

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

TESE DE DOUTORADO

**ANÁLISE GEOAMBIENTAL:
DISCUSSÃO SOBRE CONCEITOS E METODOLOGIAS APLICADAS**

MARIANA XAVIER DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: Dr. LUÍS EDUARDO DE SOUZA ROBAINA

PORTO ALEGRE, OUTUBRO 2018.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**ANÁLISE GEOAMBIENTAL:
DISCUSSÃO SOBRE CONCEITOS E METODOLOGIAS APLICADAS**

MARIANA XAVIER DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: Dr. LUÍS EDUARDO DE SOUZA ROBAINA

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Nelson Luis Sambaqui Gruber – Membro (UFRGS)

Prof. Dr. Roberto Verdum – Membro (UFRGS)

Prof. Dr. Michel Watanabe – Membro (UNIR)

Prof. Dr. Romário Trentin – Membro (UFSM)

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito para obtenção do título de Doutora em Geografia.

Linha de Pesquisa: Análise Ambiental

PORTO ALEGRE, OUTUBRO DE 2018.

CIP - Catalogação na Publicação

Xavier de Oliveira, Mariana
Análise Geoambiental: discussão sobre conceitos e metodologias aplicadas / Mariana Xavier de Oliveira.
-- 2018.
208 f.
Orientador: Luis Eduardo de Souza Robaina.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, BR-RS, 2018.

1. Análise Geoambiental. 2. Fragilidade Erosiva. 3. Potencialidade Ambiental. 4. Fragilidade Ambiental. 5. Geografia. I. de Souza Robaina, Luis Eduardo, orient. II. Título.

*Dedico este trabalho a três pessoas que
não estiveram do meu lado, fisicamente,
durante os quatro anos de trabalho nesta tese,
mas garanto que pensaram em mim
pelo menos uma vez por dia durante todo esse tempo.*

*Ao meu pai, **Valderon Teixeira de Oliveira** ♥,
que não entende direito o motivo de tanto estudo,
mas que se orgulha do rumo que dei à minha história;
minha mãe, **Marion Pinheiro Xavier** ♥,
que não sonhava em ter uma filha doutora e a;
minha irmã, **Silvia de Oliveira Sarzi Sartori** ♥,
por me amar dez anos mais.
Consegui.*

AGRADECIMENTOS

Encerrar um trabalho de pós-graduação, não é uma tarefa fácil nem para nós pesquisadores, nem mesmo para aqueles que convivem conosco. Desta forma, como um dos vários passos que devem ser dados e que indicam o findar de uma tese, preciso agradecer aqueles que não terão este título de Doutora, mas que de alguma forma, construíram ele comigo ao longo destes quatro anos.

Primeiramente e sem dúvida, a linda e majestosa *Universidade Federal do Rio Grande do Sul* – por encorajar meu sonho e permitir sua concretização, por ser maior que suas paredes e por transbordar conhecimento junto e através de seu corpo docente;

Em conseqüente a *Universidade Federal de Santa Maria*, que alicerçou minhas bases e permitiu que este caminho fosse mais tranquilo que imaginei;

Ao Professor *Luís Eduardo de Souza Robaina*, por caminhar este caminho ao meu lado, me ajudando a ultrapassar as trilhas mais íngremes e dando-me a mão durante as turbulências;

Ao *Grupo SM Micro Informática* que nunca de opôs a minha ausência para cumprir com obrigações pertinentes a este trabalho. Nenhum “muito obrigado” será suficiente para traduzir a consideração que tenho com esta empresa, nem o carinho que dedico ao seu proprietário e funcionários - “*são de lida parceiros e de sonhos irmãos*”;

Aos professores *Nelson Luís Sambaqui Gruber*, *Roberto Verdum* (UFRGS) e *Romário Trentin* (UFSM), por terem sido de uma gentileza imensa no exame de qualificação que toda e qualquer dúvida sobre prosseguir ou não com este trabalho foram suprimidas. Nunca saberei como agradecer o cuidado e consideração que tiveram comigo naquela fase de tanta dúvida;

Tanto carinho fez com que eu não tivesse dúvida sobre querer o olhar de vocês na versão final deste trabalho. Juntamente com o professor *Michel Watanabe*, obrigada, mais uma vez, por aceitarem compor esta banca;

Ao *Rodrigo de Ávila Dotto* por: “faz a seleção, se não der, tem ano que vem de novo!”, “agora que ingressou o pior já foi”, “para de reclamar, queria referência em português por acaso”, “deixa de ser pessimista, ainda tem três meses para qualificação”, “tu não devias estar estudando?”, “como está a tese?”, “vem estudar

aqui!", e outras milhares de "aspas" referentes a este trabalho. MUITÍSSIMO obrigada por estar na minha vida. Nunca imaginei encontrar um amigo tão leal e espero de todo o meu coração um dia poder retribuir pelo menos 1/3 de tudo que fizeste por mim. Nada que eu escreva aqui expressará o carinho que sinto por ti;

A família *Canabarro Drehmer*, que não imagina a consideração e o carinho que tenho. Contudo, gostaria que soubessem que todos os dias eu lembro que, foi graças à mão estendida de vocês, de tudo isso pode começar;

A família *Dotto* – todos que torceram por esse trabalho e acreditaram em mim, algumas vezes, mais do que eu mesma;

Ao professor *Romário Trentin*, também, pela ajuda com os mapas e o trabalho de campo;

As minhas melhores amigas *Ana Paula Konzen Riffel* e *Anicéli de Matos Lautenchleger* por ser exatamente quem são;

Aos incomparáveis *Kaciane Roberta Brambatti*, *Maiquel da Silva Peixoto* e a lindíssima, fofíssima e amadíssima *Helena Brambatti Peixoto* (na época na barriga) que tiveram uma paciência tamanha com o meu vai e volta Santa Maria/Porto Alegre. Por serem de uma alegria e força tremenda que apenas o prazer em vê-los fazia valer toda a viagem;

Ao *Luis Felipe Kaufmann da Silva*, que vibrou como cada nova versão desta tese, cada correção finalizada, com a impressão e a defesa deste trabalho;

Aos *amigos e familiares* que de alguma forma se fizeram presentes nesta caminhada, tão longa e por vezes sofrida, sintam-se imensamente agradecidos, com todo o meu coração.

♪ *Afinal de contas, o que nos trouxe até aqui: medo ou coragem?
Talvez nenhum dos dois.
Mesmo assim eu fui à luta, eu quis pagar pra ver...*

“Sei que o meu trabalho é **uma** gota no oceano,
mas sem ele, o oceano seria **menor**.”

Agnes Gonxha Bojaxhiu

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

ANÁLISE GEOAMBIENTAL: DISCUSSÃO SOBRE CONCEITOS E METODOLOGIAS APLICADAS

AUTORA: Ma. MARIANA XAVIER DE OLIVEIRA
ORIENTADOR: Dr. LUÍS EDUARDO DE SOUZA ROBAINA

Considera-se o profissional geógrafo como aquele apto a realizar pesquisas que envolvam discussões ligadas a dicotomia homem versus natureza (comum na Ciência Geográfica). A busca pelo entendimento destas relações é determinante para atender a demanda para pesquisas, como essa que se apresenta. Para isso, este trabalho tem como objetivo geral discutir os conceitos e parâmetros usados para produzir análises, mapeamentos e zoneamentos Geoambientais tendo como base bibliografias nacionais disponíveis e divulgadas academicamente. Especificamente objetiva-se: construir um banco de dados de estudos sobre mapeamentos e zoneamentos Geoambientais publicados; analisar os conceitos utilizados para a construção dos mapeamentos e zoneamentos Geoambientais; verificar os parâmetros utilizados nas bibliografias para efetuar os zoneamentos Geoambientais; examinar metodologias de zoneamentos Geoambientais; propor e testar uma metodologia geoambiental que sintetize as principais ideias das pesquisas analisadas. Para isso foi realizado um estudo documental com 82 análises e destas foram selecionadas quatro variáveis considerados significativas nos estudos geoambientais: geomorfologia (declividade), geologia, solos e uso da terra (vegetação associada a ação antrópica) e também uma escala. Desta forma, define-se como análise geoambiental as realizadas em escala de 1:50.000 que utilizam obrigatoriamente os parâmetros ambientais: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso e ocupação da terra para compor seus resultados e de suas relações geram dados de fragilidade e potencialidade ambiental. Validou-se a análise geoambiental através do mapeamento de fragilidade erosiva no município de São Francisco de Assis/RS, uma vez que a motivação para estudos que atendem a estas análises vêm da procura do entendimento das transformações ocorridas na paisagem ao longo do tempo, originada pelo processo histórico de uso e ocupação da terra. As áreas com mais baixa suscetibilidade, ocorrem na porção NW do município, e estão relacionadas as áreas onde a vegetação natural arbórea é mantida. A baixa suscetibilidade corresponde às áreas de solos rasos e argilosos, desenvolvidos em rochas vulcânicas ocupadas por campo com uso de pecuária. Já as áreas de muito baixa suscetibilidade estão na região NE e são mais importantes na porção NW. As áreas com média suscetibilidade ocorrem no extremo NE-E e a NW, onde os usos predominantes são de lavouras. No extremo SE do município sobre um substrato de arenitos com maior matriz argilosa e camadas coesas devido a cimentação ocorrem condições de *média a alta* suscetibilidade devido ao intenso uso agrícola. Associados ao substrato de arenitos os *solos muito suscetíveis*, compõem a porção Central do município, onde há presença de uso com silvicultura em estágio avançado de desenvolvimento além das porções com solo exposto, conhecidas na região como areais.

Palavras chave: Geoambiental; análise ambiental; fragilidade e potencialidade ambiental.

ABSTRACT

Doctoral Thesis

Post-Graduation Program of Geography

Federal University of Rio Grande do Sul

GEOENVIRONMENTAL ANALYZE: DISCUSSION ON APPLIED CONCEPTS AND METHODOLOGIES

AUTHOR: MSc. MARIANA XAVIER DE OLIVEIRA

ADVISOR: Dr. LUÍS EDUARDO DE SOUZA ROBAINA

It is considered the professional geographer as the apt one to carry out researches that involve discussions linked to the dichotomy man versus nature (common in Geographical Science). The search for the understanding of these relations is determinant to meet the demand for research, like the one that presents itself. For this, this work has as general objective to discuss the concepts and parameters used to produce Geoenvironmental analysis, mapping and zoning based on national bibliographies available and published academically. Specifically, it aims to: build a database of studies on published geoenvironmental mapping and zoning; analyze the concepts used for the construction of Geoenvironmental zoning and mapping; verify the parameters used in the bibliographies to carry out the Geoenvironmental zoning; to examine methodologies of Geoenvironmental zoning; propose and test a geoenvironmental methodology that synthesizes the main ideas of the analyzed researches. For this purpose, a documentary study was carried out with 82 analyzes and four variables considered significant in the geoenvironmental studies: geomorphology (slope), geology, soil and land use (vegetation associated with anthropic action) and a scale were selected. In this way, geoenvironmental analysis is defined as the 1: 50.000 scale that uses the environmental parameters: geology, geomorphology, soils, vegetation and land use and occupation to compose their results and their relationships generate data of fragility and environmental potential. The geoenvironmental analysis was validated by the mapping of erosive fragility in the city of São Francisco de Assis / RS, since the motivation for studies that attend these analyzes comes from the search for understanding the transformations that occurred in the landscape over time, originated by the historical process of land use and occupation. The areas with the lowest susceptibility occur in the NW portion of the municipality, and the areas where the natural tree vegetation is maintained are related. The low susceptibility corresponds to the areas of shallow and clay soils, developed in volcanic rocks occupied by field with use of livestock. The areas of very low susceptibility are in the NE region and are more important in the NW portion. The areas with medium susceptibility occur at the extreme NE-E and the NW, where the predominant uses are of crops. At the extreme SE of the municipality on a substrate of sandstone with greater clayey matrix and cohesive layers due to cementation, there are medium to high susceptibility conditions due to the intense agricultural use. Associated with the substrate of sandstones very susceptible soils, make up the central portion of the municipality, where there is presence of forestry use in an advanced stage of development besides the portions with exposed soil, known in the region as areas.

Keywords: Geoenvironmental; environmental analysis; fragility and environmental potential.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01. Integração sistêmica dos elementos na paisagem geográfica.....	26
Figura 02. Esquema de integração dos subsistemas ambientais.....	34
Figura 03. Diretrizes metodológicas para desenvolvimento do PZEE.....	40
Figura 04. Diversas aplicações possíveis realizadas com a utilização de SIG's.....	48
Figura 05. Profundidade da base rochosa pré-Quaternário abaixo da superfície. Ilustrado pelo método <i>stipe</i> , Zebera (1947).....	51
Figura 06. Fluxograma correspondente à metodologia para mapeamentos geotécnicos de Matula (1979).....	53
Figura 07. Fatores que controlam os níveis marinhos e continentais responsáveis pelas mudanças do nível relativo do mar durante o Quaternário.....	65
Figura 08. Mapa de Unidades Geoambientais das unidades de conservação de Sabiaguaba (Fortaleza-CE).....	82
Figura 09. Zoneamento Geoambiental para o Perímetro Urbano do Município de Santa Maria – RS.....	83
Figura 10. Zoneamento Geoambiental do município de Praia Grande (SP).....	83
Figura 11. Mapa de Sistemas Ambientais da dissertação de Joselito Teles Gonçalves Jr (2012).....	85
Figura 12. Carta Geoambiental da dissertação de Tatiana Pilachevsky (2013).....	88
Figura 13. Zoneamento Geoambiental no oeste do Rio Grande do Sul (2010).....	90
Figura 14. Carta de Unidades Geoambientais do Município de Praia Grande (SP).	91
Figura 15. Fluxograma com as etapas sintetizadas da metodologia de trabalho de Cabral (2014).....	107
Figura 16. Mapa Geoambiental do município de Sorriso/MT.....	108
Figura 17. Síntese das etapas da pesquisa de Côrrea (2013).....	109
Figura 18. Mapa geoambiental da bacia hidrográfica do Rio Itu (2007).....	111
Figura 19. Mapa das unidades Geoambientais da região compreendida pelas folhas topográficas São José dos Campos e Jacareí – SP (2013).....	113
Figura 20. Mapa de localização do município de São Francisco de Assis/RS.....	120
Figura 21. Mapa litológico do município de São Francisco de Assis/RS.....	128
Figura 22. Cota 115 metros-várzea do Rio Ibicuí em São Francisco de Assis/RS.	129
Figura 23. Cota 418 metros – pastagem na porção nordeste do município São Francisco de Assis/RS.....	130

Figura 24. Paisagem de colinas e morrotes na porção nordeste do município São Francisco de Assis/RS.....	130
Figura 25. Mapa de declividade o município de São Francisco de Assis/RS.....	131
Figura 26. Mapa de solos simplificado do município de São Francisco de Assis/RS.....	132
Figura 27. Paisagem campestre, constituída por vegetação rasteira, ocorrendo vegetação arbórea e arbustiva, nas matas de galeria e matas de encosta, típicas do município São Francisco de Assis/RS.....	134
Figura 28. Barba-de-bode (<i>Aristida flácida</i>), Capim-limão (<i>Elyonurus cadidus</i>) e Capim rabo-de-burro (<i>Schizachyrium microstchyum</i>).....	135
Figura 29. Guavirovas-do-campo (<i>Campomanesia aurea</i>), pitangas-do-campo (<i>Eugenia arenosa</i>) e, araçás-do-campo (<i>Psidium incanum</i>).....	135
Figura 30. Butiazeiro-anão (<i>Butia lallemantii</i>).....	135
Figura 31. Grama-forquilha (<i>Paspalum notatum</i>), Capim-caninha (<i>Andropogon lateralis</i>) e, Espinilho (<i>Vachelia caven</i>).....	136
Figura 32. Criúva (<i>Agarista eucalyptoides</i>).....	136
Figura 33. Mapa de uso da terra do município de São Francisco de Assis/RS.....	138
Figura 34. Campo nativo e criação de gado: vegetação e criação típica do município São Francisco de Assis/RS.....	139
Figura 35. a) Lavoura de trigo, cultivo de inverno; b) solo exposto, preparado para implantação da lavoura de verão do município São Francisco de Assis/RS.....	140
Figura 36. a) Floresta nativa no topo e vertente dos morros; b) mata ciliar nas margens do arroio Miracatú no município São Francisco de Assis/RS.....	140
Figura 37. a) Silvicultura no sudoeste no município de São Francisco de Assis/RS; b) corte raso das árvores de eucalipto expondo o solo no município São Francisco de Assis/RS.....	141
Figura 38. Areal localizado na Formação Guará-norte da área urbana municipal..	141
Figura 39. a) afluente do arroio Miracatú no município São Francisco de Assis/RS; b) açude na porção nordeste do município, provavelmente destinado a dessedentação animal.....	142
Figura 40. a) destaque da área urbana do município São Francisco de Assis/RS; b) hospital Santo Antônio, prestador de serviço do município.....	142
Figura 41. Fluxograma orientando os procedimentos para a produção do mapeamento de fragilidade erosiva no município de São Francisco de Assis/RS.	156

