permitam resguardar o ambiente de um desequilíbrio pelo uso aplicado.

Após o desenvolvimento das Fragilidade do Relevo e Fragilidade dos Solos, fez-se o cruzamento dos dados, segundo o qual possibilitou-se o conhecimento das classes de Fragilidade Potencial da paisagem do rio Pagão-Guararema.

Com esse resultado, pode-se perceber que a paisagem da Sub-bacia do rio Pagão-Guararema apresentou quatro níveis de Fragilidade Potencial: 1 – Muito Baixa (0,62 %), 2 –

Baixa (47,80 %), 3 – Média (49,02%) e 4 – Alta (2,27%). Não houve fragilidade de classe 5 – Muito Alta . O percentual e a representação da área da sub-bacia para cada classe de fragilidade podem ser acompanhados, respectivamente, na Figura 45 e Figura 46.

Figura 45 - Percentuais de área da Fragilidade Potencial.



Fonte: Adaptado do Mapa de Fragilidade Potencial, 2021.

Na área de ocorrência dos Latossolos Amarelos – solos bem evoluídos, profundos, que não apresentam contraste textural, desenvolvidos em topografia de baixa declividade, típico dos topos sub-horizontais das morfologias da unidade dos Tabuleiros do Brasil Central-oriental, a partir dos sedimentos da litologia do Grupo Barreiras, sob as condições climáticas da região, que reduzem ou anulam a ação de processos morfodinâmicos lineares e favorecem a infiltração – a Fragilidade Potencial é classe 1 – Muito Baixa. Estes solos, diante da combinação das suas características morfológicas e físicas, apresentam baixa erodibilidade. Portanto, não se restringem a nenhum tipo de uso sob manejo adequado.

Os Argissolos Amarelos distróficos e Vermelhos-Amarelos distróficos – os primeiros sendo mais susceptíveis às fragilidades que os últimos, especialmente, pela diferenciação no teor de argila na sua composição – igualaram-se em classe quanto à classificação da Fragilidade Potencial, sendo dominados pela oposição à fragilidade do relevo.

Nesse sentido, os Argissolos Amarelos, que são mais erodíveis e, portanto, mais frágeis, ocupam áreas de menor declividade e fragilidade. Já os Argissolos Vermelho-Amarelos, mais resistentes a erosão e assim menos frágeis, estão nas vertentes, equilibrando-os na mesma Fragilidade Potencial para esta sub-bacia.

Ainda pode destacar que esses dois solos mencionados apresentam baixa fertilidade na área de estudo e profundos perfis ligados a intensa decomposição e erosão subsuperficial do material do Grupo Barreiras. Quando possuem a cobertura vegetal natural, a deposição de matéria orgânica lhe confere maior fertilidade. Porém, a boa drenagem deles faz com que seus nutrientes sejam facilmente lixiviados na ausência da cobertura vegetal natural (SANTOS *et al.*, 2018). Desta maneira, seu aproveitamento para agricultura demanda cuidados para ampliar sua fertilidade.

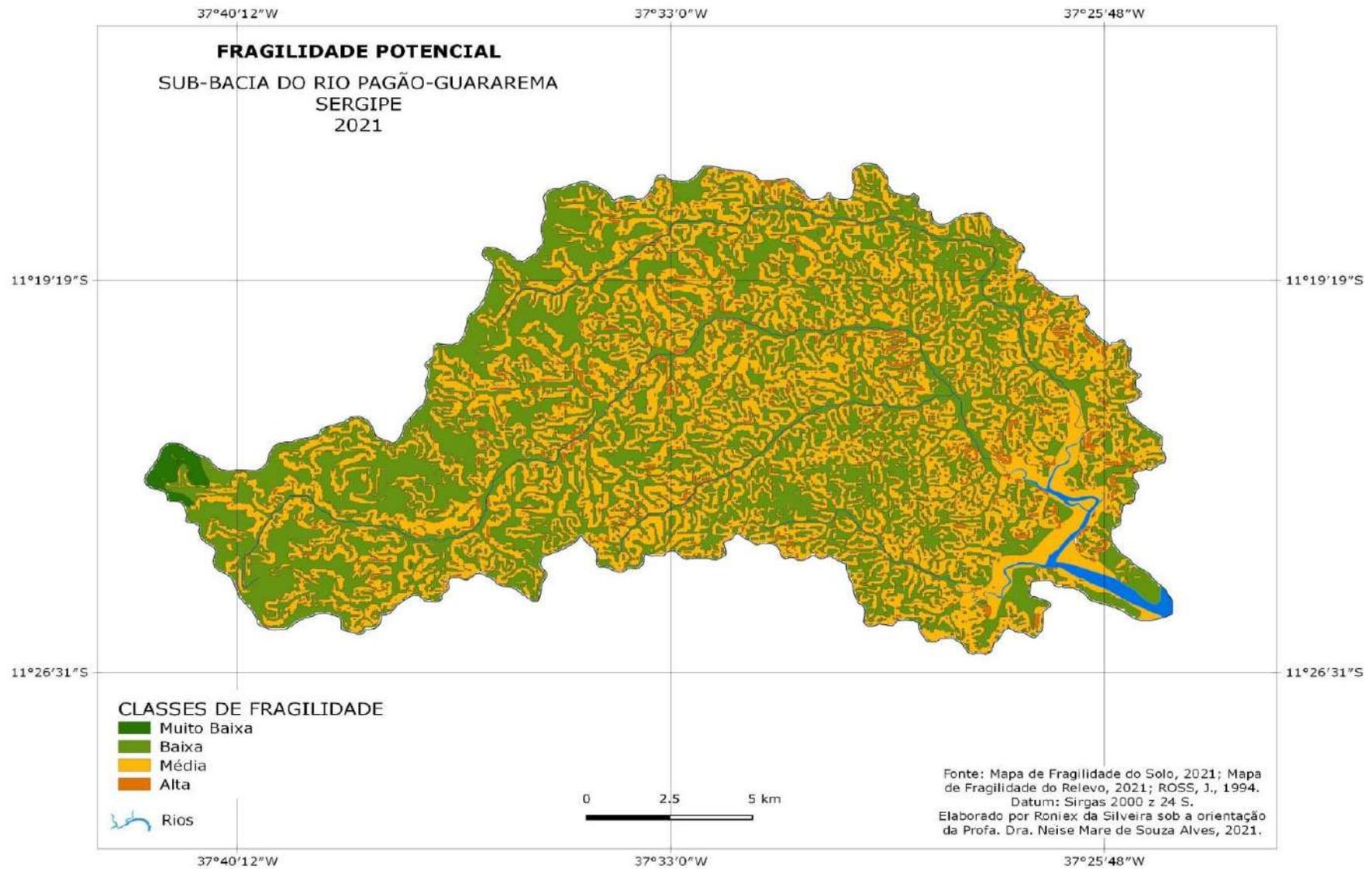
Os Latossolos Amarelos, por sua vez, são solos profundos e bem drenados. Estão presentes em áreas de declividade bem suave e condições de desenvolvimento de perfis mais estáveis quanto a distribuição de nutrientes. Provenientes de rochas com maior demanda de nutrientes e local com disponibilidade hídrica favorável à estabilidade dos processos de sua evolução, formaram-se perfis com maior distribuição de argilas (SANTOS *et al.*, 2018). Estas características de relevo e solo confere a essas áreas as menores Fragilidades Potenciais desta Sub-bacia, classe 1- Muito Baixa.