Figura 42. Mapa de Fragilidade Fisiográfica de São Francisco de Assis/RS.....	162
Figura 43. Mapa de Fragilidade Erosiva de São Francisco de Assis/RS.....	163
Figura 44. Mapa de Fragilidade Erosiva com a espacialização dos pontos do trabalho de campo no município de São Francisco de Assis/RS, realizado em 27/08/2018.....	165
Figura 45. Ponto de validação 03 - município de São Francisco de Assis/RS.....	165
Figura 46. Ponto de validação 04 - município de São Francisco de Assis/RS.....	166
Figura 47. Ponto de validação 05 - município de São Francisco de Assis/RS.....	167
Figura 48. Ponto de validação 06 - município de São Francisco de Assis/RS.....	168
Figura 49. Ponto de validação 08 - município de São Francisco de Assis/RS.....	168
Figura 50. Ponto de validação 09 - município de São Francisco de Assis/RS.....	169
Figura 51. a) as voçorocas no contato das plantações com o campo nativo; b) manchas de área em campo nativo.....	169
Figura 52. Ponto de validação 11 - município de São Francisco de Assis/RS.....	170
Figura 53. Ponto de validação 13 - município de São Francisco de Assis/RS.....	170
Figura 54. a) erosão linear na colina e campos de pecuária; b) uso de campo de pecuária e silvicultura.....	171
Figura 55. Ponto de validação 14 - município de São Francisco de Assis/RS.....	171
Figura 56. Colinas com manchas de areia.....	172
Figura 57. Ponto de validação 15 - município de São Francisco de Assis/RS.....	172
Figura 58. Ponto de validação 16 - município de São Francisco de Assis/RS.....	173
Figura 59. Voçoroca em degrau.....	173
Figura 60. Ponto de validação 17 - município de São Francisco de Assis/RS.....	174
Figura 61. Associação de encosta erodida com uso de silvicultura.....	174
Figura 62. Ponto de validação 18 - município de São Francisco de Assis/RS.....	175
Figura 63. Áreas de voçoroca associadas a antigas plantações de eucalipto.....	175
Figura 64. Ponto de validação 19 - município de São Francisco de Assis/RS.....	176
Figura 65. a) Áreas de solo exposto/areais; b) eucaliptos usados como barreira para a ação do vento.....	176
Figura 66. Ponto de validação 20 - município de São Francisco de Assis/RS.....	177
Figura 67. Ponto de validação 21 - município de São Francisco de Assis/RS.....	177
Figura 68. Proc. erosivo na borda do serro com início do cultivo de silvicultura.....	178
Figura 69. Ponto de validação 22 - município de São Francisco de Assis/RS.....	178
Figura 70. Processos erosivos lineares na colina e no cerro.....	179

LISTA DE QUADROS

Quadro 01. Procedimento metodológico para elaboração de ZEE.....	41
Quadro 02. Etapas da execução do estudo PMACI.....	61
Quadro 03. Tipos de cartas geotécnicas.....	63
Quadro 04. Artigos publicados em revistas acadêmicas brasileiras conceito Qualis Capes Geografia - A1 e A2 nos anos 2006 até 2014 que possuem no título a inferência a estudos de caráter geoambientais.....	65
Quadro 05. Representação das variáveis utilizadas em cada análise.....	77
Quadro 06. Critérios utilizados para a definição dos pesos das unidades da carta fisiográfica que compôs a análise multicriterial da dissertação de Tatiana Pilachevsky (2013).....	87
Quadro 07. Critérios utilizados para a definição dos pesos das unidades da carta de uso e cobertura da terra que compôs a análise multicriterial da dissertação de Tatiana Pilachevsky (2013).....	88
Quadro 08. Evolução dos ciclos da sociedade.....	95
Quadro 09. Pesos das unidades fisiográficas para elaboração do mapa de zonas ambientais.....	112
Quadro 10. Unidades Geoambientais de São Pedro do Sul/RS – quadro demonstrativo das potencialidades e fragilidades geoambientais do município.....	115
Quadro 11. Descrição das formações litológicas do município de São Francisco de Assis/RS.....	127
Quadro 12. Definição de classes das cartas clinográficas segundo Mario de Biasi (1992).....	147
Quadro 13. Relação entre declividades, morfologias, processos de erosão e atividades em diferentes intervalos de declividade.....	148
Quadro 14. Pesos e variáveis utilizados no mapeamento de fragilidade erosiva no município de São Francisco de Assis/RS.....	156

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01. Representação quantitativa das variáveis utilizadas em cada análise...	79
Gráfico 02. Representação quantitativa das escalas utilizadas nas análises.....	81
Gráfico 03. Planejamento e gestão ambiental, abordagem nas pesq. analisadas.	101
Gráfico 04. População total de São Francisco de Assis/RS: urbana e rural.....	122
Gráfico 05. Situação domiciliar de São Francisco de Assis/RS.....	122
Gráfico 06. Condição de atividade da população de São Francisco de Assis/RS..	123
Gráfico 07. PIB de São Francisco de Assis/RS em 2013.....	124
Gráfico 08. Rebanho de São Francisco de Assis/RS em 2014.....	124
Gráfico 09. Atividades agrícolas de São Francisco de Assis/RS em 2014.....	123

LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Distribuição das classes de litologia do município de São Francisco de Assis/RS.....	128
Tabela 02. Distribuição das classes de declividade do município de São Francisco de Assis/RS.....	131
Tabela 03. Distribuição das classes de solos do município de São Francisco de Assis/RS.....	132
Tabela 04. Proporção dos usos da terra do município de São Francisco de Assis/RS – 2018.....	139

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

AC – Acre

Art. - Artigo

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CE – Ceará

CEDERJ - Centro de Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro

CGTI - Coordenação Geral de Tecnologia da Informação e Informática

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

CCZEE - Comissão Coordenadora do Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil

cm – centímetro(s)

DRG/BA - Departamento Regional em Geociências / Bahia

DRG/GO - Departamento Regional em Geociências / Goiás

E - Leste

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ESTRI - Environmental Systems Research Institute

EUA - United States of America

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations

FUNAI – Fundação Nacional do Índio

IAEG - International Association for Engineering Geology and the Environment

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

GTEI - Grupo de Trabalho de Estudos Integrados

GXve - Gleissolo Háplico Ta Eutrófico

km - Quilômetro(s)

km² - Quilômetro(s) ao quadrado

LAGEOLAM/UFES – Laboratório de Geologia Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria

LANDSAT - Land Remote Sensing Satellite

LVd - Latossolo Vermelho Distrófico

m – metro(s)

MCE - Multi Criteria Evaluation
MDE – Modelo Digital de Elevação
MMA – Ministério do Meio Ambiente
MP – Medida Provisória
MS – Mato Grosso do Sul
MT – Mato Grosso
nº - número
N – Norte
NBR ISO – Norma Brasileira - International Organization for Standardization
NE – Nordeste
Nvef - Nitossolo Vermelho Eutrofico
NW – Noroeste
op cit - opus citatum
OWA - Ordered Weighted Average
PBACal - Argissolo Bruno-Acinzentado Alitico
PI – Plano de Informação
PIB – Produto Interno Bruto
PMACI - Projeto de proteção do meio ambiente e das comunidades indígenas
PPG7 - Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais
PVa - Argissolo Vermelho Aluminico
PVal - Argissolo Vermelho Alitico
PZZE – Programa de Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil
RADAM - Radar da Amazônia
RJ – Rio de Janeiro
RLdh - Neossolo Litólico Distro-Úmbrico
RLm - Neossolo Litólico Chernossólico
RO – Rondônia
RQo - Neossolo Quartzarênico Órtico
RS – Rio Grande do Sul
RYve - Neossolo Flúvico Ta Eutrófico
S/A – Sociedade Anônima
s/d – sem data
s/p – sem página
SAE – Secretaria de Assuntos Estratégicos

SE - Sudeste

SEBRAE/RS - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Rio Grande do Sul

SIG'S – Sistema de Informação Geográfica

SINIMA – Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente

SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente

SGA - Sistemas de Gestão Ambiental

SNUC - Sistema Nacional de Unidades Conservação

SP – São Paulo

SR – Sensoriamento Remoto

SRTM - Shuttle Radar Topography Mission

SUDAM - Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia

SUFRAMA - Superintendência da Zona Franca de Manaus

SXe - Planossolo Háplico Eutrófico

TM / Landsat - Thematic Mapper / Landsat

UCs – Unidades de Conservação

UFC – Universidade Federal do Ceará

UNESP – Universidade Estadual Paulista

UFMS – Universidade Federal de Santa Maria

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

USGR - United States Geological Survey

WLC - Weighted Linear Combination

ZEE - Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	21
2.	ESTUDOS AMBIENTAIS NO CONTEXTO GEOGRÁFICO.....	24
2.1	Abordagem sistêmica em estudos sobre o meio ambiente.....	24
2.1.1	Teoria Geral do Sistema: introdução e breve análise.....	27
2.1.2	Análise Geossistêmica e o emergir destes estudos na Geografia.....	30
2.2	Zoneamento ambiental.....	35
2.2.1.	Zoneamento Ambiental: histórico e amparo legal.....	35
2.2.2	Metodologia do Zoneamento Ecológico-Econômico.....	39
2.3	O uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) nos estudos de ambiente.....	44
2.4	Estudos e zoneamentos geoambientais	49
2.4.1	Estudos geoambientais atuais.....	61
3.	METODOLOGIAS UTILIZADAS EM ZONEAMENTOS GEOAMBIENTAIS. 68	
3.1	Método científico.....	68
3.2	Pesquisa bibliográfica.....	71
3.3	Procedimentos de análise.....	72
3.4	Avaliação por múltiplos critérios.....	73
3.5	Análise das variáveis incorporadas ao Zoneamento Geoambiental.....	76
4.	ANÁLISES E DISCUSSÕES DE PESQUISAS DE ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL.....	80
4.1	Escala de trabalho.....	80
4.2	Considerações sobre as variáveis utilizadas nas análises.....	84
4.3	Conceito de análise geoambiental.....	89
4.4	Considerações sobre gestão e planejamento ambiental.....	94
4.5	Análise Geoambiental: metodologia de aplicação.....	104
5.	ESTUDO DE CASO: ANÁLISE GEOAMBIENTAL PARA ESTABELECEER A SUSCETIBILIDADE A EROSÃO LINEAR NO MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DE ASSIS/RS.....	116
5.1	Caracterização da área de estudo.....	120
5.1.1	O município de São Francisco de Assis/RS: breve histórico e caracterização econômica e populacional.....	121

5.1.2	Descrições das variáveis físicas do município de São Francisco de Assis/RS.....	125
5.1.2.1	Geologia do município de São Francisco de Assis/RS.....	125
5.1.2.2	Geomorfologia do município de São Francisco de Assis/RS.....	129
5.1.2.3	Solos do município de São Francisco de Assis/RS.....	131
5.1.2.4	Vegetação e uso da terra no município de São Francisco de Assis/RS.....	133
5.2	Aplicação da metodologia Geoambiental automatizada no município de São Francisco de Assis/RS.....	143
5.2.1	Metodologia geoambiental automatizada aplicada para análise erosiva.....	143
5.2.1.1	Análise geológica.....	145
5.2.1.2	Análise geomorfológica.....	147
5.2.1.3	Análise de solos.....	149
5.2.1.4	Análise da cobertura vegetal e uso da terra.....	150
5.2.2	Procedimentos metodológicos para o mapeamento da fragilidade erosiva.....	154
5.2.3	Resultados da metodologia geoambiental automatizada de análise erosiva do município de São Francisco de Assis/RS.....	157
5.2.3.1	Fragilidade erosiva natural.....	162
5.2.3.2	Fragilidade erosiva em relação ao uso da terra.....	163
5.2.4	Considerações a respeito do estudo de caso.....	179
6.	CONCLUSÕES.....	181
	REFERÊNCIAS.....	185
	ANEXOS.....	205
	Anexo 01. Listagem dos trabalhos analisados.....	205
	Anexo 02. Arquivo digital.....	208

1. INTRODUÇÃO

A fragmentação da Ciência Geográfica em Geografia Física e Geografia Humana é uma constante até os dias atuais. Esta dicotomia emerge de uma grande reflexão sobre as relações entre Sociedade e Natureza que sempre foram presentes nas discussões ligadas a estes estudos. Orellana (1981, p.02) considera que, “para ultrapassar as discussões acerca da dualidade homem/ambiente, é preciso considerar ambiente como um conjunto de relações físicas, biológicas e sociais, incluindo as alterações humanas, e não apenas como sinônimo de Natureza”. Desta forma, é necessário observar as relações, homem/natureza, como um conjunto dependente, que se relacionam entre si, não como processos independentes segregados.

Muitas áreas de interesse de estudos geográficos são espaços de conflito entre o homem e a natureza. Estes conflitos dão-se em relação a uso e ocupação das terras, ou por questões que envolvam a busca do uso racional do meio ambiente natural, cuidados com este ou qualquer outro aspecto que envolva questões antrópicas atuando e modificando seu espaço vivência (SCHRAMM, 2013).

Considerando o profissional geógrafo como aquele apto a realizar pesquisas que envolvam discussões ligadas a esta dicotomia, a busca pelo entendimento destas relações é determinante para atender a demanda para este tipo de pesquisa. Desta forma, pesquisas que contemplem o uso indiscriminado de recursos ambientais por qualquer setor da sociedade, são de interesse direto da sociedade em geral. Assim, tratando de estudos integrados que envolvam sociedade e natureza, Soares (2005, p.48) afirma que

este avanço [das pesquisas] está diretamente relacionado com as técnicas e tecnologias disponíveis, que permitem efetuar interconexão e interação dos mais diversos elementos e processos da paisagem identificados e observados, possibilitando-os serem mensurados e especializados, tornando-os passíveis de uma intervenção direcionada ao planejamento ambiental.

Sendo a Geografia a ciência das relações espaciais, seus estudos englobam tanto os aspectos sociais como os naturais. Deve-se, portanto, pensar na organização do espaço como reflexo das intencionalidades humanas que conduzem os fenômenos sociais impressos nas paisagens.

Logo, para pensar no meio ambiente natural é necessário pensar também nas relações sociais que agem, bem como nas relações econômicas que a sociedade implantou. Uma vez que, são estas atividades que vão gerir e comandar toda e qualquer modificação estabelecida neste, que certamente terá a intenção de valorizar e viabilizar as atividades implantadas sobre este espaço.

Consequentemente, o estudo destes cenários permite resgatar concepções passadas e presentes de um determinado lugar para que assim, estudos que tenham viés ambiental possam comparar as variáveis naturais e sociais implantadas ao longo do tempo e do espaço. Além disso, o pesquisador precisa compreender como se dão os arranjos espaciais que agem no espaço de análise, uma vez que os estudos do meio ambiente natural, bem como modificado, requerem compreensão de vários campos do conhecimento, tanto das ciências naturais como das sociais.

Por conseguinte, os estudos do ambiente são comumente ligados a estudos sistêmicos, estes que buscam uma visão totalizadora envolvendo sociedade e natureza. Considera-se este tipo de investigação importante, uma vez que esta é a que melhor representa a relação dos componentes naturais e antrópicos como formadores da paisagem.

Na atualidade se vê as mudanças no meio ambiente natural como processos naturalmente, próprios do ser humano, contudo as respostas deste meio às mudanças são o que se aprecia neste estudo, onde as potencialidades do meio, bem como suas fragilidades passam a ser investigadas para que se obtenham respostas sobre o seu todo. Desta forma, este estudo busca avaliar como o zoneamento geoambiental fornece metodologias e subsídios para a organização espacial uma vez que, o espaço geográfico é fragmentado em sistemas e unidades homogêneas quanto as potencialidades e suscetibilidades de uso e ocupação.

Sendo o zoneamento uma unidade de ordenamento do território estabelecido em lei, propostas de pesquisa surgem com o intuito de adaptar suas metodologias a análises integradas, sendo este o caso dos estudos geoambientais. Estes que surgiram balizando análises geotécnicas e ambientais buscando assim, analisar o meio com o intuito de indicar áreas potenciais e susceptíveis a ação antrópica. A definição do termo geoambiental baseia-se na divisão de espaços em classes de terrenos hierarquizados a partir de características gerais, buscando assim a definição de Unidades Geoambientais.