Na contramão do que foi exposto acima, os Gleissolos Sálícos possuem fragilidade classe 5 - Muito alta. Essa condição é impulsionada pela elevada salinidade, alto teor de argilas e características lamosas do ambiente, sem desenvolvimento de horizontes reais, sob inundações periódicas e a drenagem comprometida pela textura conferida aos argilominerais (SANTOS *et al.*, 2018).

Contudo, estes solos expressam uma superfície com declividade de fragilidade na classe 5 – Muito fraca. Isto, permite uma maior estabilidade aos processos morfogenéticos relacionados com a erosão por escoamento superficial. O equilíbrio entre essa combinação de fatores resulta numa área de Fragilidade Potencial de classe 3 – Média.

Cabe ressaltar que para estas classes de fragilidade dos Argissolos e Gleissolos Sálícos, a declividade foi o diferencial, controlando o resultado final das fragilidades potenciais.

Figura 46 - Mapa de Fragilidade Potencial, 2021.

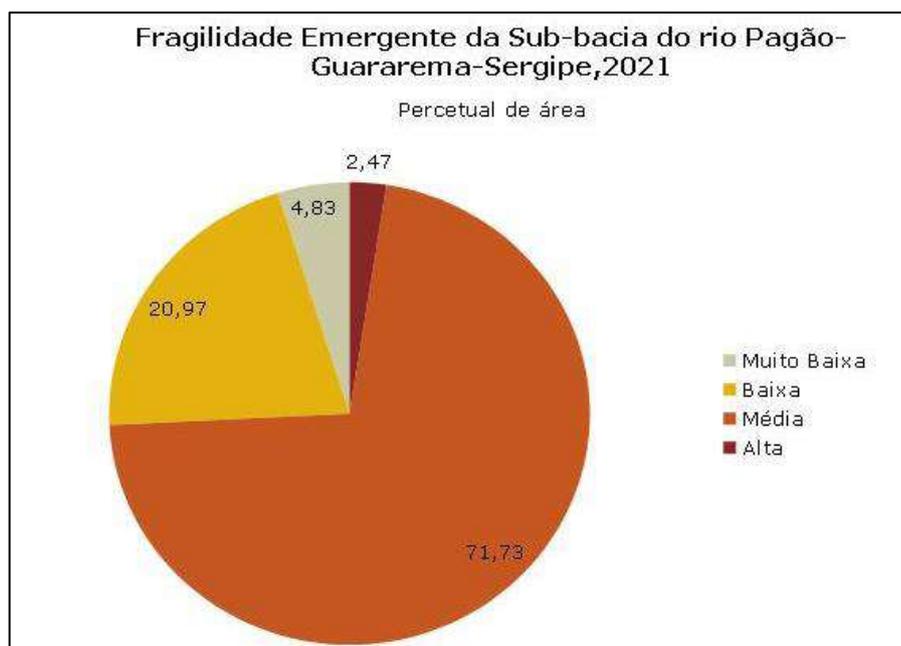


5.2 FRAGILIDADE EMERGENTE

A Fragilidade Emergente tem relação direta com as intervenções antrópicas, a partir de suas atividades sobre os elementos naturais da paisagem. São as mudanças impostas na dinâmica natural do sistema ambiental que propiciam essa modalidade de fragilidade.

Nesse sentido, para Ross (1994), a Fragilidade Emergente surge da relação da Fragilidade Potencial com o grau de proteção dos tipos de usos e ocupações desenvolvidos na paisagem. A partir disso, constatou-se as seguintes categorias e percentuais de área da sub-bacia do rio Pagão-guararema para a Fragilidade Emergente das unidades de paisagem: – Muito Baixa (4,83%), – Baixa (20,97%), – Média (71,73%) e – Alta (2,47%), (Figura 47).

Figura 47 - Percentual de área da Fragilidade Emergente da Sub-bacia do rio Pagão-Guararema.



Fonte: adaptado do Mapa de Fragilidade Emergente, 2021

O grau de proteção dos tipos de usos e ocupação ficaram definidas pelas classes – Muito Alta: Floresta Nativas ou Naturais; – Alta: Matas Secundárias, Matas Ciliar e Mangue; – Média: Lavoura Permanente com prática de Proteção, Pastagem de Baixo Pisoteio e Área Urbana; – Baixa: Lavoura Permanente com Práticas de Proteção, Pastagem de Baixo Pisoteio e Eucalipto; e – Muito Baixa: Solo Exposto e Carcinicultura (Figura 48). O resultado dessa relação na paisagem da Sub-bacia do rio Pagão-Guararema definiu, igualmente à Fragilidade Potencial, quatro classes de fragilidades emergentes, porém, com porcentagens de áreas com outras variações (Figura 49).

Figura 48 - Mapa de Grau de Proteção da Cobertura de Solo, 2021.