Desta forma, fundamentado em autores e na legislação que discute as investigações de ordem ambiental, acredita-se que o estudo de conceitos e metodologias para o zoneamento geoambiental venha servir de subsídio para pesquisas que busquem desenvolver tais estudos, hoje muito comuns nas Geociências. Assim, a idealização desta proposta vem para suprir lagunas nos estudos geoambientais.

Para isso, este trabalho tem como objetivo geral analisar os conceitos e parâmetros usados para produzir análises, mapeamentos e zoneamentos geoambientais tendo como base bibliografias nacionais disponíveis e divulgadas academicamente. Assim, especificamente objetiva-se: construir um banco de dados de estudos sobre mapeamentos e zoneamentos Geoambientais publicados; analisar os conceitos utilizados para a construção dos mapeamentos e zoneamentos Geoambientais; verificar os parâmetros utilizados nas bibliografias para efetuar os zoneamentos Geoambientais; examinar metodologias de zoneamentos Geoambientais; propor e testar uma metodologia geoambiental que sintetize as principais ideias das pesquisas analisadas.

Hipoteticamente considera-se que as análises de trabalhos prévios auxiliarão na elaboração da proposta de uma metodologia de mapeamento geoambiental. Esta metodologia identificará áreas frágeis e suscetíveis ambientalmente através de uma proposta de análise de variáveis padrão que resultará em um mapa final que unifique os dados compreendidos nestas resultando em um mapa de fragilidade erosiva.

Tem-se como problemática a inexistência de conceitos e uma metodologia própria deste tipo de zoneamento, desta forma os pesquisadores escolhem os atributos naturais que são de interesse de sua pesquisa e utilizam o termo geoambiental para determiná-lo. Desta forma, acredita-se que este trabalho possa auxiliar outros estudos geográficos que tenham objetivos de zoneamento através da caracterização das potencialidades e fragilidades da paisagem apresentando as diferentes metodologias empregadas nas variadas escalas de trabalhos.

2. ESTUDOS AMBIENTAIS NO CONTEXTO GEOGRÁFICO

Este item apresenta uma revisão bibliográfica de estudos e zoneamentos ambientais desenvolvidos nas Geociências, mais especificamente na Geografia. Inicia-se com a discussão da análise integradora desenvolvida pela análise sistêmica na busca do entendimento entre os estudos ambientais e a necessidade do estudo do ambiente como um todo.

Por seguinte, este capítulo apresenta conceitos e bases legais de zoneamentos, buscando também o aparato histórico desta compartimentação do meio ambiente natural para estudos. Posteriormente, além de apresentar a importância dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) para estudos atuais do meio ambiente, é finalizado com apresentação de trabalhos que utilizam o zoneamento geoambiental para avaliar potencialidades ou fragilidades ambientais.

2.1 Abordagem sistêmica em estudos sobre o meio ambiente

O acirramento das relações sociais de produção capitalista modifica consideravelmente a dinâmica da natureza em um ritmo acelerado. Desta forma, há necessidade de estudos que expliquem como esses eventos, sociais e naturais, podem estar presentes em um mesmo espaço, uma vez que ambos parecem ser incompatíveis entre si.

A pressão social sobre o meio ambiente natural é um processo cada vez mais comum, uma vez que há constante modificação deste por usos do solo que atendam as necessidades antrópicas em um determinado espaço. Assim, a natureza passa a ser reduzida ou extinta causando problemas que afetam a qualidade e disponibilidade dos recursos genuínos, importantes para a manutenção da condição de vida de determinadas regiões (BRAZ, et all, 2015).

Cabe assim, a Ciência Geográfica, com suas nuances que permeiam as ciências sociais e naturais explicar como é possível que em um mesmo espaço haja condições de relações tão diferentes. Conseqüentemente, a relevância da análise sistêmica na pesquisa geográfica, leva em consideração a necessidade do

entendimento das relações e dinâmica entre a sociedade e a natureza (SOARES; AQUINO, 2012).

Nunes, et all (2006, p.125) afirma que

Chorley (1973) procurava examinar como a abordagem sistêmica em Geografia poderia ser um elo entre os aspectos humanos e os aspectos físicos e concluiu que a abordagem deveria incorporar as atividades humanas e a perspectiva que elaborasse a análise das ligações entre meio físico e humano.

Percebe-se que perspectivas que envolvem análises ambientais geralmente consideram estudos que abrangem elementos da natureza avaliados de formas individuais, como o clima, o solos, a geologia entre outros. Contudo, a análise sistêmica busca compreender estes estudos ambientais, abrangendo os recortes espaciais de atuação de seus elementos componentes e assim, estruturar em uma hierarquia sistêmica, as diferentes unidades que se inter-relacionam formando a paisagem ou outra unidade geográfica em estudo.

A respeito desta temática, Neves, et all (2014, p.272) afirma que

visando corrigir esta insustentabilidade, há a necessidade da implantação de bases teóricas, conceituais e metodológicas que entendam os sistemas ambientais de maneira complexa e integrada, apreendendo o conhecimento através de novos olhares para a realidade, em virtude das amarras da divisão em áreas de conhecimento e, na Geografia, a dicotomia entre o físico e o humano. [...] A análise sistêmica, portanto, nasce da ligação e inter-relação dos elementos e um objetivo comum, que é entender e explicar a totalidade.

Apesar de estudos que envolvam o ambiente englobarem um âmbito grande de variáveis, principalmente quando se trata de estudos de ordem ambiental, existe certa complexidade no sistema que engloba o todo de suas partes componentes. Uma vez organizada, a análise sistêmica estrutura-se para estabelecer uma hierarquia que atuará neste sistema, fundamentando todas as respostas expressas por esses componentes (BRAZ, et all, 2015). Não se afirma aqui que um componente é mais importante ou significativo que o outro, apenas que existe uma ordem na composição das variáveis que influem naturalmente uma sobre as outras.

Alves e Figueiró (2013, p.211) sistematizam os elementos da paisagem em uma figura (FIGURA 01) e os definem como

no primeiro nível de integração geocológica, observam-se os chamados componentes macroestruturais, que correspondem às morfoestruturas submetidas à ação climática. No segundo nível de integração geocológica observam-se o produto da interação mesoestrutural, que dispõe de componentes abióticos (o relevo e a água) e componentes bióticos (solos, vegetação e a sociedade). No modelo, o nível de dependência de uns elementos sobre os outros em termos de resultante paisagística, aumenta da esquerda para a direita, fazendo com que a maior parte dos níveis regulatórios e explicativos das estruturas locais estejam situados em escalas superiores, para além do imediatamente visível, o que acaba por definir a necessária multiescalaridade no processo interpretativo da paisagem.

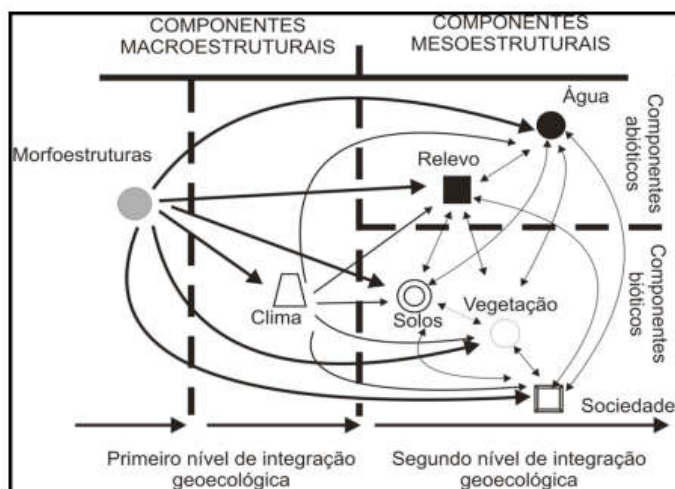


Figura 01. Integração sistêmica dos elementos na paisagem geográfica.
Fonte: ALVES, Daniel Bordin; FIGUEIRÓ, Adriano Severo (2013, p.211).

Nesta tese, buscou-se identificar as variáveis naturais mais relevantes nas investigações científicas publicadas, o que permitiu perceber quais os parâmetros os pesquisadores consideram necessários para o entendimento da análise e da metodologia sistêmica na procura por respostas sobre as temáticas: mapeamento, zoneamento ou análise geoambiental.

Considera-se que a análise sistêmica é a que melhor representa a relação dos componentes naturais e antrópicos como formadores da paisagem. Sua evolução parte da necessidade intrínseca do homem moderno de modificar o meio ambiente natural para de ele obter maior proveito sem, muitas vezes, considerar a importância deste na composição de determinada paisagem.

Na atualidade se vê as mudanças na paisagem como processos naturais, próprios do ser humano, contudo as respostas deste meio as mudanças são o que se aprecia neste estudo, onde as potencialidades, bem como suas fragilidades passam a ser investigadas para que se obtenham respostas sobre o seu todo.

Assim, considerando todos os componentes e como agem no meio ambiente natural em que são próprios, fica a cargo da geografia estabelecer uma metodologia que analise a melhor forma de considerar o espaço geográfico, seu objeto de estudo. Considera-se aqui que muitas investigações, que se valem das análises conjuntas entre meio ambiente natural e antrópico utilizam-se da Teoria Geral dos Sistemas, está que é muito comum em estudos geográficos por considerar o todo como indispensável à análise estudada, não apenas partes específicas que podem não condizer com a realidade da área.

2.1.1 Teoria Geral dos Sistemas: introdução e breve análise

A análise sistêmica foi preconizada por Ludwig Von Bertalanffy e por R. Defay por volta dos anos de 1930, suas aplicações permeavam as áreas da biologia e da termodinâmica. Estes autores são considerados pela literatura corrente como os “pais” da Teoria dos Sistemas, apesar de existirem, anteriormente a eles, os trabalhos de Bogdanov e Leduc, contudo, esses autores geralmente não são lembrados quando se trata desta temática (LIMBERGER, 2006)¹.

A teoria idealizava a criação de uma “hipótese” de caráter geral, de modo que esta pudesse ser aplicada a fenômenos bastante semelhantes aos que ocorrem em uma diversidade de campos específicos de conhecimento. Sendo assim acreditava que se diversas disciplinas envolvessem-se em um mesmo projeto, conseguiriam juntas identificar leis e princípios que poderiam ser aproveitados em vários sistemas, assim com ganhos mútuos, minimizariam esforços e gastos (FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS, s/d).

Limberger (2006, p.100), relaciona os motivos que Bertalanffy (1973) teve que o levou a formular a Teoria dos Sistemas

- a) necessidade de generalização dos conceitos científicos e modelos; b) introdução de novas categorias no pensamento e na pesquisa científicas; c) os problemas da complexidade organizada, que são agora notados na ciência, exigem novos instrumentos conceituais; d) pelo fato de não existirem instrumentos conceituais apropriados que sirvam para a

¹ Limberger (2006, p. 97) afirma que segundo Bertalanffy (1973), “mesmo não tendo sido empregado “cientificamente”, o termo sistema foi usado anteriormente por Leibniz, Nicolau de Cusa, Paracelso (com sua medicina mística), Vico e Ibn-Kaldun, Marx e Hegel falando em entidades ou “sistemas” culturais, dentre muitos outros”.

explicação e a previsão na biologia; e) introdução de novos modelos conceituais na ciência; f) interdisciplinaridade: daí resulta o isomorfismo dos modelos, dos princípios gerais e mesmo das leis especiais que aparecem em vários campos.

Bertalanffy (1950, p.23) inicia a redação, a respeito da Teoria Geral dos Sistemas, afirmando que

do ponto de vista físico, o estado característico da vida de um organismo é a de um sistema aberto. Um sistema está fechado, se nenhum material entra ou sai dele e; ele está aberto se houver importação e exportação e, portanto, mudança dos componentes. Os sistemas vivos são sistemas abertos, mantendo-se em troca de materiais com meio ambiente e na edificação contínua e quebra de seus componentes.

Por este ângulo, pode-se afirmar que as mudanças que ocorrem no meio ambiente natural que compõem o sistema, nada mais são que naturalmente comum a elas, uma vez que são sistemas de troca. Não se pode analisar assim, um ambiente vivo como um espaço estático, mas sim passível, vulnerável e propício de mudanças.

No texto da Fundação Getúlio Vargas (s/d, p.1) a definição de sistema e sua função, baseado no texto de Bertalanffy publicado em 1936, consistem em

sistema é uma entidade que tem a capacidade de manter um certo grau de organização em face de mudanças internas ou externas, composto de um conjunto de elementos, em interação, segundo determinadas leis, para atingir um objetivo específico. [...] A função básica de um sistema é de converter seus insumos (materiais, energia, trabalho, informações) - retirados de seu ambiente - em produtos (bens, serviços, informações) de natureza qualitativa diferente de seus insumos - para serem então devolvidos para seu ambiente.

Contudo, não é possível deliberar uma só definição de sistema e afirmar ela como verdade absoluta, assim diversos autores expressam suas interpretações a respeito deste tema. Limberger (2006, p.98) exemplifica esta passagem

Maturana (1972, apud MORIN, 1997, p.99) diz que é “todo conjunto definível de componentes”; Ackoff (1960, apud id.) define-o como “a unidade resultando das partes em interação mútua”. Bertalanffy (1973, p.62) define os sistemas como “um conjunto de elementos em interação”. Apesar de variarem as definições, normalmente encontram-se presentes as características principais de um sistema, como o caráter global, o aspecto relacional, a organização, a hierarquização. Neste sentido, uma definição muito interessante encontrada em Morin (1997, p.99) é a de Ferdinand de Saussure. Em 1931 ele diz que um “sistema é uma totalidade organizada,

feita de elementos solidários só podendo ser definidos uns em relação aos outros em função de seu lugar nesta totalidade” (grifo do autor), no qual se destaca o conceito de organização, articulando-o ao de totalidade e ao de inter-relação, bem como o de hierarquia².

Além disso, segundo Troppmair; Galina (2006, p.80) a análise sistêmica, para que se dê, possuem uma série de critérios comuns a todas as disciplinas que dela se utilizam

- a) O primeiro e mais geral afirma: “... é a visão de mudança das partes para o TODO... as propriedades essenciais ou sistêmicas são propriedades do TODO que nenhuma das partes possui. Elas surgem das relações da Organização”.
- b) Um segundo critério chave é: “A capacidade de deslocar a própria atenção de um lado para outro entre diferentes níveis sistêmicos... portanto, diferentes níveis sistêmicos representam níveis de diferentes complexidades”.
- c) O terceiro critério afirma: “as propriedades das partes não são propriedades intrínsecas, mas só podem ser entendidas dentro do contexto do TODO MAIOR... aquilo que denominamos parte é um padrão numa teia inseparável de relações”.

A interdisciplinaridade das pesquisas e a popularização dos resultados dessas entre os pesquisadores sempre foram a maior preocupação do autor. Desta forma a Teoria Geral dos Sistemas propunha entre outras coisas investigar a semelhança de conceitos, leis e modelos em vários campos do conhecimento e promover a transferência útil de um campo para outro, buscando assim que os pesquisadores trabalhassem em conjunto e dividissem seus resultados para agilizar a difusão dos resultados científicos.

Além disso, encorajava a criação de modelos teóricos eficientes em campos onde não existem. Como consequência destes esforços conseguiria reduzir ao mínimo a duplicação do empenho teórico em diferentes campos, promovendo a unidade da ciência mediante a melhoria da comunicação entre os especialistas (CEDERJ, s/d).

Para a Ciência Geográfica em particular, a abordagem sistêmica favoreceu o nascer da chamada “Nova Geografia”, lineando pesquisas e limitando setores de estudo. Segundo Limberger (2006, p.100) a Teoria Geral dos Sistemas na Nova Geografia “foi introduzida por Strahler, em 1950, onde o autor trabalhou com sistemas de drenagem, considerando-o como um sistema aberto.” Após Strahler, Culling (1957), Hack (1960), Chorley (1962), Howard (1965), Chorley e Kennedy

² Os autores estão devidamente citados nas referências deste trabalho.

(1971), também trabalharam neste viés, principalmente em trabalhos no campo da Geografia Física (LIMBERGER, 2006). Ainda segundo Limberger (2006, p.100), no campo da geografia humana e econômica “destacam-se os trabalhos de Berry em 1964, que se refere a “cidades como sistemas dentro de sistemas de cidades” e Hagget, em 1965”.