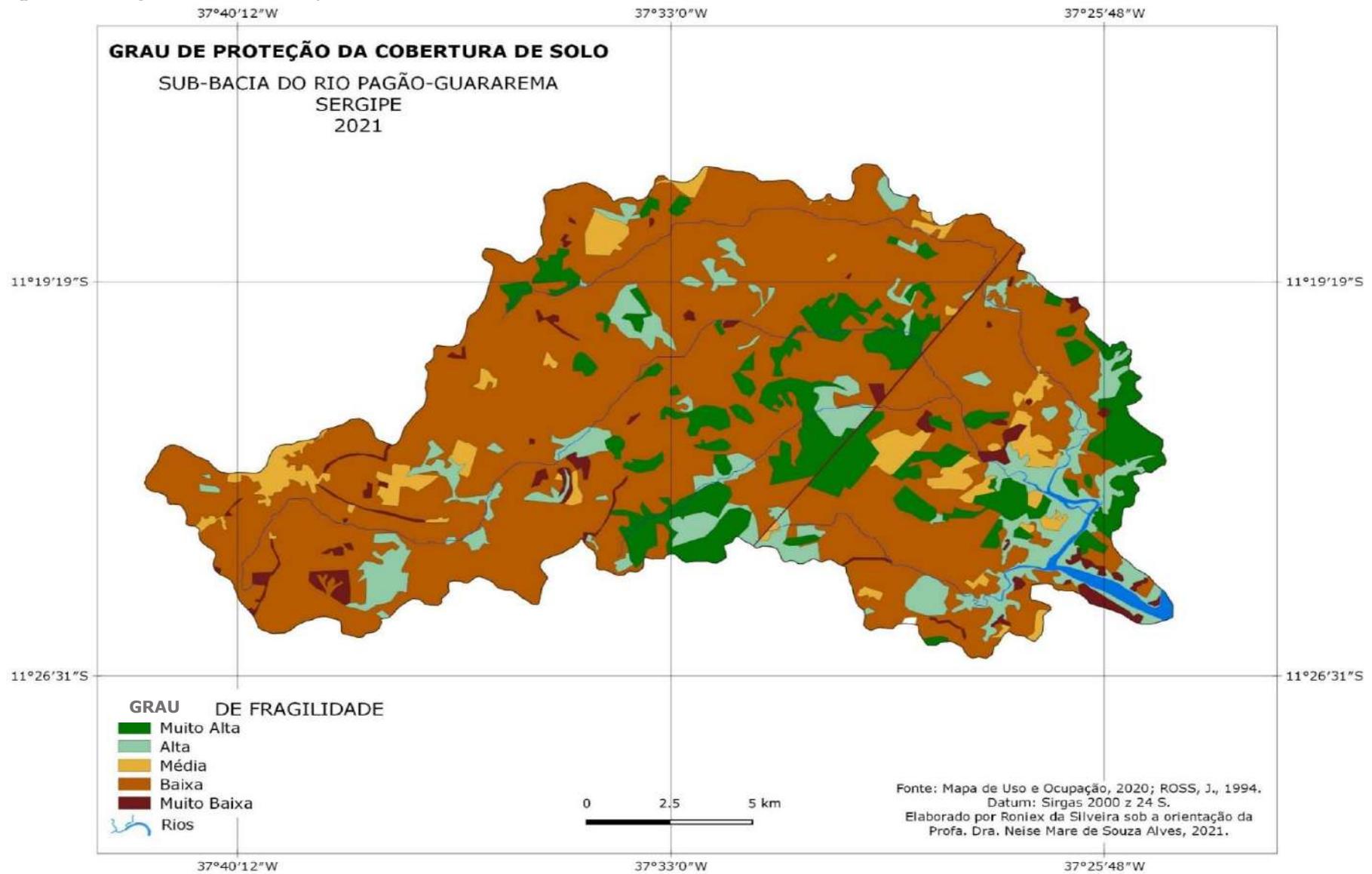
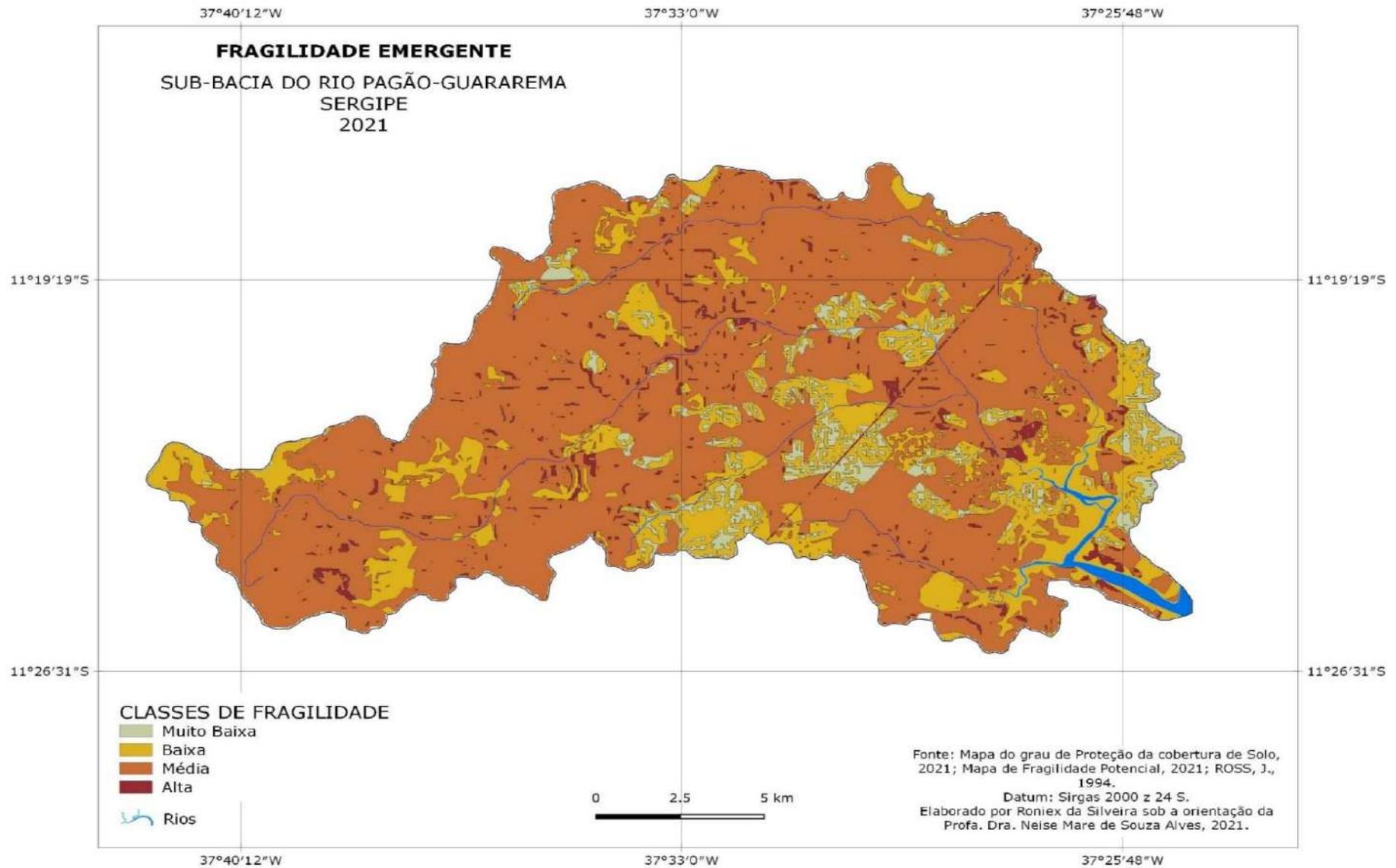


Figura 49 - Mapa de Fragilidade Emergente, 2021.



De acordo com o tipo de uso e ocupação atual das feições das unidades de paisagem Tabuleiros do Brasil Central-oriental e Planície Estuarina, foi possível observar que a Fragilidade Emergente aumentou das áreas onde as matas nativas foram conservadas para aquelas aonde ocorrem presença de solos expostos.

Nesse sentido, é possível identificar que a classe Muito baixa está associada com a presença de proteção do solo pelos remanescentes da Floresta Estacional Semidecidual com menores níveis de Fragilidade Potencial.

É importante lembrar que estas áreas de florestas representam os últimos fragmentos do bioma da Mata Atlântica na região e que as mesmas destacam-se como habitat para muitas espécies animais, bem como, de espécies vegetais. Porém, não é raro encontrar os fragmentos florestais sobre pressão antrópica de atividades como a pecuária e a agricultura, conforme verificar-se na Figura 50.

Figura 50 - Contraste de fragmento de Mata e de pastagens – Santa Luzia do Itanhí, Sergipe.



Autor: Roniex da Silveira, 2020.

A cobertura natural e densa das florestas exerce um papel primordial no equilíbrio das paisagens (Figura 51). Ela é responsável pela proteção e desenvolvimento do solo, estabilização de vertentes, proteção dos cursos dos rios e águas correntes, contribuinte na infiltração e depuração das águas subterrâneas, consumo de gás carbônico e produção de oxigênio pelo processo de fotossíntese, formação de nuvens por evapotranspiração, alimento e proteção de animais, entre outros benefícios ambientais, humanos e econômicos.

Enquanto isso, a classe Baixa da Fragilidade Emergente está associada com alguns locais onde há presença de Matas Nativas que não ficaram numa classe de fragilidade mais baixa e àquelas áreas com Matas Secundárias e Mata de Mangue, especialmente.

Figura 51 - Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual - Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.



Autor: Roniex da Silveira, 2020.

De forma menos expressiva, as áreas urbanas influenciaram no aumento dessa classe. Um dos fatores determinantes para suas posições na fragilidade baixa está associada ao controle de processos erosivos por meio do calçamento ou asfalto recobrimo o solo. A impermeabilização promove a proteção contra a erosão local. A Figura 52 evidencia a cobertura de asfalto em uma rua na cidade de Umbaúba. Nela as águas são drenadas sem infiltração ou possibilidade de desagregação das partículas do solo, que está protegido da erosão.

Não obstante, se não houver planejamento adequado da drenagem das águas pluviais, as áreas de impermeabilização serão acometidas de situações como inundações, causando prejuízos para as pessoas em virtude das consequências que podem ser geradas a depender do grau da inundação. Outra situação que cabe destacar, é que a drenagem precisa ser adequada desde o centro das cidades até as áreas de periferia, onde a concentração dos volumes hídricos é descarregada geralmente em um corpo de água, como rio ou riacho.