Visando o olhar de Bertalanffy sobre os sistemas, a geografia busca nas multitemáticas comuns de seus estudos compreender a paisagem e/ou qualquer meio ambiente natural ou antrópico que se dedique analisar. Neste sentido, busca-se, entender e organizar o estudo de caráter integrador, com o intuito de prever e propor como se devem operacionalizar os estudos geoambientais de abordagem sistêmica.

Esta tese buscou classificar e assim pontuar quais são as variáveis naturais que integradas permitem construir resultados de definam os estudos geoambientais, tendo como base de pesquisas e fonte de dados trabalhos já elaborados, publicados e assim, apreciados pela comunidade acadêmica. Pode-se assim, através desta busca, integrar estudos de várias áreas do conhecimento e assim, cumprir a proposta de Bertalanffy, agregar em um só trabalho conhecimento de análise de variáveis, considerados necessários e essenciais para trabalhos de ordem ambiental.

2.1.2 Análise Geossistêmica e o emergir destes estudos na Geografia

É de comum acordo que diversas áreas do conhecimento aplicam suas teorias em análises de cunho ambiental, seja para sua propor formas de preservação ou para reconhecer formas de usufruir de seus potenciais. Desta forma, muitos destes estudos consideram mais de um elemento natural, clima, solos, geologia entre outros, ao seu dispor e utiliza-se da análise sistêmica para integrar dados e obter resultados a cerca das pesquisas desenvolvidas.

Saraiva (2005, p.88) afirma que

na busca pela integração dos diversos elementos que compõem os sistemas naturais, surgiu no âmbito da Geografia o conceito de geossistema, originalmente em duas correntes distintas de pensamento. A

corrente russa, cujo autor principal pode ser considerado Sotchava, e a corrente francesa da qual Bertrand é a maior expressão.

O estudo dos geossistemas surgiu com a intensão de que pesquisas em Geografia Física pudessem ser amparadas na abordagem sistêmica. Por volta dos anos de 1960 Sotchava tentou elaborar a Teoria dos Geossistemas, utilizando-se das análises da paisagem desenvolvidas pela escola russa³ (RODRIGUEZ E SILVA, 2002). Assim, na busca da formulação de sua teoria, “interpretou essa herança sob uma visão da Teoria Geral de Sistemas. Isso significava que o conceito de Landschaft (paisagem natural) foi considerado como sinônimo da noção de geossistema.” (RODRIGUEZ E SILVA, 2002, p.96).

Para Sotchava 1977, apud Saraiva (2005, p.88)

no geossistema devem-se estudar não os componentes da natureza, mas as conexões entre eles. Não se deve restringir o estudo à morfologia da paisagem e suas subdivisões, mas projetar-se para a compreensão de sua dinâmica, sua estrutura funcional. É necessário encarar o estudo dos geossistemas como formações naturais, desenvolvendo-se de acordo com os níveis segundo os quais atuam. Todavia, os fatores econômicos e sociais influenciam sua estrutura e devem ser levados em consideração nos seus estudos. Modelos e gráficos de geossistemas refletem parâmetros econômicos e sociais, influenciando as conexões dentro do geossistema, sendo as paisagens antropogênicas estados variáveis de primitivos geossistemas naturais.

Para Sotchava a integridade funcional do geossistema é garantida pela divisão limitada de seus componentes e pelas unidades espaciais dependentes da organização geográfica (SARAIVA, 2005). O surgimento desta teoria está ligado ao momento evolutivo da geografia, principalmente a partir dos anos 1960, uma vez que a ciência está em plena transformação. Assim, Rodriguez e Silva (2002, p.97) afirmam que

nos anos 1960, reivindica-se uma análise dos sistemas ambientais e a interpretação das interações da Natureza com a Sociedade. Nesse momento, a Geografia era composta por dois ramos dicotômicos em conflito: a Geografia Física em duas vertentes, a que estudava os componentes naturais isolados e aquela que estudava as paisagens ou geossistemas como totalidades parciais e esquecia as interações com a

³ É necessário esclarecer que ao criar o tema e conceito sobre Geossistema, Sotchava o fez com base na interpretação geográfica de seu país a antiga União das Repúblicas Socialistas Soviéticas. Desta forma, seus estudos abrangiam centenas e/ou milhares de quilômetros quadrados (TROPMAIR, GALINA, 2006).

Sociedade Humana; e a Geografia Econômica e Humana, que esquecia a Natureza como base dos comportamentos sociais, ou a considerava só como recurso e fonte de progresso. A noção de paisagem foi, inclusive, considerada como diferente da noção de geossistema (por exemplo, a concepção de GTP, Geossistema-Território-Paisagem, de Bertrand). A Geografia tinha perdido seu instrumental teórico e metodológico para enfrentar a questão ambiental, que deveria ser baseada em uma análise holística, dialética e articulada, dos diferentes níveis das interações Natureza-Sociedade e da formação dos sistemas ambientais.

RODRIGUES (2001) afirma que nos anos 1960/70 a geografia física francesa perde espaço acadêmico retardando seu desenvolvimento epistemológico, contudo outras ciências que também tinham o viés ambiental avançaram e tomaram para si discussões cabíveis a geografia, principalmente as que se tratavam da abordagem ambiental. Anteriormente a isso, na Segunda Guerra Mundial, técnicas de observação, análise e mensuração de dados necessitavam de agilidade, principalmente, quando se tratava de análises físicas e biológicas dos terrenos, contudo a geografia não acompanhava a agilidade dos processos, pois ainda não conseguia dividir seus estudos em campos específicos e acabava por fim, ficando excluída desses processos históricos. Nesta época a interdisciplinaridade ainda não era comum a esta ciência.

Em função dos problemas inerentes a Ciência Geográfica neste momento, na busca por um método ou metodologia que abrangesse também as questões relacionadas à sociedade, Sotchava 1977 (apud Limberger, 2006, p.102) dispôs de questões que deveriam ser cumpridas pelos geógrafos da época, como

modelização de geossistemas; elaborar uma teoria especial de geossistemas; propor métodos para a avaliação quantitativa de geossistemas; analisar as conexões espaciais; pesquisar a condição espacial-temporal dos geossistemas; estudar a influência dos fatores socioeconômicos nos geossistemas; examinar projetos para a utilização-conservação do ambiente geográfico; seleção, processamento e sistematização de informações sobre a paisagem natural para a educação e a pesquisa.

A partir dos anos 1980, a Geografia Física que considerava os estudos paisagísticos dividiu-se e passou a ser denominadas Ecogeografia ou Geoecologia. A Ecogeografia foi desenvolvida por Tricart, considerava essa linha de pensamento como sistemas ambientais por excelência, privilegiando-se uma análise parcial. Já a Geoecologia das Paisagens buscava não de estudar apenas as propriedades dos

geossistemas no estado natural, mas as interações, com os sistemas sociais e culturais (RODRIGUEZ E SILVA, 2002).

A unidade de estudo dos geossistemas, considera “a estrutura, as inter-relações e a dinâmica que ocorrem em determinada área formando um Geossistema, dão [assim] a feição, a fisionomia daquele espaço, que é a própria paisagem vista como sistema, como unidade real e integrada” (Troppmair; Galina, 2006, p. 82).

Consequentemente Soares; Aquino (2012, p.243) definem que o objetivo atual dos estudos geográficos sobre geossistemas está em

fornecer subsídios para a elaboração da prognose da paisagem, sendo que esta prognose é embasada nas características atuais do geossistema que forma a paisagem, e na antrópica que será desenvolvida no mesmo, sendo que a partir dessa ação é elaborado um estudo projetivo, de como sob esta ação antrópica sobre esses geossistema irá se desenvolver.

Na época, para Sotchava, o estudo dos geossistemas era a “salvação” da Geografia, visto como o objetivo da Geografia Física. Este estudo era visto como revolucionário, introduzindo as pesquisas geográficas ao cotidiano da sociedade, tendo destaque na solução dos problemas cotidianos. Desta forma, com esta participação mais ativa e cotidiana colocaria os profissionais em destaque além de impulsionar os estudos geográficos (LIMBERGER, 2006).

Saraiva (2005, p.88) afirma que “o geossistema é para Bertrand (s/d) uma conceitualização da epiderme terrestre, onde se encontram, se misturam e interferem a litomassa, a aeromassa, a hidromassa e a biomassa”. Para o autor o geossistema satisfaz a dados ecológicos, resultantes da combinação de seus fatores: “de um lado o potencial ecológico, representado pelos aspectos geomorfológicos, climáticos e hidrológicos, e de outro, a exploração biológica, compreendida como o conjunto do solo, da vegetação e da fauna” (Saraiva, 2005, p.88) (FIGURA 02).

A dinâmica do meio ambiente natural faz com que o geossistema não apresente necessariamente, uma grande semelhança fisionômica, evidenciando possibilitando assim que haja um mosaico de paisagens quando se trata de sua evolução. Saraiva (2005, p.88) afirma que “o geossistema estará em estado de clímax quando houver um equilíbrio entre o potencial ecológico e a exploração biológica”. Contudo, por ser dinâmico, esse estado de equilíbrio é extremamente

raro, além disso, a ação antrópica também age no geossistema provocando alterações (SARAIVA 2005).

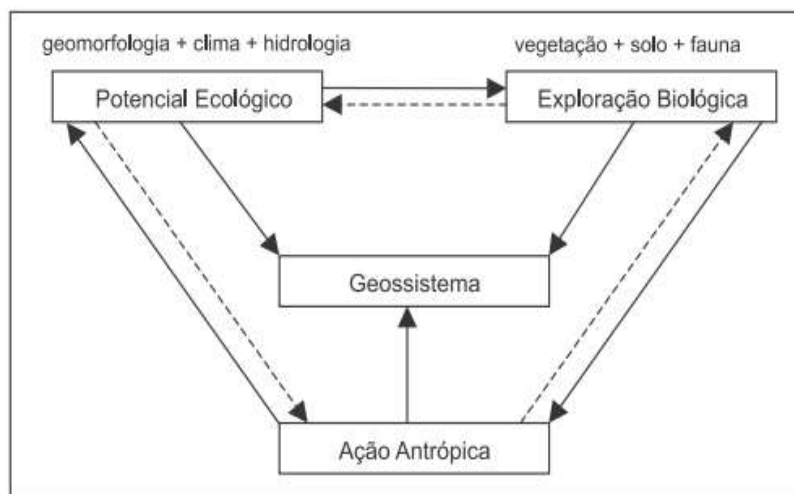


Figura 02. Esquema de integração dos subsistemas ambientais.
Fonte: Bertrand (1971, p. 13 apud Saraiva 2005, p.88).

A popularização dos estudos de cunho ambiental dentro da Ciência Geográfica, e que possuem como suporte teórico a Teoria Geral dos Sistemas e conseqüentemente nos geossistemas vem aumentando principalmente nas últimas décadas. Segundo Soares; Aquino (2012, p.239) “a aplicação e reconhecimento dessa abordagem metodológica na identificação e evolução de unidades ambientais que compõem a paisagem, onde as relações bióticas e abióticas são complexas é fundamental no cerne da Geografia”.

Desta forma, visando os estudos que envolvam geossistemas e quem são os profissionais envolvidos em sua interpretação e análise Sotchava (1977, p.49) apud Soares; Aquino (2012, p.243) afirma que

o estudo de geossistema indica a necessidade da participação dos geógrafos especializados em Geografia física na elaboração de projetos, mesmo nos casos em que seria suficiente uma consulta prévia a um especialista em um determinado setor. Sendo que a participação dos geógrafos nas pesquisas, inspeções e experimentos ligados a conservação do ambiente, assume um especial significado na importante tarefa da geografia aplicada.

Os trabalhos elaborados por Sotchava (1977 e 1978) revelam um intrínseco interesse de fornecer medidas reguladoras das ações modeladoras da paisagem, visando, assim, minimizar os impactos causados pelas mesmas, além de frisar que

nesse processo se faz necessário à presença do geógrafo, pois, sem o mesmo, a visão do todo seria comprometida. Soares; Aquino (2012, p.243).

O fato de esta abordagem trabalhar quase que exclusivamente com sistemas dinâmicos abertos e hierarquicamente organizados permite que a Geografia Física tenha ao seu dispor um vasto campo de conhecimento a ser explorado. Assim, a geografia permite que as disciplinas intrínsecas ao seu cerne usufruam desta teoria e a façam suas pesquisas disponíveis aos mais variados ramos do conhecimento, atendendo assim o proposto por Bertalanffy no início dos seus estudos.

2.2 Zoneamento ambiental

O zoneamento ambiental surge para o ordenamento do uso racional dos recursos, garantindo a proteção da biodiversidade, dos processos naturais e dos serviços ambientais ecossistêmicos (IBAMA, s/d). Além disso, é um instrumento de gestão do uso do solo e organização ambiental que consiste na identificação de zonas ambientais e atribuição de usos e atividades compatíveis segundo as características potencias e restritivas, buscando assim, o uso sustentável dos recursos naturais e o equilíbrio dos ecossistemas existentes.

O avanço da fronteira agrícola, a intensificação dos processos de urbanização e industrialização associados à escassez de recursos financeiros e de pessoas por parte dos órgãos governamentais, em relação à políticas que atendem a necessidade do meio ambiente, faz com que esses instrumentos de proteção sejam cada vez mais necessários. Contudo, infelizmente não são todas as áreas que necessitam de cuidados ambientais que conseguem ser protegidas, desta forma é recomendável e necessário à utilização de critérios técnico-científicos claros para a priorização de áreas de estudo (IBAMA, s/d).

2.2.1. Zoneamento Ambiental: histórico e amparo legal

Com a intenção de preservar e melhorar a qualidade do meio ambiente, a lei nº 6.830/1981 “estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, constituí o Sistema Nacional do Meio

Ambiente (Sisnama) e institui o Cadastro de Defesa Ambiental”. Esta política tem por objetivos

Art. 2º. A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios:

I - ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;

II - racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;

III - planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;

IV - proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;

V - controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;

VI - incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;

VII - acompanhamento do estado da qualidade ambiental;

VIII - recuperação de áreas degradadas;

IX - proteção de áreas ameaçadas de degradação;

X - educação ambiental a todos os níveis do ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente. (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA/CASA CIVIL, 1981).

Em consequente, os instrumentos desta política dispõem a forma que os objetivos propostos poderão ser cumpridos. Assim estabelece-se que

Art. 9º - São Instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente:

I - o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;

II - o zoneamento ambiental;⁴

III - a avaliação de impactos ambientais;

IV - o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;

V - os incentivos à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental;

VI - a criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo Poder Público federal, estadual e municipal, tais como áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico e reservas extrativistas;

VII - o sistema nacional de informações sobre o meio ambiente;

VIII - o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental;

IX - as penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental.

X - a instituição do Relatório de Qualidade do Meio Ambiente, a ser divulgado anualmente pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA;

⁴ Em 10 de julho de 2002, o decreto nº 4.297, dispõem “O Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, como instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente”, substituindo o Zoneamento Ambiental (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA/CASA CIVIL, 2002).

- XI - a garantia da prestação de informações relativas ao Meio Ambiente, obrigando-se o Poder Público a produzi-las, quando inexistentes.
- XII - o Cadastro Técnico Federal de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras dos recursos ambientais.
- XIII - instrumentos econômicos, como concessão florestal, servidão ambiental, seguro ambiental e outros (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA/CASA CIVIL, 1981).

Os instrumentos já dispõem das medidas de zoneamento para proteção de áreas de interesse ambiental, visando sua proteção. O Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente (Sinima)⁵ vem para vincular as informações geradas e assim divulgar o que vem sendo pesquisado.

Em 12 de abril de 1990, o presidente Fernando Collor de Melo sanciona a Lei nº 8.028/1990, que cria a Secretaria de Assuntos Estratégicos, como órgão de assistência direta e imediata ao presidente da república criando diversas secretarias, como: Secretaria da Cultura; Secretaria da Ciência e Tecnologia; Secretaria do Meio Ambiente; Secretaria do Desenvolvimento Regional; Secretaria dos Desportos; Secretaria da Administração Federal e; Secretaria de Assuntos Estratégicos. Sobre a Secretaria do Meio Ambiente acerta-se que

- Art. 12. A Secretaria do Meio Ambiente, com a finalidade de planejar, coordenar, supervisionar e controlar as atividades relativas à Política Nacional do Meio Ambiente e à preservação, conservação e uso racional dos recursos naturais renováveis, tem a seguinte estrutura básica:
- I - Conselho Nacional do Meio Ambiente;
 - II - Departamento de Planejamento e Coordenação da Política Ambiental;
 - III - Departamento Técnico-Científico e de Cooperação;
 - IV - Comitê do Fundo Nacional do Meio Ambiente (JUSBRASIL, 1990)

⁵ O Sinima é o instrumento responsável pela gestão da informação no âmbito do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), de acordo com a lógica da gestão ambiental compartilhada entre as três esferas de governo, tendo como forma de atuação três eixos estruturantes: Eixo um - Desenvolvimento de ferramentas de acesso à informação; Eixo dois - Integração de bancos de dados e sistemas de informação. Esses dois eixos são interligados e tratam de ferramentas de geoprocessamento, em consonância com diretrizes estabelecidas pelo Governo Eletrônico - E-gov, que permitem a composição de mapas interativos com informações provenientes de diferentes temáticas e sistemas de informação. São desenvolvidos com o apoio da Coordenação Geral de Tecnologia da Informação e Informática - CGTI do MMA; Eixo três - Fortalecimento do processo de produção, sistematização e análise de estatísticas e indicadores relacionados com as atribuições do MMA. Este é o eixo estratégico do SINIMA cuja função precípua é fortalecer o processo de produção, sistematização e análise de estatísticas e indicadores ambientais; recomendar e definir a sistematização de um conjunto básico de indicadores e estabelecer uma agenda com instituições que produzem informação ambiental; propiciar avaliações integradas sobre o meio ambiente e a sociedade (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2016).

A partir da criação da Secretaria do Meio Ambiente, um grupo de trabalho foi criado pelo Presidente da República com a missão de conhecer e analisar os trabalhos de zoneamentos ecológicos e ambientais existentes, propondo que no prazo de 90 dias, fossem tomadas medidas para a execução de um zoneamento criterioso e amplo, segundo o Ministério do Meio Ambiente (s/d), na Amazônia Legal⁶. Projetos iniciados por outros órgãos federais realizaram experiências isoladas, sendo alguns deles, segundo o Ministério do Meio Ambiente (s/d)

o Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro, que desde o início da década de 1980 desenvolvia propostas de zoneamento na área costeira, estabeleceu uma metodologia de zoneamento, posteriormente revisada, adaptada e consolidada. Entre 1994⁷ e 1996, foi elaborado um Macrodiagnóstico da Zona Costeira na Escala da União, cuja revisão foi concluída em 2008, dando origem ao Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil. [...] Em parceria com a Secretaria de Coordenação da Amazônia do Ministério do Meio Ambiente, foram solicitadas, por meio de convite, propostas de metodologia de zoneamento a diversos especialistas. Foi eleita a proposta do Laboratório de Gestão Territorial da Universidade Federal do Rio de Janeiro, posta em debate e publicada em 1997, no documento “Detalhamento da Metodologia para Execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos Estados da Amazônia Legal”.

Uma mudança ministerial, do segundo governo de Fernando Henrique Cardoso, promoveu alteração na prática do ZEE. Extinguiu-se a Secretaria de Assuntos Estratégicos, por meio da medida provisória nº 1.795/1999, ficando assim, a cargo do Ministério do Meio Ambiente, a responsabilidade pelo ZEE⁸. Essa atribuição foi confirmada posteriormente, no Governo Lula, pela lei federal nº 10.683/2003, que afirma que são competências do Ministério do Meio Ambiente.

XV - Ministério do Meio Ambiente:

a) política nacional do meio ambiente e dos recursos hídricos;

⁶ Dentre as conclusões do Grupo de Trabalho, foram recomendados trabalhos como o diagnóstico ambiental da Amazônia Legal, o ZEE de áreas prioritárias e os estudos de casos em áreas críticas e de relevante significado ecológico, social e econômico. O Grupo de Trabalho também recomendou a criação de uma Comissão Coordenadora com o objetivo de orientar a execução do ZEE no território nacional - CCZEE, criada pelo decreto federal nº 99.540/1990, tendo a secretaria de assuntos estratégicos – SAE, como braço executivo na coordenação (MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE, s/d).

⁷ Ainda em 1995, a SAE atentou para a necessidade de definir mais claramente os procedimentos para elaboração do ZEE. Essa necessidade foi despertada pelos zoneamentos já em processo de execução na Amazônia Legal e, principalmente, para orientar mais efetivamente as ações de zoneamento apoiadas pelo Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais (PPG7) (MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE, s/d).

⁸ Anteriormente do Ministério da Integração Nacional.

- b) política de preservação, conservação e utilização sustentável de ecossistemas, e biodiversidade e florestas;
- c) proposição de estratégias, mecanismos e instrumentos econômicos e sociais para a melhoria da qualidade ambiental e do uso sustentável dos recursos naturais;
- d) políticas para integração do meio ambiente e produção;
- e) políticas e programas ambientais para a Amazônia Legal;
- f) zoneamento ecológico-econômico** (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA/CASA CIVIL)

No ciclo de 2000/2003 o ZEE passou a integrar o Plano Plurianual, este que “estabelece, de forma regionalizada, as diretrizes, objetivos e metas da administração pública federal para as despesas de capital e outras delas decorrentes e para as relativas aos programas de duração continuada” (Câmara dos Deputados, s/d), sobre denominação de “Programa ZEE” (PZEE). Para o Ministério do Meio Ambiente (s/d), o PZEE.

é um instrumento de gestão territorial e ambiental. Inicialmente planejado para a Amazônia Legal, devido à visibilidade da floresta nos organismos internacionais, à pressão de entidades ligadas ao meio ambiente e às formas inadequadas de uso dos recursos naturais, o ZEE tornou-se, posteriormente, um Programa do Plano Plurianual – PPA – para todo o país.

Com base na da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano, promovida em Estocolmo em 1972, o ZEE surge com a intenção de associar aspectos humanos e naturais, visando um desenvolvimento que também promovesse a proteção do meio ambiente. No Brasil, diversas entidades, ligadas a sociedade civil, surgiram com a intensão de preservação do meio ambiente, contudo sempre houve um atrito envolvendo proteção ambiental e de desenvolvimento econômico (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, s/d).

Desta forma, percebe-se que desde a década de 1980, estudos voltados a setorização do ambiente para estudos são amparados por lei, visando a proteção espaço natural, bem como a manutenção de suas características próprias. Assim, entendendo a importância de trabalhos deste viés para estudos da natureza, entende-se que a sugestão de uma metodologia de zoneamento, seria de grande importância para estudos acadêmicos, principalmente no que diz respeito a questões metodológicas.

2.2.2. Metodologia do Zoneamento Ecológico-Econômico

O ZEE parte de uma abordagem ampla na detecção e proposição de soluções aos problemas ambientais. Na análise sistêmica, são aplicados métodos na procura de solução dos problemas complexos, baseados no exame dos sistemas em análise. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (s/d)

orientação e Difusão Técnico-Científica e Metodológica O PZEE deve ter uma preocupação constante com a preparação dos diversos agentes envolvidos no processo a fim de proporcionar a eles uma compreensão do ZEE como instrumento de planejamento (FIGURA 03). Sob esse aspecto, as dimensões técnicas e políticas precisam ser esclarecidas, bem como disseminadas pela estrutura do Programa.



Figura 03. Diretrizes metodológicas para desenvolvimento do PZEE.
Fonte: Ministério do Meio Ambiente, (s/d).

As diretrizes elaboradas pelo Ministério do Meio Ambiente demonstram como deve se dar o ZEE, buscando deixar mais claro a metodologia empregada nestes estudos. Desta forma, o ZEE apesar de ser coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente possui ações descentralizadas por diversos órgãos federais e estaduais, “por sua natureza múltipla, demanda a integração intersetorial das instituições governamentais e respectivas políticas públicas, orientando suas diretrizes estratégicas para os sistemas de planejamento, as parcerias, o debate público e o controle pela sociedade” (Ministério do Meio Ambiente, 2006).

No Brasil, o trabalho desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), pautado em interpretação de imagens de satélites, identificou unidades de paisagem natural, avaliadas em sua vulnerabilidade segundo os conceitos ecodinâmicos de Tricart. Desta forma a metodologia difundida para o ZEE

foi aplicada nos primeiros trabalhos desenvolvidos na Amazônia e assim difundidos (BECKER, EGLER, 1996). Desta forma, segundo Becker, Egler (1996, p.29)

nesta direção, a equipe do Laboratório de Gestão do Território considerou os procedimentos metodológicos do INPE como ponto de referência para aprofundar a avaliação das unidades de paisagem natural, bem como elemento fundamental para compor a carta-síntese de propostas de zoneamento para os estados da Amazônia Legal. Respeitando a integridade dos procedimentos para a avaliação da vulnerabilidade da paisagem natural, considerou-se a potencialidade social como o complemento indispensável para obter-se a integração ecológica econômica necessária ao zoneamento. Esta potencialidade é avaliada segundo unidades territoriais político-administrativas, no caso distritos e municípios, que são aquelas que dispõem de um sistema estruturado de coleta, sistematização e divulgação de dados.

O procedimento metodológico (sistemizado no quadro 01)⁹ envolve assim três cartas, sendo duas temáticas (vulnerabilidade natural e potencialidade social) e uma carta-síntese de subsídio à gestão do território baseada nos níveis de sustentabilidade e na legislação existente (BECKER, EGLER, 1996).

Procedimento metodológico	Passos	Descrição dos passos
Carta Temática de Vulnerabilidade Natural	Levantamento e aquisição de material bibliográfico, cartográfico e de imagens de satélite.	<ul style="list-style-type: none"> • adquirir imagens TM/LANDSAT (colorida, composição 3B, 4G, 5R, escala 1:250.000); • levantar dados bibliográficos da região; • adquirir mapas temáticos do RADAM (geológico, geomorfológico, solos, fitoecológico) na escala de 1:1.000.000; • adquirir carta topográfica da área de estudo de 1:250.000.
	Preparação de “overlay” de interpretação.	Consiste na compilação cartográfica de pontos de referência, tais como, drenagem, estradas, cidades, etc., obtidos diretamente sobre a carta topográfica do IBGE, na escala de 1:250.000.
	Elaboração de mapa preliminar de unidades fotográficas.	Consiste na elaboração de um mapa preliminar de unidades homogêneas obtidas a partir da análise e interpretação das imagens TM/LANDSAT, considerando os padrões fotográficos identificados pela variação dos matizes de cores, e pelos elementos texturais de relevo e drenagem.

⁹ O exemplo de material necessário para esse procedimento refere-se ao estudo de caso aplicado da Amazônia Legal.

	<p>Associação de mapa preliminar com dados auxiliares.</p>	<p>Associar dados auxiliares temáticos preexistentes tais como, mapas geológicos, geomorfológicos, pedológicos e de cobertura vegetal, com o mapa preliminar de unidades homogêneas obtidas através da análise e interpretação das imagens TM/LANDSAT. Esta associação permite caracterizar tematicamente cada unidade homogênea.</p>
	<p>Avaliação da vulnerabilidade de unidades homogêneas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • estabelecer a vulnerabilidade natural de cada unidade homogênea considerando a relação entre os processos de morfogênese e pedogênese, a partir da análise integrada da rocha, do solo, do relevo e da vegetação; • informações complementares dos efeitos do clima e do uso da terra são considerados; • expressar a vulnerabilidade natural pela atribuição de valores de estabilidade para cada unidade homogênea considerando o conceito de análise ecodinâmica de Tricart (1977, 1992).
<p>Carta Temática de Potencialidade Social</p>	<p>Levantamento e aquisição de material bibliográfico, cartográfico e estatístico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • utilizar o material adquirido e preparado para a Carta temática de vulnerabilidade natural como fonte de informação do uso e cobertura atual do solo; • adquirir a Malha Digital na Fundação IBGE na escala original de 1:1.000.000; • adquirir a Divisão Territorial do Brasil (1995) e Cidades e Vilas do Brasil (1995) em meio digital junto ao IBGE; • adquirir os dados dos Censos Demográficos de 1980 e 1991 em meio digital, constando a divisão dos setores censitários agrupados; • levantar os dados da Produção Agrícola e Extrativa Vegetal Municipal nos anos recentes e cópia do Censo Cadastro das Indústrias, em vias de apuração pelo IBGE, por setores censitários agrupados; • levantar dados e informações junto aos órgãos federais (CPRM, EMBRAPA, FUNAI, INCRA, IBAMA, etc.), regionais (SUDAM, SUFRAMA), estaduais e municipais; • levantar informações junto a organizações não governamentais, associações de classe, sindicatos e Tribunais Regionais Eleitorais.

	<p>Preparação de planos de informação complementares (escala de 1:250.000).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • elaborar plano de informação digital com os limites distritais; • elaborar plano de bacias hidrográficas e áreas especiais; • elaborar plano de informação digital com as vias de circulação e terminais, identificadas por tipo e ordem de grandeza; • elaborar plano de informação digital com as cidades e povoados, identificados por ordem de grandeza.
	<p>Construção do banco de dados sócio-econômicos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • os dados disponíveis para cada unidade territorial deverão ser digitalizados em sistema de gerenciamento de banco de dados relacional, compatível com o programa de geoprocessamento disponível nos Estados; • a associação do banco de dados com a cartografia digital permite a elaboração de cartas temáticas intermediárias, que facilitam a avaliação da potencialidade das unidades territoriais.
	<p>Avaliação da potencialidade social das unidades territoriais.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • seguir o critério internacional definido pela Organização das Nações Unidas para avaliar o potencial de desenvolvimento humano (Relatório Mundial sobre Desenvolvimento Humano) nas unidades territoriais. Segundo esse critério, o desenvolvimento humano é a resultante do crescimento econômico sustentado, com distribuição de renda e melhoria da qualidade de vida da população local; • estabelecer a potencialidade social de cada unidade territorial considerando a relação entre os fatores dinâmicos e os fatores restritivos em termos econômicos, sociais e políticos - a partir de quatro grupos de parâmetros considerados como componentes básicos para o desenvolvimento sustentável: potencial natural, potencial humano, potencial produtivo e potencial institucional; • expressar a potencialidade social de cada unidade territorial através de valores de potencial (alto, médio e baixo) a partir da análise integrada dos quatro grupos de parâmetros citados. O dinamismo ou restrição ao desenvolvimento humano é assim classificado.

Carta Síntese de Subsídios Para a Gestão do Território	Avaliação dos graus de sustentabilidade das unidades territoriais.	<ul style="list-style-type: none"> • sobreposição das cartas temáticas de vulnerabilidade natural e de potencialidade social através do uso de sistema de informações geográficas definindo os níveis de sustentabilidade de uso do território.
	Levantamento da legislação atual de ordenamento do uso do território.	<ul style="list-style-type: none"> • parques, reservas indígenas, áreas especiais e estratégicas definidas na legislação da União; • parques, reservas e áreas especiais definidas pela legislação estadual; • parques, reservas e áreas especiais definidas na legislação municipal; • planos diretores municipais e outros instrumentos de ordenamento de uso do território.
	Preparação do plano de informação com as áreas de uso restrito.	Elaborar plano de informação digital com os limites das áreas sujeitas a regime jurídico especial, buscando expressar os graus de restrição em preservação, conservação e manejo controlado.
	Elaboração da carta síntese de subsídios à gestão do território.	Sobreposição do plano de informação dos níveis de sustentabilidade com a legislação atual de ordenamento do uso do território.

Quadro 01. Procedimento metodológico para elaboração de ZEE.

Fonte: Becker, Egler (1996, p.30-39).

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2016).

Deve-se ressaltar que esta carta-síntese é uma proposta técnica que procura sistematizar e representar o conhecimento sobre a área objeto do zoneamento. Entretanto, a efetiva implantação das Zonas Ecológico-econômicas depende de uma ampla negociação social e de sua regulamentação política.

Contudo, existem diversos estudos que usam de metodologias diferentes quando propõem estudos muito parecidos com os ZEE, utilizando diferentes nomes e obtendo resultados praticamente iguais. Contudo, entende-se que este tipo de zoneamento envolve equipes com um grande número de indivíduos e também verba para que todas estas análises possam ser elaboradas. Quer-se aqui, propor uma metodologia com número de parâmetros analisados mais reduzidos, mas que ampare estudos ambientais permitindo estabelecer zonas de homogêneas.

2.3 O uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) nos estudos de ambiente

Os SIG's, dentro das geotecnologias hoje disponíveis para uso, merecem destaque dentro da ciência geográfica, por serem as ferramentas mais utilizadas para trabalhos que atentem o planejamento e gestão do espaço. Seu uso tem levado pesquisadores a refletir nas questões vinculadas às suas aplicações epistemológicas, principalmente quando objeto de estudo das pesquisas é a relação homem-meio ambiente (FITZ, 2008).