As periferias das cidades de Umbaúba e Santa Luzia do Itanhi são marcadas pela liberação das águas pluviais que se concentram desde as áreas centrais. Ressalta-se que nas áreas com menor infraestrutura de drenagem, as águas que deixam a malha urbana aceleram a erosão de encostas, estradas, lavouras e pastagens, porém em menor escala. A sede municipal de Umbaúba ocupa os topos planos mais conservados dos Tabuleiros do Brasil Central-oriental, enquanto a sede de Santa Luzia do Itanhi, apresenta um conjunto de morfologias tabulares que

foram bastante dissecadas, caracterizando um relevo ondulado a forte ondulado formadores de diferentes colinas.

Figura 52 - Ruas impermeabilizadas na cidade de Umbaúba, Sergipe.



Fonte: Rosimeire da Silveira Santos, 2014.

A Fragilidade Emergente também é Baixa na Planície Estuarina, onde se encontra o Manguezal, área cuja Fragilidade do Solo é Muito Alta, porém, em decorrência do domínio de da topografia de baixa declividade e da vegetação de Mangue preservada contribui para a proteção do solo. Nesta mesma região há áreas ocupadas por lavouras com práticas de conservação e as pastagens de baixo pisoteio se incluem na classe de Baixa Fragilidade Emergente, pois, os solos estão protegidos da morfogênese.

A Fragilidade Emergente de Classe 3 – Média domina a paisagem no setor dos demais topos dos tabuleiros, das vertentes e dos fundos de vales associados ao conjunto dos Argissolos da sub-bacia ocupados pelo uso de pastagens de alto pisoteio e pelas lavouras permanentes sem práticas de conservação. Algumas áreas de solo exposto também se enquadram nessa categoria influenciadas pela presença de baixa declividade do relevo ou porque não puderam ser isoladas das lavouras e pastagens nas quais se encontram mescladas.

Ainda na classe de Média Fragilidade Emergente é comum encontrar áreas onde predominam pastagem de alto pisoteio com incidência de terracetes. Estas feições erosivas, perpendiculares ao declive da encosta, são causadas pelo constante pisoteio do gado, gerando a compactação do solo e favorecendo o escoamento concentrado (GIRODO, 2013) (Figura 53).

Figura 53 - Erosão laminar, linear e formação de terracetes de gado em Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.



Autor: Roniex da Silveira, 2020.

O solo fortemente compactado pelo excessivo pastoreio, limita o crescimento das gramíneas, formando vazios vegetativos temporários que, sem proteção, são erodidos com mais facilidade.

A presença do gado nas margens de rios e riachos desprotegidos, por falta de mata ciliar, desenvolve pontos de movimento de massa no local onde o gado acessa para dessedentação ou se alimentar. O transporte de sedimentos para os canais fluviais, desagregados por essa prática, contribui para o assoreamento e, conseqüentemente, maior incidência de cheias, obstrução de estradas próximas, erosão e deslizamento no sopé das vertentes, entre outros.

Nas propriedades onde há o cultivo de lavouras sem práticas de conservação e sem respeito aos limites legais de proteção das margens dos rios, o elevado transporte de sedimentos para dentro dos canais fluviais é um contribuinte que compromete fortemente o equilíbrio desse geoambiente. Além do assoreamento recorrente pela forma de manejo das lavouras, o uso de agroquímicos facilita a contaminação do solo e corpos d'água e sua fauna, visto que as chuvas retiram essas substâncias das lavouras e carregam até os rios ou locais onde podem acessar com facilidade o lençol freático.

Nas lavouras permanentes sem prática de proteção no manejo é comum o uso do arado mecânico para a limpeza do terreno entre as linhas dos cultivos. Por esse motivo e seus agravantes ao equilíbrio dos elementos da paisagem essas áreas ficaram igualmente enquadradas na classe de Fragilidade Emergente Média (Figura 54).

Figura 54 - Laranjeiras com vãos limpos por arado em Umbaúba, Sergipe.



Autor: Roniex da Silveira, 2020.

A situação é ainda mais delicada quando as linhas de plantio são estabelecidas acompanhando o sentido da declividade do relevo. Com isso, são geradas condições para que o escoamento superficial concentrado, e mesmo laminar, desagreguem os sedimentos dos solos e transportem-nos para a planície de inundação e canais fluviais, levando consigo os nutrientes do solo.

Geralmente, nas longas vertentes retilíneas de baixa e média declividade, as plantações são estabelecidas até o setor da margem do rio, pois, não há dificuldade para o manejo com máquinas agrícolas, sendo suprimida a mata ciliar. Para facilitar o uso dos tratores na lavoura, as linhas de plantio seguem o sentido da vertente (Figura 55).

Figura 55 - Laranjais plantados acompanhando o sentido das vertentes - Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.



Autor: Roniex da Silveira, 2020.

Outro agravo, é que nessas áreas de plantação se nota o manejo de agroquímicos sem acompanhamento de um técnico. Desse modo, eleva-se o risco de contaminação do ambiente e

a intoxicação dos trabalhadores, que manipulam os produtos no campo sem os devidos cuidados com a saúde.

No que se refere à Alta Fragilidade Emergente constata-se a ocorrência de maneira mais restrita na paisagem. Ela corresponde aos usos mais agressivos ao equilíbrio da paisagem, onde são comuns processos que resultam em feições erosivas como ravinas e voçorocas. Além dessas, fazem parte desta classe os viveiros da carcinicultura, que interferem diretamente na mobilidade de sedimentos fluviomarinhos e na supressão da vegetação do manguezal.

Quando o solo exposto está situado em setores das vertentes, os processos morfogenéticos são potencializados e a erosão é ainda mais efetiva, fornecendo sedimentos para fundos de vales e canais fluviais desenvolvendo o assoreamento dos canais. O processo é ainda mais evidente nas proximidades das áreas de solo exposto e/ou com práticas de queimadas na limpeza do terreno. A perda de solo, em todas as suas modalidades, tem consequência direta para os seres humanos, como a redução demanda bioquímica de nutrientes no solo, formação de voçorocas nas áreas de plantações e estradas. Na cidade, compromete a estrutura de casas, ruas e outros instrumentos de infraestrutura urbana.

A carcinicultura foi classificada dentro da Fragilidade Emergente Alta porque esta ocupa as áreas de terraços fluviomarinhos/marinhos. Com a presença dos viveiros de criação de camarão é notória a mobilidade de grandes volumes de sedimentos para sua construção, desconfigurando elementos de um geoambiente naturalmente frágil e suscetível às transformações decorrentes das intervenções humanas. Além disso, há outros fatores que mostram que esta prática extrapola os limites ambientais e sociais aceitáveis (SILVA-JÚNIOR; NICACIO; RODRIGUES, 2020).

A Figura 56 expõe os viveiros de camarão da empresa Lusomar, que atua no setor da carcinicultura no complexo estuarino Piauí-Real. Seus tanques são construídos sobre os terraços fluviomarinhos mais altos e necessitam do bombeamento da água do rio Pagão-Guararema para alimentá-los.

O acesso da população marisqueira local é proibido nessa área, restringindo ou dificultando as tradicionais atividades de fonte de alimentação e geradoras de renda para famílias que sobrevivem do extrativismo de mariscos. Os viveiros dificultam ainda mais a vida dos ribeirinhos e ribeirinhas na medida em que não absorvem a mão de obra dessas pessoas, que perderam sua atividade principal.

Figura 56 - Viveiros da Lusomar (esquerda) e bombas de captação de água para os tanques (direita) - Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.



Fonte: Adaptado do Google Earth Pro, 2021.

A silvicultura, representada pelo cultivo do eucalipto foi enquadrado na classe 4 de grau de proteção. Esta atividade está presente em diferentes setores da sub-bacia. Entretanto, para além das áreas mapeadas, foram quantificadas doze pequenas áreas que não foram representadas devido a escala cartográfica do produto final.

Naquilo que se refere ao eucalipto, Ross (1994) inclui esta cultura na categoria de Média fragilidade de uso e ocupação quando ela se encontra consorciada com bosque de vegetação nativa, o que não ocorre nas áreas identificadas.

Não obstante, devido às potencialidades do ambiente no qual o eucalipto está inserido, por vezes relevo com baixa declividade ou solos menos frágeis, ele apresentou Fragilidade Emergente de classe Média – 3.

A cultura de eucalipto se encontra, inclusive, no setor estuarino, substituindo a vegetação nativa. Esta prática é fortemente contestada por Vechi e Magalhães Júnior (2018), em decorrência do seu potencial de poluição dos solos e corpos hídricos (Figura 57). Esses autores destacam a falta de organismos decompositores dessa espécie vegetal no Brasil, visto que, não é uma planta nativa dessa região.

Figura 57 - Cultivo de Eucalipto em Santa Luzia do Itanhi, Sergipe.



Fonte: Neise Mare de Souza Alves, 2018.

Outro cenário igualmente relevante é o das estradas não pavimentadas ou vicinais. Sua condição integra-as à classe de Alta Fragilidade Emergente. São áreas com forte exposição do solo aos processos de erosão pluvial pelo escoamento superficial e de erosão eólica. Estes últimos processos ocorrem especialmente no período de estiagem e estão relacionados com a suspensão de partículas no ar predominantemente pelo movimento dos veículos. Uma vez suspensos os ventos transportam esses sedimentos para áreas adjacentes à estrada (Figura 58).

Figura 58 - Erosão por escoamento superficial concentrado em seção de estrada - Umbaúba, Sergipe.



Autor: Roniex da Silveira, 2019.

Em relação às lavouras com práticas de conservação e às pastagens de baixo pisoteio, ambas incluídas na Classe 3 – Média fragilidade, nota-se que o manejo delas estão de acordo

com as potencialidades do ambiente, evitando a exposição e a compactação do solo, bem como em concordância com o grau de declividade do relevo adequados para essas atividades.

Dessa maneira, a fragilidade a qual ela está exposta é corrigida pelas técnicas conservacionistas empregadas no tratamento cultura/ambiente, como preservação de vegetação entre vãos, alinhamento segundo as curvas de níveis, correção da demanda bioquímica de nutrientes do solo, calagem, entre outras. Ainda que percebido o uso de agrotóxicos, esse se dá por equipe qualificada para desempenhar esta atividade, pois, além da orientação de agrônomo, um técnico agrícola faz um acompanhamento das atividades.

Quanto às pastagens, a quantidade de animais por área é reduzida. Além disso, observa-se a prática do rodízio de pastos com frequência, evitando o excessivo pisoteio do solo pelos animais. Geralmente são pastagens onde pouco se nota a presença de solo exposto e de feições erosivas advindas do tipo de uso empregado. A correção do solo e o confinamento de animais no período de escassez de chuvas representam uma prática comum nessas áreas, evitando o esgotamento do solo e a completa supressão da cobertura vegetal.

6 CONCLUSÃO

A análise da paisagem da Sub-bacia do rio Pagão-Guararema, a partir da proposta de Ross (1994), alcançou resultados relevantes naquilo que concerne ao conhecimento das potencialidades e fragilidades dos elementos da paisagem. A aplicação da metodologia exigiu adequação para atender a realidade estudada, pois difere daquela realidade utilizada como base para a proposta original. Além de trabalhar com um relevo menos acidentado, diferentes tipos de solos, esse trabalho contemplou a presença de uma área de planície costeira, ambiente o qual a proposta de Ross não contemplava.

Enfatiza-se ainda que a Fragilidade Ambiental é uma metodologia que evidencia as transformações realizadas pelo ser humano na paisagem em um determinado momento. Sendo assim, o trabalho proposto por Ross foi realizado em um tempo histórico e um espaço que diferem da realidade observada neste trabalho. Portanto, urge a necessidade do pesquisador tomar como ponto de partida a contribuição dada pela base metodológica original e atualizá-la, naquilo que for necessário, ao espaço-tempo de seu trabalho.

Nesse sentido, conhecer os condicionantes geoambientais da paisagem da Sub-bacia do rio Pagão-Guararema foi imprescindível para a adaptação metodológica e a elaboração da análise integrada dos elementos que se apresentaram no recorte espacial analisado. A partir disso, foi possível identificar as fragilidades e potencialidades recorrentes no ambiente e seus agravantes.

O planejamento territorial é importante para a otimização das paisagens. Porém, sua elaboração necessita de estudo como o de Fragilidade Ambiental para ter-se clareza das possibilidades e correções que as práticas humanas necessitam.

A paisagem da Sub-bacia do rio Pagão-Guararema reúne elementos sociais e ambientais. As pessoas fazem uso dessa paisagem e necessitam dela para o desenvolvimento de suas atividades de sobrevivência. Essa é uma realidade que não pode ser ignorada, visto a importância que ela representa para seus atores sociais.

Assim, o estudo de Fragilidade Ambiental desenvolveu-se visando entender as formas como essa paisagem vem sendo apropriada e, a partir disso e conhecendo as possibilidades do ambiente natural, despertar a reflexão para formas de atuação que sejam compatíveis com o ambiente. A evolução dos elementos naturais dessa paisagem demonstra que ela apresenta considerável potencial de uso e ocupação, se o manejo das atividades for voltado para a exploração adequada do seu potencial. As maiores limitações de ocupação, se restringem as

áreas a partir da classe de Média Fragilidade Potencial, pois, necessita de uma maior atenção para as atividades desenvolvidas.

A situação da Fragilidade Emergente tendendo para níveis cada vez mais elevados é exatamente o resultado da omissão dos agentes locais à algumas das limitações ambientais. Se as atividades de uso e ocupação compactuassem com os potenciais e limitações dos elementos naturais da paisagem, o panorama atual da mesma teria como resultado uma realidade que difere da situação apresentada. Cabe aqui destacar que a paisagem da Sub-bacia do rio Pagão-Guararema, por suas características atuais de manejo das atividades humanas, encontra-se fragilizada.

No contexto da paisagem da sub-bacia é perceptível a necessidade de um olhar politizado de todos os agentes sociais, do âmbito rural ao urbano, entendendo que todos precisam ter compromisso socioambiental. As futuras gerações serão herdeiras do produto deixado pelas gerações atuais, bem como, herdarão destas seus conhecimentos e a maneira como elas transformam a paisagem.

O poder público, como agente de planejamento, regulador e detentor da responsabilidade pelo conhecimento acerca das paisagens, precisa colocar em prática sua soberania. Destacar seu compromisso social e ambiental, agindo em conformidade e atendimento as limitações e potencialidades das paisagens, intermediando a adequação das ações das pessoas e instituições privadas às exigências ambientais.

Nesse sentido, cabe aos atores sociais repensar as formas como vêm utilizado os recursos naturais da sub-bacia para não conduzir esse sistema ambiental para condições de desequilíbrios irreversíveis. Enquanto componentes deste sistema, os atores sociais serão acometidos das consequências resultantes das transformações que eles contribuirão como intervenções na paisagem.