Neste sentido, Fitz (2008, p. 307) afirma que

para que a sociedade possa se estruturar da melhor forma possível, faz-se necessária uma adequada utilização dos recursos oferecidos no espaço por ela ocupado. O planejamento e a gestão do espaço tornam-se, desta maneira, ações de suma importância e necessitam de técnicas adequadas além de profissionais competentes. O uso do ferramental geotecnológico, [...], parece-nos um dos melhores apoios para tais intervenções.

As intervenções humanas no meio ambiente muitas vezes o transformam de modo que não é possível a sua reestruturação parcial ou completa. Consequentemente a classificação e avaliação da degradação ambiental é um dos maiores problemas de interesse no mundial. Muitos métodos têm sido propostos a fim de prever suas soluções, entre eles, o geoprocessamento tem sido aplicado para identificar e caracterizar áreas degradadas e monitorar as tendências de perdas ambientais (PONS; PEJON, 2008). Desta forma, hoje, essas marcas podem ser analisadas, interpretadas, planejadas ou geridas de diferentes perspectivas com ferramentas computacionais diversificadas e cada vez mais modernas.

Além disso, a popularização do uso destas ferramentas nas universidades permite um crescimento das pesquisas que se utilizam destes meios para análise do meio. Cursos como a geografia, o geoprocessamento, a agronomia entre outros buscam nos SIG's ferramentas de trabalho eficazes que automatizem a distribuição espacial dos dados e assim, em conjunto com outras análises promovam e fomentem contribuições sobre a área em análise.

Diante do exposto, não podemos afirmar que são apenas as ciências de ordem ambiental que se utilizam destas ferramentas como instrumento para suas pesquisas, uma vez que as próprias ciências da saúde vem as utilizando com

frequência a fim de espacializar ocorrência de surtos de doenças ou de epidemias. Contudo, infelizmente a maior parte destas pesquisas, de todas as áreas, não são aplicadas e/ou divulgadas nas esferas que lhe competem, permanecendo assim teóricas e quase intocadas dentro das bibliotecas universitárias.

Contudo, nesta tese os SIG's são ferramentas essenciais de trabalho, uma vez que são através delas que as variáveis escolhidas para compor a metodologia de análise poderão ser formuladas para e assim dispostas para interpretação. Desta forma, enfatiza-se a importância deste recurso pelas inúmeras possibilidades intrínsecas ao seu uso e que, facilitam o desenvolver de pesquisas acadêmicas vinculadas, neste caso, a preservação ambiental.

Para a geografia descrever e registrar o espaço em que se vive sempre foi um grande desafio. Ciente deste, e cada vez mais preocupado em como administrar o seu território, nos anos 1960, o Canadá desenvolveu o Sistema de Informação Geográfica Canadense, com a finalidade de apoiar o planejamento dos recursos hídricos e de acessibilidade do país. Assim surgiu a primeira ideia de um sistema computacional que ajudasse a observar e organizar espaços principalmente quando se tratava de demandas referentes ao meio ambiente (LANG; BLASCHKE, 2009).

Desta forma, sobre a evolução do SIG relacionado com a possibilidade de manuseio de grandes volumes de dados, típicos de estudos ambientais, Lang; Blaschke (2009, p. 43-45) afirmam que

enquanto o conceito "SIG", no seu nascimento, no início da década de 1960, em sentido restrito, designava uma ferramenta de apoio baseada no computador para manuseio de grandes volumes de dados, a partir do grande número de conceitos, métodos e campos de aplicação, desenvolveu-se uma ciência completa. [...] Hoje em dia fala-se mais frequentemente de "*Geographical Information Science and Systems*" [...], para ressaltar que aqui há todo um aparato científico, que apresenta as características de uma (jovem) ciência [...] A utilização de Sistema de Informações Geográficas tem uma longa tradição, especialmente no planejamento da paisagem e do meio ambiente em nível internacional.

A utilização de SIG's como ferramenta de análise da paisagem popularizou-se partir dos anos de 1980 especialmente nos trabalhos de Mônica Turner e Roy Haines-Young na América do Norte e na Grã-Bretanha respectivamente. Os trabalhos destes autores buscavam não somente a utilização dos SIG's em questões da ecologia da paisagem, mas também as concepções de utilização e aplicação desta disciplina (LANG; BLASCHKE, 2009).

O desenvolvimento rápido das ciências relacionadas à tecnologia da informação permitiu que os SIG's inserissem-se rapidamente em instituições de pesquisa, administrações e agências de investigações do ramo da proteção ambiental. Essa popularização deu-se primeiramente em poucas máquinas tecnológicas, mas logo em seguida os SIG's foram distribuídos nos *desktops* destas instituições, principalmente após 1969 com a fundação da ESRI¹⁰ que desenvolveu *softwares* de SIG com interface para *desktops* e de fácil manuseio (LANG; BLASCHKE, 2009).

Fitz (2008, p.310) enfatiza a importância da popularização destes estudos quando afirma que

as geotecnologias proporcionam, assim, avanços significativos no desenvolvimento de pesquisas, em ações de planejamento, em processos de gestão e em tantos outros aspectos relacionados à questão espacial. Os SIGs – Sistemas de Informações Geográficas, as técnicas de Geoprocessamento, o Sensoriamento Remoto e os Sistemas de Posicionamento por Satélite podem ser apontados como os principais exemplos de ferramentas geotecnológicas.

Além disso, é possível afirmar que os SIG's atrelados a técnicas de geoprocessamento criou para a pesquisa ambiental uma dependência em relação à automatização do tratamento dos dados, sendo associado assim a um desenvolvimento elevado em relação a pesquisas que envolvam esta temática (SILVA; ZAIDAN, 2004). Assim, sobre a evolução dos SIG's na análise da paisagem, Lang; Blaschke (2009, p.41) afirmam que

os Sistemas de Informações Geográficas tiveram as suas raízes no planejamento de paisagens e do meio ambiente. Mais de 40 anos de desenvolvimento trouxeram um grande número de métodos e aplicações. De modo geral, no entanto, o potencial de SIG é bem mais que o utilizado atualmente. SIG e Sensoriamento Remoto [é designado] como as "mais importantes holísticas para a análise, planejamento e gestão da paisagem".

A geografia, em seu cerne, sempre se preocupou com a representação da paisagem, sejam através de mapas, textos, cartogramas específicos ou outros meios que possam representar as características ambientais que é de seu interesse. Assim, esta ciência trabalha, na maioria das vezes, com dados relacionados com o espaço. Neste sentido, o SIG permite o manuseio de um grande número de dados

¹⁰ Environmental Systems Research Institute.

que, através deste sistema, podem relacionar-se entre si, permitindo que informações brutas sejam transformadas em documentos úteis e politicamente relevantes, aplicado em diversas situações pertinentes à preservação, manutenção ou ciência do meio ambiente (FIGURA 04) (LANG; BLASCHKE, 2009).



Figura 04: Diversas aplicações possíveis realizadas com a utilização de SIG's.
Fonte: Lang; Blaschke (2009, p. 43).

Sobre a usabilidade dos SIG's e suas ferramentas, Pons e Pejon (2008, p.295) fazem algumas considerações a respeito do Spring 4.2 em sua publicação de estudo de caso da cidade de São Carlos/SP:

as ferramentas disponibilizadas [pelos SIG's] permitiram sobrepor os diferentes atributos inseridos em tabelas e nos documentos cartográficos (caracterização do meio físico, ocupação urbana) e, com isso, agilizaram as análises e promoveram conclusões mais precisas a respeito do meio físico da cidade [...]. Além disso, também observou-se que o Sistema de banco de dados [...] permite que usuários menos especializados possam realizar as consultas de forma fácil e dinâmica e obtenham os resultados desejados.

Assim, é possível perceber que apesar de serem voltados para as análises mais especializadas, os SIG's são ferramentas que abrangem uma grande quantidade de possíveis usos. Neste sentido Cavallari; Tamae; Rosa (2007, s/p)

o SIG, como um sistema de tratamento computacional de dados geográficos, abrange temas como: Agricultura, Florestas, Cartografia, Cadastro Urbano e Redes de Concessionárias (Água, Energia e Telefonia) (ASSAD, 2003), sendo que existem três grandes maneiras de se utilizar o SIG: Como ferramentas para produção de mapas; Como suporte para

análise espacial de fenômenos; e Como banco de dados geográficos, com funções de armazenar, processar e recuperar informações espaciais.

Desta forma, os SIG's podem ser utilizados para análise urbana menos complexas, como para estudos que envolvam uma grande quantidade de dados que precisem ser contrapostos como estudos regionais servindo como subsídio para estudos de gestão e ordenamento territorial, por exemplo. Assim como este que utiliza a ferramenta de SIG de forma bem tradicional, mais elaborada, utilizando-se de toda a sua potencialidade, há tantos outros trabalhos que o utilizam apenas para elaboração de mapas mais simples, como para identificação de áreas, ou mesmo para pontuar eventos específicos.

Neste contexto, destacam-se a possibilidade da análise dos impactos no meio ambiente natural, visando identificação de áreas com maiores riscos e danos do ponto de vista ambiental. Como consequência, o SIG's permitem a obtenção qualitativa e quantitativa de dados computacionais geográficos possibilitando a gestão dos recursos e aplicação de técnicas otimizadas baseadas em diagnóstico georeferenciados.

2.4 Estudos e zoneamentos geoambientais

As diferenças presentes em um mesmo terreno, a tempos instiga pesquisadores a discutir que fatores fazem áreas geograficamente próximas apresentarem características naturais distintas. Desta forma, mapeamentos ou zoneamentos que considerem as potencialidades e as frágeis do terreno parece ser a forma ideal para pontuar e identificar porções da superfície com características geológicas e/ou geomorfológicas distintas de uma mesma área ou, em áreas muito próximas.

O princípio da elaboração dos documentos com estas características fica a cargo da Cartografia Geotécnica, que remonta o início do século XVIII, com trabalhos referentes a obras de engenharia¹¹. Esses teriam como preocupação as diferentes condições de terreno, que naquele momento passam a ser representados de forma cartográfica.

¹¹ Construções de edifícios e barragens. (RODRIGUES-CARVALHO; SILVA; CAVALEIRO, 2004, p.566).

Consensualmente, este período de surgimento de materiais cartográficos, com a finalidade de identificar e explorar o terreno, são conhecidos segundo Rodrigues-Carvalho; Silva; Cavaleiro (2004, p.566) como “tempos de uma protocartografia técnica” pelo caráter primitivo dos documentos e das técnicas utilizadas para sua confecção (RODRIGUES-CARVALHO; SILVA; CAVALEIRO, 2004).

O ano de 1913 é visto como o despontar da Cartografia Geotécnica com a Exposição Técnica de Construção, que ocorreu naquele ano em Leipzig/Alemanha. Neste evento, segundo Rodrigues-Carvalho; Silva; Cavaleiro (2004, p.566), foi postas a conhecimento da população “várias cartas representando a estrutura geológica e as características dos terrenos de fundação destinadas especificamente a apoiar o desenvolvimento urbano”.

Logo, foi a partir deste evento específico que os demais trabalhos envolvendo mapas para caracterizar a superfície terrestre surgiram e passaram a apresentar e a crescer em seus produtos finais, características que lhe eram necessárias para dispor a respeito da gestão do espaço. Desta forma, cita-se Moldenhauer que apresentou no ano de 1916, pela primeira vez, condições de terreno para diferentes horizontes em profundidade de zero a dois metros, de dois a quatro metros e de quatro a seis metros (RODRIGUES-CARVALHO; SILVA; CAVALEIRO, 2004).

É visto que essa necessidade de evoluir nas metodologias de trabalho é imperativo até hoje. Todos os dias surgem novos conceitos atrelados à ciência, bem como novas ferramentas e tecnologias que buscam auxiliar o pesquisador em sua rotina de trabalho assim como, sanar lacunas que, por muito tempo existiram por não haver uma explicação técnico-científica plausível para sua amortização.

O período pós Segunda Guerra, é referencia para o desenvolvimento da cartografia. No ano de 1947, Zebera, na ex-Checoslováquia, introduz o método das bandas para fornecer informações tridimensionais sob os depósitos superficiais (FIGURA 05). Com isso, a noção de profundidade passa a ser abordada nos trabalhos desenvolvidos (RODRIGUES-CARVALHO; SILVA; CAVALEIRO, 2004).

Especificamente na década dos anos 1950, dois episódios são importantes para a evolução das técnicas cartográficas: no início da década, ano de 1950, Popov publica na ex-URSS o livro “Técnicas de Elaboração de Cartas Geotécnicas”, onde conceitos semelhantes ao de zoneamento começam a surgir; e em 1954, Gwinner, na Alemanha, introduz segundo Rodrigues-Carvalho; Silva; Cavaleiro (2004, p. 566 -

577), “o conceito de unidade geotécnica, como um conjunto de terrenos com idênticas propriedades físicas e mecânicas”. Desta forma, percebe-se que começam aparecer as ideias de distinção de terrenos para estudos dirigidos. Sendo assim, conceituada ou não, a noção de zoneamento nasce com o intuito de propor unidades específicas para a superfície terrestre. Com isso, surge a possibilidade de estudos particulares que identificam características próprias da superfície e, manipulam assim as possibilidades de uso destas áreas.

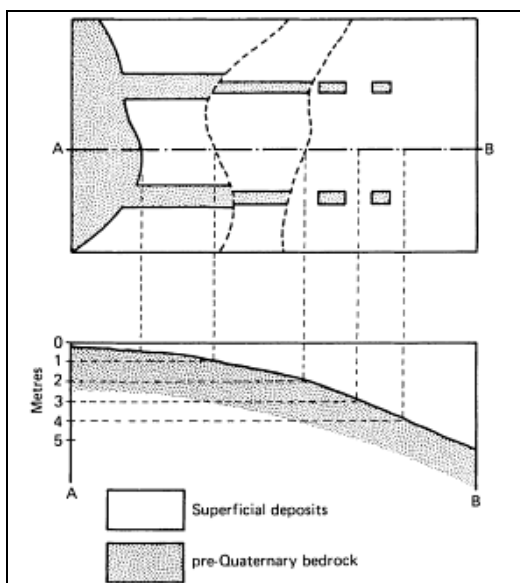


Figura 05. Profundidade da base rochosa pré-Quaternário abaixo da superfície. Ilustrado pelo método *stipe*, Zebera (1947).
Fonte: Dearman (1991, p.68).

Assim sendo, nos anos 1960/70 documentos cartográficos específicos recebem importância, principalmente em função dos perigos geológicos decorrentes em partes da Europa¹². Cartas referentes a atividades sísmicas, vulcânicas, movimentos de terrenos, erosão, entre outras, surgem sob a designação de cartas derivadas, especialmente por serem de qualificações específicas (RODRIGUES-CARVALHO; SILVA; CAVALEIRO, 2004).

Os planejamentos regionais surgem na década de 1970, quando as pesquisas deixam a alcinha dos estudos locais e de esferas urbanas e passam a englobar domínios regionais, que começam a ser considerados ferramentas imprescindíveis para o desenvolvimento de determinadas áreas (RODRIGUES-

¹² Principalmente em áreas próximo a ex-Checoslováquia.

CARVALHO; SILVA; CAVALEIRO, 2004). Além disso, segundo Rodrigues-Carvalho; Silva; Cavaleiro (2004, p.577)

[Outros] dois grandes acontecimentos para a cartografia geotécnica ocorrem naquela época. Um, em 1976, com a publicação do “Guide to preparation of Engineering Geological Maps¹³” (UNESCO/IAEG¹⁴) e outro, em 1979, com a realização da primeira reunião internacional sobre o tema. Foi o “Symposium on Engineering Geological Mapping for Planning, Design and Construction in Civil Engineering¹⁵”, em Newcastle.

Foi neste evento de 1976, organizado pela UNESCO/IAEG que se define o que deve ser uma carta geotécnica, seus objetivos, conteúdos e tipos, buscando assim uma visibilidade de nível internacional para esses documentos (SOUZA; CELESTINO, 2004). Já no evento de 1979, Matula define uma metodologia (FIGURA 06) de execução destes estudos e reforça a importância de suas terminologias a fim de salientar uniformidade nos critérios de classificação quantitativas ou semi-quantitativas das propriedades apresentadas (RODRIGUES-CARVALHO; SILVA; CAVALEIRO, 2004).

Os anos 1990 revelam uma ferramenta importantíssima para os estudos atuais, os SIG's. Segundo Rodrigues-Carvalho; Silva; Cavaleiro (2004, p.577)

os anos 90 viriam a permitir novos e ainda mais importantes avanços graças à utilização das novas e potentes ferramentas que são os sistemas de informação geográfica (SIG). Conseguem-se, a construção e exploração de bases de dados georreferenciadas e das operações de execução das cartas. É a fase da cartografia geotécnica em ambiente SIG.