Para finalizar, é importante destacar que este estudo levantou dados e informações pertinentes para o conhecimento da situação presente dessa paisagem. Ao mesmo tempo, a partir da realidade mostrada é possível desenvolver um olhar prognóstico para o futuro desse ambiente que está em constante transformação.

Com a devida atenção dada pelos atores sociais que constroem essa realidade, esses resultados podem contribuir no direcionamento, junto a outros trabalhos, de ações futuras com saldos mais positivos para a paisagem da sub-bacia do rio Pagão-Guararema.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Os domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ALMEIDA, Lutiane Queiroz. **Vulnerabilidade socioambiental de rios urbanos: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, região metropolitana de Fortaleza, Ceará**. 2010, 278f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista. Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro. Rio Claro, SP, 2010.
- ALZATE, Adriana Gomes. El paisaje como sistema visual y holístico: propuesta metodológica para la sostenibilidad de la calidad visual ambiental, experimentada en Manizales, ciudad andina colombiana. In: **Ateliê Geográfico**, Goiânia, n. 2, v. 2, p.1 – 17, agos/2008.
- ARAÚJO FILHO, José Coelho; LOPES, Osvaldo Ferreira; OLIVEIRA NETO, Manoel Batista de; NOGUEIRA, Lúcia Raquel Queiroz; BARRETO, Antônio Carlos. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da região dos Tabuleiros Costeiros e da Baixada Litorânea do estado de Sergipe**. Folhas de Estância (SC.24-Z-D-I) e Boquim (SC.24-Z-C-III). Escala 1:100.000. EMBRAPA, 1999.
- ARAÚJO, Hélio Mário de; BEZERRA, Givaldo Santos; SANTOS, Marcelo Alves dos; SOUZA, Acássia Cristina; SANTOS, Núbia Dias dos. Hidrografia e hidrogeologia: qualidade e disponibilidade de água para abastecimento humano na bacia costeira do rio Piauí. In: VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física e II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física. **Anais...** Universidade de Coimbra, Maio, 2010.
- BARBOSA, Liriane Gonçalves; GONÇALVES, Diogo Laércio. A paisagem em geografia: diferentes escolas e abordagens. In: **Élisée, Rev. Geo.** UFG, Anápolis, v. 3, n. 2, p. 92 – 110, 2014.
- BERNADINO, Diogo Bernadino Santos de; OLIVEIRA, Alisso Medeiros de; DINIZ, Marco Túlio Mendonça. Georges Bertrand e a análise integrada da paisagem. In: **Regne**, Caicó, v 4, n 2, p 63 – 80, 2018.
- BERTALANFFY, Ludwig von. **Teoria geral dos sistemas**. Tradução de Francisco M. Guimarães. Petrópolis, Vozes, 1973.
- BERTRAND, Georges. Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico. In: **R. RA 'E GA**, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004.
- _____. *Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique*. In: **R.G.P.S.O**, Toulouse, v. 39, p. 249-272, 1968.
- BRAIDO, Leandro Marcos Herreiro. **Geocomplexo: Interação de elementos naturais e sociais-Produção e expansão da cana-de-açúcar na bacia hidrográfica do rio Paranapanema - PR / SP**. 2015. 182 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, SP, 2015.
- BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. **Projeto RADAMBRASIL**. Folhas SC. 24/25 Aracaju/Recife: Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra/ escala 1: 1.000.000. Rio de Janeiro, 1983.

_____. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012.** Novo Código Florestal Brasileiro. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em: 18/02/2021.

_____. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997** - Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasil (DF), 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em 18/02/2021.

BRITTO, Monique Cristine de; FERREIRA, Cássia de Castro Martins. Paisagem e as diferentes abordagens geográficas. In: **Revista de Geografia**, PPGeo, v. 2, nº 1, p. 1-10, 2011.

CAILLEUX, André; TRICART, Jean. **Le problème de la classification des faits géomorphologiques.** In: **Annales de Géographie.** n. 3490, LXV, année, p. 162-185, 1956.

CAMARGO, Luís Henrique Ramos de. **A ruptura do meio ambiente:** conhecendo as mudanças ambientais do planeta através de uma nova percepção da ciência: a geografia da complexidade. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

CASTRO, Iná Elias de. Escala e pesquisa na geografia. Problema ou solução? In: **Espaço Aberto**, PPGG – UFRJ, v. 4, n.1, p. 87-100, 2014

CAVALCANTI, Lucas Costa de Souza. **Geossistemas no estado de Alagoas:** uma contribuição aos estudos de natureza em geografia. 2010.132f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Recife, 2010.

CAVALCANTI, Lucas Costa de Souza; CORRÊA, Antônio Carlos de Barros. Geossistemas e Geografia no Brasil. In: **Revista Brasileira de Geografia.** Rio de Janeiro, v. 61, n. 2, p. 3-33, jul./dez. 2016.

CECÍLIO, Roberto Avelino; REIS, Edvaldo Fialho. **Apostila didática: manejo de bacias hidrográficas.** Departamento de Engenharia Rural - Universidade Federal do Espírito Santo. Alegre, p. 1-10, 2006.

CEMESE. CENTRO DE METEOROLOGIA DE SERGIPE. **Dados Pluviométricos Históricos** (1913 a 2005), 2018.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Análise de Sistemas em Geografia.** São Paulo: HUCITEC, 1979.

_____. **Geomorfologia fluvial.** São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

_____. **Geomorfologia.** 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

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

COSTA, Fábio Rodrigues da; ROCHA, Márcio Mende. Geografia: conceitos e paradigmas-apontamentos preliminares. In: **Rev. GEOMAE**, Campo Mourão – PR, v.1, n.2, p.25 – 56, 2010.

CREPANI, Edison; MEDEIROS, José Simeão de; AZEVEDO, Luis Guimarães de; HERNANDEZ FILHO, Pedro; FLORENZANO, Teresa Gallotti; DUARTE, Valdete. **Curso de sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento ecológico econômico.** São José dos Campos: INPE, 1996.

CREPANI, Edison; MEDEIROS, José Simeão de; HERNANDEZ FILHO, Pedro; FLORENZANO, Teresa Gallotti; DUARTE, Valdete; BARBOSA, Cláudio Clemente Faria. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial.** São José dos Campos: INPE, 2001.

DINIZ, Marco Túlio Mendonça; OLIVEIRA, George Pereira de; MEDEIROS, Diogo Bernardino Santos de. Proposta de classificação das paisagens integradas. In: **REGNE**, Caicó, v. 01. n. 01, p. 50-65, jun/ 2015.

FERNANDES, Mariane de Oliveira. O histórico do pensamento geográfico e as contribuições de Humboldt e Ritter para a construção da geografia como ciência. In: XI Semana da Geografia e VI Encontro de Estudantes de Licenciatura em Geografia. **Anais...** Presidente Prudente, 2010.

FERREIRA, Vanderlei de Oliveira. A abordagem da paisagem no âmbito dos estudos ambientais integrados. In: **GeoTextos**, vol. 6, n. 2, dez., p. 187-208, 2010.

FRANÇA, Vera Lúcia Alves; CRUZ, Maria Tereza Souza. **Atlas Escolar Sergipe: espaço geo-histórico e cultural.** João Pessoa, PB: Editora Grafset, 2007.

GOIS, Djalma Villa. **Planejamento ambiental e o uso do geoprocessamento no ordenamento da bacia hidrográfica do Rio da Dona Bahia – Brasil.** 2010. 301f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2010.

GRISA, Kleitson Telmo; ROCHA, Anderson Sandro da; BADE, Maicol Rafael; CUNHA, José Edézio da. Mapeamento da fragilidade potencial: estudo de caso do alto curso da bacia hidrográfica do rio Cotegipe – PR. In: **GEOGRAFIA EM QUESTÃO (ONLINE)**, v. 08, p. 138-149, 2015.

GUERRA, Antônio Jorge Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. **Degradação ambiental. Geomorfologia e meio ambiente.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

GUERRA, Antônio José Teixeira; Antônio Soares da Silva; Rosângela Garrido Machado Botelho. **Erosão e Conservação do solo: conceitos, temas e conceituações.** 10 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

GUERRA, Antônio José Teixeira; JORGE, Maria do Carmo O. **Degradação dos Solos no Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

GUERRA, Antônio Teixeira; GUERRA, Antônio José Teixeira. **Novo dicionário geológico-geomorfológico.** 5ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Banco de Dados de Informações Ambientais - BDIA.** Geomorfologia. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geomorfologia>. Acesso em: 03/07/2021.

_____. **Carta topográfica de Buquim (Folha SC.24-Z-C-III).** Escala 1:100.000. SUDENE, 1973.

_____. **Carta topográfica de Estância (Folha SC.24-Z-D-I)**. Escala 1:100.000. SUDENE, 1974.

_____. **Censo Agropecuário – 2017**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?=&t=o-que-e>. Acesso em 05/05/2021.

ICMBIO. INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Reservas Particulares do Patrimônio Natural – RPPN**. Mata 01 E 02 (Marinheiro) E Mata 03 (Pedra Da Urça). Disponível em: <https://sistemas.icmbio.gov.br/simrppn/publico/detalhe/577/>. Acesso em 05/05/2021.

JACOMINE, Paulo Klinger Tito; MONTENEGRO, José Onaldo; RIBEIRO, Mateus Rosas; FORMIGA, Rheno Amaro. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Sergipe**. Recife, EMBRAPA, Centro de Pesquisas Pedológicas, 1975.

KAWAKUBO, Fernando Shinji; MORATO, Rúbia Gomes; CAMPOS, Kleber Cavaça; LUCHIARI, Ailton; ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Goiânia, Brasil, p. 2203-2210, 2005.

LEFEBVRE, Henri. **La production de l'espace**. Paris: Ed Anthropos, 1974.

LIMBERGER, Leila. Abordagem sistêmica e complexidade na Geografia. p.95-109. In: **Geografia**. Londrina, v.15, n.2, p. 95-109, 2006.

LOSSARDO, Luiz Fernando; LORANDI, Reinaldo. Caracterização das potencialidades e fragilidades ambientais do meio físico de parte do município de Santa Rita do Passa Quatro (SP). São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 29, n. 3, p. 389-399, 2010.

MACIEL, Ana Beatriz Câmara.; LIMA, Zuleide Maria Carvalho. O conceito de paisagem: diversidade de olhares. In: **Sociedade e Território**, Natal, v. 23, nº 2, p. 159-177, jul./dez., 2011.

MARTINS, Fabrina Bolzan; ROCHA, José Sales Mariano da; ROBAINA, Adroaldo Dias; KURT, Sílvia Margareti de Juli Moraes; KURTZ, Fabio Charão; GARCIA; Sandra Maria; SANTOS, Alessandro Herbert de Oliveira; DILL, Paulo Roberto Jaques; NOAL, Tatiana Nardon. Zoneamento ambiental da sub-bacia Hidrográfica do Arroio Cadena, Santa Maria (RS). In.: **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 315-322, jul./set. 2005.

MASSA, Eric Macedo; ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Aplicação de um modelo de fragilidade ambiental relevo-solo na Serra da Cantareira, bacia do Córrego do Bispo, São Paulo-SP. In.: **Revista do Departamento de Geografia – USP**, São Paulo, v. 24, p. 57-79, 2012.

MATOS, Daiana de Andrade. **Análise sistêmica da sub-bacia do Riacho do Ipiranga-Presidente Tancredo Neves-Bahia**. 2017. 128f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, 2017.

MEDEIROS, Rafael Brugnolli; JESUS, Cleiton Soares; ALVES, Lorrane Barbosa. Fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Córrego Formoso, Bonito/Mato Grosso do Sul. In: XIII Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia, **Anais...**, São Paulo, 2019.

MELO, Isabela Santos. **Dinâmica e fragilidade ambiental na paisagem da microbacia hidrográfica do rio Paripueira, Sergipe**. 2018. 141f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2018.

MELO, Lara Clímaco de; SANQUETTA, Carlos Roberto; HENTZ, Ângela Maria Klein; CORTE, Ana Paula Dalla. Análise da fragilidade ambiental potencial dos solos do Paraná. In: **Revista do Departamento de Geografia** – USP, Volume 28, p. 101-111, 2014.

MÍNGUEZ, Sergio Zubezu; ÁLVAREZ, Fernando Allende. El concepto de paisaje y sus elementos constituyentes: requisitos para la adecuada gestión del recurso y adaptación de los instrumentos legales en España. In: **Cuadernos de Geografía**, Bogotá, Colombia, v. 24, n 1, jun.del, p. 29-42, 2015.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Geossistema: a história de uma procura**. 2 ed. São Paulo: Contexto, 2001.

_____. **O estudo de geossistemas**. Instituto de Geografia. USP, São Paulo: Ed. Lunar, 1977.

NASCIMENTO, Flávio Rodrigues do; SAMPAIO, José Levi Furtado. Geografia física, geossistemas e estudos integrados da paisagem. In.: **Revista da casa de Geografia de Sobral**, Sobral, v. 6/7, n. 1, p. 167-179, 2004.

NEVES, Carlos Eduardo das; MACHADO, Gilnei. Metodologia geossistêmica e o uso da bacia hidrográfica enquanto táxon de análise. In: X Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia, **Anais...**, 2013.

NEVES, Carlos Eduardo das; MACHADO, Ginei; HIRATA, Carlos Alberto; STIPP, Nilza Aparecida Freres. A importância dos geossistemas na pesquisa geográfica: uma análise a partir da correlação com o ecossistema. In: **Soc & Nat**, Uberlândia v. 26, n 2, p. 271 – 285, mai/ago. 2014.

PASSOS, Messias Modesto dos. A conceituação da Paisagem. In: **Revista Formação**, Presidente Prudente, v.7, n.1, p.131-144, 2001.

_____. O modelo GTP (Geossistema – Território – Paisagem): como trabalhar? In: **Revista Equador**, UFPI, v. 5, n 1, Edição Especial 1, p. 1 – 179, 2016.

PENTEADO, Margarida Maria. **Fundamentos de geomorfologia**. 3.ed. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1983.

PEREIRA, Lauro Charlet; LOMBARDI NETO, Francisco. **Avaliação da aptidão agrícola das terras: proposta metodológica**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, p. 36, 2004.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. **A globalização da natureza e a natureza da globalização**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

RODRIGUES, Auro de Jesus; SILVA, José Adailton Barroso da; BARROSO, Rita de Cássia Amorim. O surgimento da ciência geográfica: Alexander Von Humboldt e Karl Ritter. In: VIII Colóquio Internacional de Educação e Contemporaneidade. **Anais...**, Aracaju, v.08, n. 01, p.2-9, set/, 2014.

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

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; SILVA, Edson Vicente da; CAVALCANTI, Agostinho Paula Brito. **Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: Editora UFC, 2004.

ROSS, Jurandy. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. In: **Revista do Departamento de Geografia** – USP, São Paulo, n.8, p.63-74, 1994.

_____. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficinas de Textos, 2006.

SALINAS, Eros. Los estudios del paisaje como fundamento de la planificación ambiental y territorial. In: RIBEIRO, Mara Alice; MORETTI, Edivaldo Cesar (Orgs.). **Olhares geográficos sobre a paisagem e natureza**. Tupã: ANAP, 2018.