A manipulação de dados de origem espacial toleradas pelos SIG permite que as cartas geotécnicas possam ter sobreposição de Planos de Informação (PI) em uma mesma escala, trazendo precisão a este processo e mais agilidade ao pesquisador (SOUZA; CELESTINO, 2004). Desta forma, procedimentos cartográficos que antes eram realizados de forma manual e sem uma perfeição

¹³ Guia para a elaboração de Mapas de Engenharia Geológica.

¹⁴ United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization / International Association of Engineering Geology and the Environment (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura / Associação Internacional de Geologia e de Engenharia e Meio Ambiente).

¹⁵ Simpósio de Mapeamento da Engenharia Geológica para Planejamento, Projeto e Construção em Engenharia Civil.

escalar específica, passam a ser detalhados pelos SIG em um processo extremamente ágil e confiável, permitindo que o pesquisador tenha mais autonomia e precisão no processo cartográfico se suas áreas de estudo.

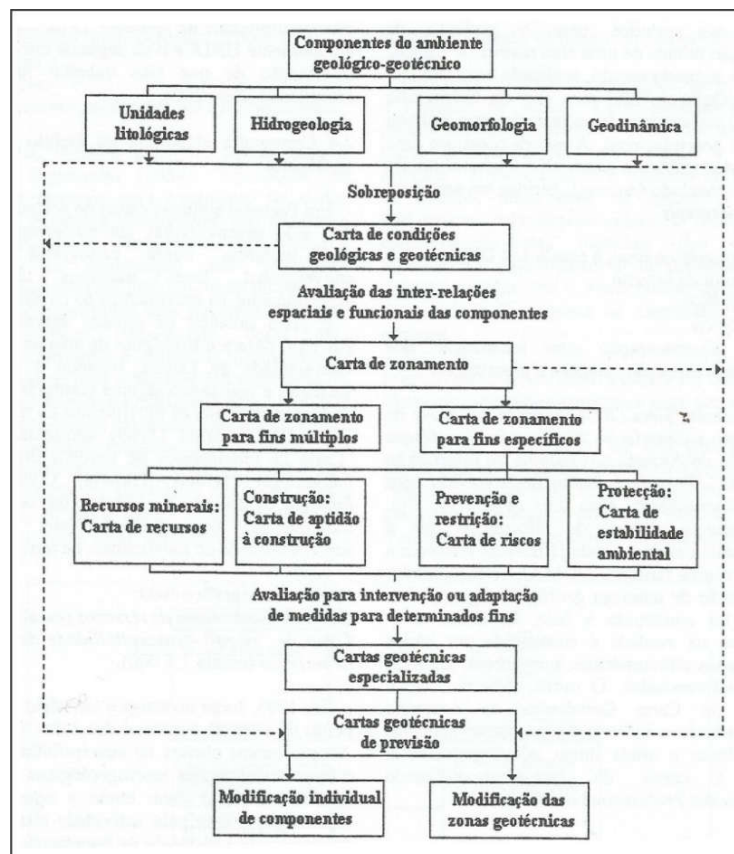


Figura 06. Fluxograma correspondente à metodologia para mapeamentos geotécnicos de Matula (1979).

Fonte: Rodrigues-Carvalho; Silva; Cavaleiro (2004, p.574).

A introdução das imagens de Sensoriamento Remoto (SR) nestes estudos também é um marco significativo na evolução destes trabalhos. O geoprocessamento combinado com os dados de SR permitiu a correção geométrica das imagens de satélite ganhando em aspectos de precisão geométrica e nos aspectos temáticos, uma vez que esses recursos permitem uma melhor visualização de cada imagem e possibilitam a geração de novos documentos a partir das originais (SOUZA; CELESTINO, 2004).

Com isso, Souza; Celestino (2014, p.511) afirmam que

a classificação de imagens de sensoriamento remoto é responsável pela partição da imagem em “zonas homogêneas”, que devem representar

classes de um tema escolhido. Essas classes são pré-fixadas na classificação supervisionada e pós-fixada na classificação automática. O objetivo das interpretações de imagens é função da temática desenvolvida. Em cartografia geotécnica, os temas a serem interpretados são aqueles que retratam o meio ambiente e que tem interesse na modelagem do comportamento geotécnico da realidade.

Sendo assim, é necessário ter clareza na busca dos atributos que serão analisados bem em como eles serão apresentados, a fim de ter-se certeza que eles representarão a realidade de determinada área e serão específicos para esclarecer a realidade que se busca apresentar. Sendo assim, a geração dos PI depende muito da escolha dos atributos que serão analisados (SOUZA; CELESTINO, 2004).

Desta forma, é possível afirmar que os SIG são uma moderna e importante ferramenta de planejamento ambiental e eles tem sido, na maioria das vezes, muito bem utilizado para diversos fins particulares e públicos. Sendo assim, seus produtos são considerados importantes na evolução da cartografia geotécnica e Geoambiental, pois são fruto de análises ambientais integradas, imprescindíveis para a classificação do meio ambiente natural, a fim de pontuar áreas que indiquem necessidade de avaliação ambiental (RESENDE; GOES; SALLES; SOUZA; DIAS, 2004).

Os mapeamentos geotécnicos surgem no Brasil com os trabalhos de Haberlehner (1966), Heine (1966) e Grehs (1966). Contudo, somente 15 anos depois, com a dissertação apresentada a Escola de Engenharia de São Carlos, intitulada “Mapeamento Geotécnico Preliminar da Região de São Carlos” trabalho de Lázaro Valentin Zuquette (1981) esses mapeamentos passam a ter cunho acadêmico (TRENTIN, 2011).

Os primeiros trabalhos desenvolvidos no Brasil seguiram metodologias internacionais, principalmente da IAEG¹⁶-1976. No ano de 1987, Zuquette propõe uma metodologia adaptada às condições brasileiras, esta que passa a subsidiar a maioria dos trabalhos nacionais desenvolvidos nesta temática (TOMINAGA; PEJON; BASTOS, 2004). Segundo Franco; Marques; Calijuri; Gomes (2010, p.166)

a metodologia Zuquette permite definir, identificar e isolar os atributos que devem ser utilizados para caracterização das unidades homogêneas, tratamento dos dados através da hierarquia das informações obtidas e elaboração dos documentos cartográficos, privilegiando meios alternativos para obtenção de informações (atributos) do meio físico (rocha, solo, água,

¹⁶ International Association for Engineering Geology and the Environment.

relevo e suas relações) mais adequados às condições socioeconômicas brasileiras, à extensão territorial, à baixa densidade de informações pré-existentes, sem perder de vista a qualidade das informações.

As Geociências passaram a influenciar fortemente nestes estudos que envolvem a vulnerabilidade ambiental mais especificamente na década de 1990, com a cartografia voltada a prevenção de riscos. Apesar disto, a partir dos anos 2000, principalmente após as reuniões das Nações Unidas em Johannesburgo (2002), as questões relativas às mudanças climáticas passam a ter uma maior visibilidade pelo público internacional (DINIZ, 2012).

Contudo, no Brasil, a catástrofe que ocorreu na região serrana do estado do Rio de Janeiro, em janeiro de 2011, reacende a necessidade de estudos voltados a áreas de risco mobilizando técnicos, principalmente da área da geologia e também o poder público. Assim voltam a surgir documentos que atendem a áreas de risco e são regidos principalmente pela Política Nacional de Redução de Riscos e Resposta a Desastres (DINIZ, 2012). Segundo Diniz (2012, p. 30) através desta Política

que teve como resultado imediato a criação do CEMADEN¹⁷, o fortalecimento da capacidade de resposta a desastres, por meio da efetiva implementação do CENAD¹⁸, e a edição da MP 547¹⁹, seguida pela Lei 12.608, que prevê o cadastro de municípios, e com isso a demanda por cartas de risco (1:2.000), cartas geotécnicas de aptidão urbana (1:5.000-1:10.000) e cartas de suscetibilidade a deslizamentos dos municípios (1:25.000).

Segundo Diniz (2012, p.30) atualmente no Brasil, o maior desafio a respeito desta temática, diz respeito à “modelagem geodinâmica dos fenômenos condicionados por distintos domínios de Geodiversidade”. Desta forma, percebe-se que a heterogeneidade do território dificulta a elaboração de modelos de antecipação de eventos naturais, tornando os mapas Geoambientais e Geotécnicos cada vez mais necessários quando se trata de áreas sujeita a desastres ambientais ou até mesmo para estudos de eliminação de potencialidade de riscos.

¹⁷ Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais.

¹⁸ Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres.

¹⁹ Medida Provisória (MP) que cria o cadastro nacional de municípios com áreas propícias à ocorrência de escorregamentos de grande impacto ou processos geológicos correlatos (CÂMARA DOS DEPUTADOS).

Sendo assim, pode-se perceber que a cartografia geotécnica evoluiu conforme as necessidades intrínsecas as questões ambientais iminentes. A interface com diversas ciências como a Geologia, a Geomorfologia fazem que seus documentos finais, frutos da cartografia, atendam diversas áreas do conhecimento e satisfaçam diversas finalidades de estudos. Mas apesar de atenderem a objetivos diferentes, as diferentes ciências possuem como interesse comum questões que dizem respeito ao desenvolvimento e gestão ambiental, para que a população possa ter o mínimo de segurança no ambiente que vive.

No princípio dos anos 1980, com o indício do início da crise ambiental, surge o conceito e as metodologias objeto desta pesquisa, a Cartografia Geoambiental, no intuito de atender a busca de documentos que tratem a respeito da preservação e gestão do meio ambiente. Logo, segundo Rodrigues-Carvalho; Silva; Cavaleiro (2004, p.577), essas “Cartas Geoambientais são cartas temáticas, preparadas para fins específicos, podendo ser editadas isoladamente ou reunindo diferentes cartas nos designados Atlas Geoambientais”. Esses atlas reuniriam diversas cartas, onde áreas distintas poderiam ser analisadas através de um mesmo enfoque.

Na Geografia, segundo o IBGE, os estudos Geoambientais têm seu início em meados dos anos 80. Sendo assim, no ano de 1985 há publicação do livro “Bacia do rio Curaça – BA: diagnóstico do potencial geoambiental e proposição para uso / Projeto RADAMBRASIL, Grupo de Trabalho de Estudos Integrados (GTEI)”. Este trabalho foi desenvolvido mediante um convênio com a Caraíba Metais S/A Indústria e Comércio²⁰ analisando o período de maio de 1983 até janeiro de 1985, além disso, visava propor subsídios à formulação de uma estratégia de desenvolvimento integrado da região. Já no ano de 1986 há publicação do catálogo “Cadastro geoambiental polivalente: instrumental de planejamento e de ação governamental”, de Fernando José Cardin de Carvalho, que tratava de assuntos que envolviam cadastros, mapeamentos e políticas ambientais.

Contudo, foi apenas no ano de 1988 que um estado brasileiro passa a ter um estudo geoambiental que abranja toda a sua área. O estado do Mato Grosso do Sul (MS), junto com a Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral, Fundação de Apoio ao Planejamento do Estado, Coordenadoria de Geografia e Cartografia,

²⁰ Hoje Paranapanema – maior indústria produtora brasileira não integrada de cobre refinado. A Caraíba Metais foi adquirida no ano de 1995, quando a Paranapanema passou a ser controlada por um fundo de pensão liderado pela Caixa de Previdência dos Funcionários do Banco do Brasil.

Secretaria de Planejamento e Coordenação da Presidência da República, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e a Diretoria de Geociências publicam o livro intitulado Macrozoneamento do Estado do Mato Grosso do Sul. Segundo os autores, este trabalho visava

uma avaliação dos recursos naturais do estado, qualificando-os e quantificando-os, seguida de uma análise integrada e mais aprofundada dos conhecimentos geoecológicos e de avaliação de uso, com vistas a fornecer subsídios ao governo estadual para uma ocupação territorial ordenada, ou seja, com o aproveitamento racional dos seus recursos, adequado aos limites impostos pelas suas potencialidades e pelo equilíbrio ambiental. (ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL, 1988, p. 31)

Este projeto iniciou-se por uma preocupação com a ocupação intensiva do estado no MS quando se tratava de planejamento estadual. Desta forma, o texto dispõe que

essa preocupação deve-se em parte a exemplos negativos de ocupação desordenada. Muitos países e regiões do Brasil pagaram, ou estão pagando, alto preço pela exploração indiscriminada de seus recursos naturais. Por não terem utilizado racionalmente as áreas ocupadas, deixaram de otimizar o uso econômico desses recursos na amplitude possível, além de terem provocado danos ecológicos e sociais quase que irreversíveis (ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL, 1988, p.31).

Assim sendo, este trabalho gerou como produtos finais diversos materiais cartográficos, dentre eles: mapas temáticos dos recursos naturais do estado em bases cartográficas atualizadas à época, mapas de potencial geoambiental e de avaliação do potencial dos recursos naturais entre outros.

Também no ano de 1988²¹, apresenta-se o trabalho denominado: Diagnóstico do potencial geoambiental e aptidão agrícola das terras da região da alta bacia do Rio Paraguai – Bahia²². Este tinha como objetivo, coordenar e acompanhar estudos referentes à ocupação do território, tendo em vista a necessidade de melhor

²¹ Segundo o acervo digital da biblioteca do IBGE, este trabalho data de 1986, contudo, segundo o Ministério da economia, fazenda e planejamento, este trabalho se deu entre outubro de 1988 até agosto de 1990.

²² Neste trabalho foram identificados e analisados 25 geossistemas naturais levando-se em consideração os dados referentes à geologia, recursos minerais, relevo, solos, vegetação, clima, águas subterrâneas, uso do solo e socioeconômica para a obtenção do diagnóstico do potencial geoambiental e da qualidade ambiental. Com base nestes parâmetros e correlações foi possível definir o Zoneamento Geoambiental (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, FAZENDA E PLANEJAMENTO, 1990).

ordenar o uso do solo e os recursos naturais (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, FAZENDA E PLANEJAMENTO, 1990).

O forte caráter geoambiental deste trabalho está da busca da identificação e pontuação da relação sociedade/natureza. Desta forma, segundo Ministério da economia, Fazenda e Planejamento, (1990, p.16-17)

no decorrer do ano 1989, os estudos desenvolvidos na Bacia do Rio Paraguaçu se alicerçaram não só na análise crítica dos dados temáticos existentes como também nas informações sobre as modificações introduzidas pelo homem no ambiente. Estas refletem transformações consideráveis, servindo para avaliar o conjunto das características físicas. [...] Os resultados são apresentados neste relatório que contém o diagnóstico das potencialidades e problemas, a avaliação da sustentabilidade das unidades geoambientais e a definição de alternativas de usos adequados para a ordenação do território da bacia, setorizadas em zonas de planejamento. Acompanham este texto dois documentos cartográficos que ilustram a espacialização do Potencial Geoambiental e a avaliação da Capacidade de Uso deste potencial por unidade geoambiental identificada.

A partir deste trabalho, diversos materiais sobre a área foram disponibilizados, tais como: mapa geoambiental com definição de geofácies, tabelas de estrutura fundiária, cálculo do balanço hídrico pelo método Cavalcante, legenda no mapa geoambiental, tabulação de dados socioeconômicos, mapas de usos e cálculo de áreas, cartogramas de clima além de diversos materiais cartográficos, como mapa geoambiental (escala 1:50.000), mapa da ecodinâmica, mapa de avaliação potencial (escala 1:500.000).

Ainda no mesmo ano, 1988, outro trabalho se desenvolve, o Macrozoneamento Geoambiental da Bacia do rio Parnaíba, desenvolvido pelo Departamento Regional em Geociências da Bahia (DRG/BA) com objetivo de subsidiar a política governamental de ordenação territorial através do zoneamento geoambiental e avaliação da sustentabilidade econômico-ecológica dos recursos naturais.

Este trabalho se estendeu de outubro de 1988 até janeiro de 1991, e teve como resultados

atividades referentes aos trechos do alto e médio Parnaíba englobando atualização das cartas temáticas através de imagens LANDSAT 1 operações de campo cartogramas climáticos e cartas de serviço morfoestrutural e morfopedológica preliminares. Estas atividades integradas e de cunho geoambiental resultaram na carta do Potencial Geoambiental na

escala de 1:1.000.00. (Ministério da economia, fazenda e planejamento, 1990, p.30).

De janeiro de 1989 a março de 1991 desenvolveu-se o trabalho intitulado “Unidades geoambientais do Maciço da Pedra Branca – município do Rio de Janeiro”. Este trabalho tinha como objetivos

fornecer subsídios ao planejamento urbano e suas formas ocupacionais, visando a preservação ambiental. Estudar as condições geoambientais e a posição geográfica do Maciço: importância das vias de comunicação. Conhecer os tipos de processos morfogênicos atuantes nos ambientes.