SANTANA, Bruna Leidiane Pereira. **Avaliação morfodinâmica e fragilidade ambiental da paisagem no sistema hidrográfico do rio Arauá/SE**. 2019. 167f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2019.

SANTANA, Derli Prudente. **Manejo integrado de Bacias Hidrográficas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p. 63, 2003.

SANTANA, Leandro Barros de. **Fragilidade e vulnerabilidade socioambiental na região metropolitana de Aracaju/SE**. 2019. 256f. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2019.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos; JACOMINE, Paulo Klinger Tito; ANJOS, Lúcia Helena Cunha dos; OLIVEIRA, Virlei Álvaro de; LUMBRERAS, José Francisco; COELHO, Maurício Rizzato; ALMEIDA, Jaime Antonio de; ARAUJO FILHO, José Coelho de; OLIVEIRA, João Bertoldo de; CUNHA, Tony Jarbas Ferreira. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SANTOS, Jader de Oliveira. Relações entre fragilidade ambiental e vulnerabilidade social na susceptibilidade aos riscos. In: **Mercator**, Fortaleza, v. 14, n. 2, p. 75-90, mai./ago. 2015.

SANTOS, Jader de Oliveira; ROSS, Juarandy. Fragilidade Ambiental Urbana. In: **Revista da ANPEGE**. v. 8, n10, p.127-144, 2012.

SANTOS, Juliana Gonçalves; OLIVEIRA, Luiz Antônio de. Fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão São Bento da Ressaca, município de Frutal – MG. In.: **OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia**, Uberlândia, v.5, n.15, p. 02-23, dez. 2013.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço** – Técnica e tempo. Razão e emoção. São Paulo: Hucitec, 1996.

SANTOS, Reginaldo Alves dos; MARTINS, Adriano A. M.; NEVES, João Pedreira das; LEAL, Rômulo Alves. **Geologia e recursos minerais do estado de Sergipe: texto**

explicativo do mapa geológico do estado de Sergipe. Rio de Janeiro: CPRM; CODISE, 1998. Escala 1:250.000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB.

_____. **Mapa geológico de Sergipe.** Escala 1: 250.000. Sergipe: CPRM, 1997.

SEMARH/SE. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Sergipe. **Atlas Digital Sobre Recursos Hídricos de Sergipe,** 2016.

SERGIPE. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos.** Aracaju: SRH-SE, 2010.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Inventário Floresta Nacional:** Sergipe: principais resultados. Brasília, DF. MMA, p. 87, 2017.

SILVA, Luiz Carlos Souza. **Fragilidade hídrica e ecodinâmica na bacia hidrográfica do rio Sergipe: desafios à gestão das águas.** 2014. 270f. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2014.

SILVA, Vânia Regina Jorge da. Os conceitos geográficos e sua importância na formação do professor para uma didática escolar. In: **Revista Digital Simonsen.** Rio de Janeiro, n.4, Jun. 2016. Disponível em: www.simonsen.br/revistasimonsen. Acesso: 17 de outubro de 2020.

SILVA-JÚNIOR, João Jorge; NICACIO, Gilberto; RODRIGUES, Gilberto Gonçalves. A carcinicultura nos manguezais do nordeste brasileiro: problemáticas socioambientais nas comunidades tradicionais. In: **Revista Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais,** Recife, v 9, p. 70-84, 2020.

SILVEIRA, André Luís L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, Carlos E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação,** 2ª ed, UFRGS: ABRH, Porto Alegre, 2001.

SOARES FILHO, Britaldo Silveira. **Modelagem da dinâmica de paisagem de uma região de fronteira de colonização amazônica.** Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998. 299p

SOTCHAVA, Viktor Borisovich. **Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre.** São Paulo: IGEO/USP, 1978.

_____. **Algumas noções e termos da Geografia Física.** Relatórios do instituto de Geografia da Sibéria e do Extremo Oriente. 3. 1963. p.53.

SOUZA, Enio Resende de; FERNANDES, Maurício Roberto. **Sub-bacias hidrográficas unidades básicas para o planejamento e gestão sustentáveis das atividades rurais.** EMATER-MG, Belo Horizonte, 1996.

SPRINGER, Kalina. Considerações acerca da geografia de Alexander von Humboldt: Teoria, Filosofia e Concepção de Natureza. In: **R. RA'E GA,** Curitiba, n. 18, p. 7-22, 2009.

TEODORO, Valter Luiz Iost; TEIXEIRA, Denilson; COSTA, Daniel Jadyr Leite; FULLER, Beatriz Buda. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. In.: **REVISTA UNIARA,** Araraquara – SP, v.1, n.20, p. 136-156, 2007.

TOPODATA. BANCO DE DADOS GEOMÉTRICOS DO BRASIL. **Modelo Digital de Elevação, MDE**: faixas 11S_39 e 11S_375. Disponível em: <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>. Acesso em: 30/08/2019.

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

TROLL, Carl. A paisagem geográfica e sua investigação. Tradução de Gabrielle C. Braga. In.: **Espaço e cultura**, Rio de Janeiro, n. 4, p. 1-7, jun/ 1997.

VALE, Cláudia Câmara do. Teoria geral dos sistemas: histórico e correlações com a geografia e com o estudo da paisagem. In: **Entre-Lugar**, Dourados, v. 3, n. 6, p. 85 – 108, 2012.

VALENTE, Osvaldo Ferreira; GOMES, Marcos Antônio. **Conservação de nascentes**: produção de água em pequenas bacias hidrográficas. Viçosa- MG: Aprenda Fácil, 2011.

VALLE, Ivana Cola; FRANCELINO, Márcio Rocha; PINHEIRO, Helena Saraiva Koenow. Mapeamento da Fragilidade Ambiental na Bacia do Rio Aldeia Velha, RJ. In: **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, 23(2), p. 295-308, 2016.

VECHI, Anderson De; MAGALHÃES JÚNIOR, Carlos Alberto De Oliveira. Aspectos positivos e negativos da cultura do eucalipto e os efeitos ambientais do seu cultivo. In: **REVISTA VALORE**, v. 3, p. 495-507, 2018.

VERDUM, Roberto; VIEIRA, Lucimar; PINTO, Bruno; SILVA, Luiz Alberto da. **Paisagem**: leituras, significados, transformações. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2012.

APÊNDICE I

Que rio é esse?

Vá logo se preparando
Pra uma história cumprida,
Ela nasce em Umbaúba
E segue em sua descida.

Bem singelo no início
Quanto era importante?
Esse rio que ali nascia
Se mostrou tão relevante.

Meu amigo leitor veja,
Em mim pode acreditar
Esse rio recorta terras
E todas sabe banhar.

Pensou-se ser pequenino,
Mas se viu sua grandeza,
Sem falar sua importância
E também sua beleza.

Segue seu caminho nos vales
Trabalhando sem sossego.
Suas formas vão ficando
Nos recortes do relevo.

Servindo pra toda gente,
Ele é bom provedor.
Cada elemento que o compõe
Desponta com seu valor.

Integrante da paisagem
Funciona como um guia
A relação toda acontece
Nos limites da sub-bacia.

Físico, biótico e humano
Tudo bem relacionado.
Na paisagem desse rio
Dá gosto ser pesquisado.

Aqui vou me despedindo...
Só mais uma informação:
Faltou o nome do rio
E é preciso explicação.

Sendo isso que agora falta
Já resolvo esse dilema:
Dos nomes que ele recebe
Esse rio é o Pagão-Guararema.

Roniex da Silveira