Este trabalho dispondo do conhecimento do zoneamento geoambiental visou o planejamento urbano da área.

De dezembro de 1989 até outubro de 1990, DRG/BA desenvolve o trabalho “Zoneamento ecológico-econômico do nordeste: Fase um: potencial geoambiental”. Esse trabalho desenvolveu-se na área conhecida como Polígono das Secas²³ e tinha como objetivo atualizar o mapeamento das áreas antropizadas e das macrozonas ecológico-econômicas definindo os riscos ambientais do Nordeste. Além disso, esses trabalhos constituíram subsídios orientativos para a definição das áreas sujeitas ao diagnóstico integrado e aos problemas dos diversos espaços intra-regionais do Nordeste (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, FAZENDA E PLANEJAMENTO, 1990).

Na década de 1990, os trabalhos com o cunho geoambiental seguem sendo desenvolvidos envolvendo grandes recortes geográficos. No ano de 1990 o Departamento Regional em Geociências em Goiás (DRG/GO) desenvolve o projeto “Zoneamento geoambiental e agroecológico do estado de Goiás - região nordeste”.

Este trabalho dura cerca de oito meses e tem como objetivo avaliar os recursos naturais da região nordeste do estado de Goiás. Além disso, busca qualificá-los e quantificá-los, além de analisar de forma integrada os conhecimentos

²³ O Polígono das Secas é um território reconhecido pela legislação como sujeito a períodos críticos de prolongadas estiagens. Compreende os estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e extremo norte de Minas Gerais e do Espírito Santo. O Polígono das Secas compreende uma divisão regional efetuada em termos político-administrativos dentro da zona semi-árida, apresentando diferentes zonas geográficas com distintos índices de aridez, indo desde áreas com características estritamente de seca, com paisagem típica de semi-deserto a áreas com balanço hídrico positivo, como a região de Gilbués, no Piauí. (CODEVASF, 2010).

geoecológicos e de avaliação de uso, com vistas a fornecer subsídios ao Governo Estadual para ocupação territorial ordenada. Como produtos finais esse trabalho gera alguns materiais cartográficos, como: Mapa do Potencial Geoambiental, mapa de Zoneamento Agroecológico e o mapa de Avaliação da Qualidade Ambiental, todos em escala 1:500.000 (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, FAZENDA E PLANEJAMENTO, 1990).

No ano de 1990 e 1994 foram publicadas duas obras também relevante para os estudos Geoambientais: o Projeto de proteção do meio ambiente e das comunidades indígenas (PMACI) – Diagnóstico geoambiental e econômico I e II respectivamente²⁴. Este estudo se deu, pois, a partir da década de 1980, milhares de imigrantes foram atraídos pela perspectiva de ocupar a BR-364 (trecho Porto Velho (RO) à Cruzeiro do Sul (AC)), agravando assim problemas já existentes como desmatamentos, queimadas, invasão de terras indígenas entre outros (PMACI II, 1994). Segundo o estudo sua importância se dá, uma vez que

tais processos de ocupação [gerados em função do asfaltamento do BR-364] quando não planejados e monitorados pelas diversas instâncias do poder público acabam por gerar graves distorções sociais e danos irreparáveis ao meio ambiente. [Considerando as vantagens e desvantagens do asfaltamento] Para alguns seguimentos da sociedade, como comerciantes e lideranças locais, o asfaltamento é imprescindível, pois “a entrada nesta região é o único veículo de desenvolvimento”; para outros, principalmente aqueles que detêm o monopólio da comercialização, não interessa o asfaltamento do trecho, tampouco das outras vias, pois o isolamento contribui para sua maior acumulação de renda.

Desta forma, percebe-se que este foi um estudo aprofundado da área que abrangeu não apenas o seguimento referente à questão ambiental, mas também social e econômica (QUADRO 02). Verifica-se que a multidisciplinaridade utilizada neste estudo que pressupõe a análise potencial, das restrições ambientais e dos processos e fatores socioeconômicos da organização do espaço local é típica das análises ambientais atuais.

Pode-se afirmar que esses trabalhos foram alguns dos precursores dos inúmeros trabalhos que vieram a surgir com a temática geoambiental, principalmente no início dos anos 2000. Os trabalhos acadêmicos, principalmente frutos de mestrado e doutorado em diversas instituições do país popularizaram e

²⁴ O PMACI I de 1990 abrange o trecho da BR-364 que se estende de Porto Velho (RO) até Rio Branco (AC), já o PMACI II de 1994 estende-se de Rio Branco (AC) à Cruzeiro do Sul (AC).

diversificaram a temática envolvida no conceito do socioambiental, tornando assim este conceito abrangente e comum em estudos que buscam analisar a relação homem x natureza e pontuar potencialidades e fragilidades do meio ambiente natural.

1ª Fase – Diagnóstico		2ª Fase - Apoio	
Atividade	Etapa I	Etapa II	
	- DISCUSSÃO DA METODOLOGIA - LEVANTAMENTO - DIAGNÓSTICO DA REGIÃO <ul style="list-style-type: none"> • Análises Setoriais • Análises Espaciais • Análises Institucionais • Análises Ambientais • Sínteses: necessidade, problemas, potencialidades, limitações 	- RELAÇÃO COM OS PLANOS NACIONAIS, ESTRATÉGIAS E PRIORIDADES - FORMULAÇÃO E ANÁLISE DE ALTERNATIVAS - IDENTIFICAÇÃO DA IDEIA DE PROJETO	- FORMULAÇÃO DE PROJETOS (perfil e executabilidade) - Setores de produção (Agricultura, Silvicultura, Agropastoril e Mineral) - Serviços de apoio - Infraestrutura - Serviços Urbanos - Manejos de Recursos Naturais - Desenvolvimento Social (moradia, educação, treinamento de mão de obra, saúde) - PREPARAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO
Produto	- RELATÓRIOS PARCIAIS - CARTAS TEMÁTICAS	- RELATÓRIO FINAL <ul style="list-style-type: none"> • Zoneamento do potencial geoambiental • Diagnóstico integrado • Projetos identificados 	PROJETOS ↓ RELATÓRIO ESPECÍFICO
Prazo	Agosto de 1886/ Dezembro de 1987		1988/1989

Quadro 02. Etapas da execução do estudo PMACI.
 Fonte: PMACI I (p.24, 1990).

2.4.1 Estudos geoambientais atuais

O termo “Geoambiental” vem a atender uma tendência na atuação de profissionais ligados aos estudos do ambiente desenvolvidos pelas Geociências. A incorporação deste termo aos estudos se dá na tentativa de não estreitar os campos de atuação de determinados profissionais, além de favorecer estudos integrados de especialistas da área principalmente quando seus resultados se apresentam através da cartografia (VEDOVELLO, 2004).

O resultado do mapeamento pode ser considerado uma técnica de integração e síntese de informações temáticas voltadas para o planejamento ambiental permitindo assim a formulação de modelos. Esses modelos podem indicar o comportamento de determinadas áreas, bem como permitir que as soluções destes problemas, desenvolvidos por fatores físicos ou antrópicos, possam ser discutidos e implantados (DINIZ, 2012).

Segundo Vedovello, (2004, p.337), de uma forma mais ampla, a cartografia Geoambiental pode ser entendida como

todo o processo envolvido na obtenção, análise, representação, comunicação e aplicação de dados e informações do meio físico, considerando-se as potencialidades e fragilidades naturais do terreno, bem como perigos, riscos, impactos e conflitos decorrentes da interação entre as ações humanas e o ambiente fisiográfico. Pode por isso, incorporar elementos bióticos, antrópicos e socioculturais em sua análise e representação. Nesta concepção, a cartografia geotécnica estaria incluída no escopo geral da cartografia geoambiental.

O mapeamento geoambiental é entendido como uma metodologia empregada para determinar classes do terreno que possuem características geológico-geomorfológicas distintas e conseqüentemente padrões de fragilidade e potencialidade diferenciados. Trentin (2011, p.49) afirma que esta forma de mapeamento divide e classifica o terreno em “quatro classes hierárquicas denominadas províncias, padrão do terreno, unidades e componentes do terreno”. Contudo, como ainda não existe uma metodologia específica determinando quais parâmetros e metodologias são necessários seguir para obter um mapeamento Geoambiental, muitos estudos deste cunho não apresentam todas essas informações de uma forma clara, e alguns nem às apresentam.

As divisões da superfície, resultados do mapeamento Geoambiental, podem ou não ser modificadas pela ação antrópica. Desta forma é preciso considerar as características presentes no espaço analisado, uma vez que são elas que indicarão a base para a proposta de ações de planejamento ambiental. É imprescindível lembrar que estas características não precisam ser apenas naturais (geomorfologia, pedologia, clima, entre outros), sendo assim é necessário levar-se em conta a estruturação social e o envolvimento desta população com o meio ambiente natural em que vive, para assim, pode-se propor ações que visem estudos de fragilidade e potencialidades ambientais (TRENTIN, 2011).

Considerando-se que estes estudos também terão uma abrangência de cunho social, eles se tornam ainda mais importantes por colaborar com a gestão ambiental de determinadas áreas “em termos de definição de políticas públicas, planejamento e gerenciamento dos espaços e recursos naturais” (Vedovello, 2004, p. 337). Sendo assim, a cartografia permite a elaboração de diversos tipos de documentos que atendem a propostas da gestão ambiental (QUADRO 03), como por exemplo, cartas de fragilidade-suscetibilidade e vulnerabilidades; potencialidades e aptidões, planejamentos regionais e urbanos, entre outras (VEDOVELLO, 2004).

TIPOS DE CARTAS GEOTÉCNICAS		
PLANEJAMENTO REGIONAL E URBANO	SUCETIBILIDADE E RISCOS GEOLÓGICOS (processos do meio físico)	VIABILIDADE PARA IMPLANTAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS (processos tecnológicos)
Aptidão física ao uso do solo urbano	Erosão;	Hidrovias;
	Escorregamento;	Rodovias;
	Assoreamento;	Ferrovias;
	Inundação;	Dutovias;
	Afundamento cárstico;	Uso e ocupação do solo;
	Colapso do solo;	Barragens;
Aptidão física ao uso do solo agrícola	Expansão do solo;	Indústrias;
	Recalque do solo;	Aeroportos;
	Dinâmica costeira;	Portos;
	Sismos.	Linhas de transmissão;
		Mineração.

Quadro 03. Tipos de Cartas Geotécnicas.
 Fonte: Diniz (2012, p. 31).
 Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018)

As definições propostas na figura três permitem a formulação de modelos que atendem as demandas de meios ambientes naturalizados e também antropizados, pois cada tipo de carta leva em consideração os atributos de interesse do pesquisador. Desta forma, pode-se considerar estas cartas como um instrumento de

integração e síntese de informações que permitem analisar e diagnosticar problemas e potencialidades de qualquer área.

A respeito desta questão, Diniz (2012, p.35) afirma que

num país com as dimensões do Brasil, com potencialidades de desenvolvimento e perspectivas de expansão na ocupação territorial; com problemas crítico, urbanos e fundiários, é indispensável uma política de planejamento territorial do meio físico, que considere suas potencialidades e limitações com vistas ao planejamento regional e urbano adequado.

Desta forma, fica em evidência a importância destes mapeamentos que permitem o realce das características de determinadas áreas para fins de tomada de decisão. Contudo, não se pode confiar apenas neles para que haja investimentos e ações com fins de gestão ambiental. Entretanto, esses documentos podem servir de instrumentos de apoio e como um guia, com a finalidade que políticas saiam do papel e passem a ser aplicadas para o bem estar da população.

Assim, pode-se citar alguns trabalhos desenvolvidos nos últimos 10 anos que usam do termo geoambiental e buscam propor melhoras ao recorte espacial analisado ou situar o meio ambiente nas condições que se encontram. Um exemplo, é a publicação de 2005 da Revista Mercator²⁵ dos autores Meireles et all intitulado “*Integração dos indicadores geoambientais de flutuações do nível relativo do mar e de mudanças climáticas no litoral cearense*”. Nele os autores usam o termo Geoambiental para situar processos que envolvem a variação do nível do mar e o apresentam através da figura 07.

A intenção dos autores era estabelecer se com estas variáveis geoambientais era possível identificar marcas deixadas no continente que provassem o recuo e o avanço marítimo. Desta forma, finalizando o artigo MEIRELES et all (2005, p.129) afirmam que para estudos geomorfológicos é de fundamental importância considerar estes processos considerando a “*integração das energias que modelaram a planície costeira e a transferência de materiais resultantes*”.

Outro trabalho publicado na Revista Mercator foi: *Diagnóstico Geoambiental da bacia do litoral no Ceará*; desenvolvido por Fátima Maria Soares e divulgado em 2007. O trabalho teve como objetivo “*estruturar informações sobre a distribuição espacial das formações morfoestrutural e morfoescultural das unidades de relevo na*

²⁵ Revista científica da Universidade Federal do Ceará, classificada pela Capes (2014) como A1.

bacia hidrográfica do Litoral no Estado do Ceará”. A autora buscava identificar unidades geoambientais considerando principalmente o clima e a geologia como os fatores principais para a formação das paisagens, além de referências bibliográficas acerca da temática.

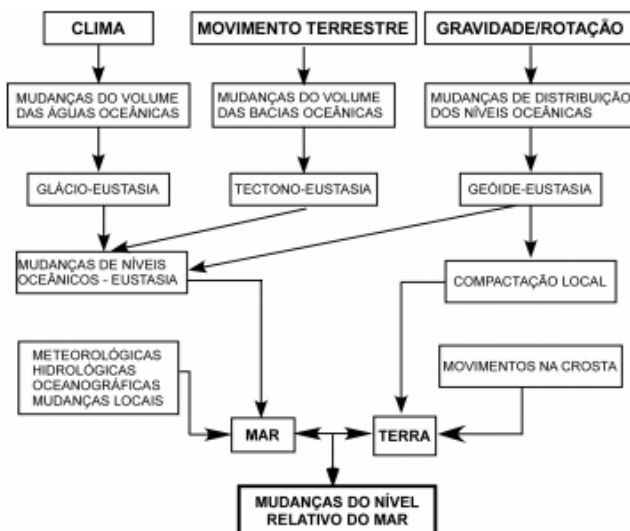


Figura 07. Fatores que controlam os níveis marinhos e continentais responsáveis pelas mudanças do nível relativo do mar durante o Quaternário.

Fonte: Meireles et al, (2005, p.113).

Desta forma, considerou-se neste trabalho que as unidades geoambientais para o Estado do Ceará são: as planícies litorâneas e de acumulação fluvial e os terraços; o planalto sedimentar; a depressão periférica úmida e subsumida; os maciços residuais; a depressão sertaneja semiárida. Nos resultados há menção que para compreensão da estruturação da paisagem natural, foi necessário incorporar informações sobre os tipos de solos que cobrem as unidades de relevo e sua cobertura vegetal, todos estes elementos descritos nos resultados.

Percebe-se que com os anos os trabalhos usando esta terminologia passam a ser publicados com mais frequência principalmente em periódicos de boa classificação acadêmica segundo critérios da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (QUADRO 04).

Ano	Periódico	Ator(es)	Título
2006	Revista Árvore	Alan Kardec Elias Martins; Carlos Ernesto G. R. Schaefer; Elias Silva; Vicente Paulo Soares; Guilherme Resende Corrêa e; Bruno Araújo Furtado de Mendonça.	RELAÇÕES SOLO-GEOAMBIENTE EM ÁREAS DE OCORRÊNCIA DE IPUCAS NA PLANÍCIE DO MÉDIO ARAGUAIA – ESTADO DO TOCANTINS.

2007	Geo Sul	Iracema Reimão Silva e; Sylvio Bandeira de Mello e Silva	CARACTERIZAÇÃO GEO-AMBIENTAL E DE OCUPAÇÃO DAS PRAIAS DA COSTA DO DENDÊ, LITORAL SUL DO ESTADO DA BAHIA.
2007	Mercator	Fátima Maria Soares.	DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL DA BACIA DO LITORAL NO CEARÁ.
2007	Revista Brasileira de Geociências	Leonardo José Cordeiro Santos; Chisato Oka-Fiori; Naldy Emerson Canalli; Alberto Pio Fiori; Claudinei Taborda da Silveira e; Julio Manoel França da Silva.	MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE GEOAMBIENTAL DO ESTADO DO PARANÁ.
2007	Revista Brasileira de Geociências	Marta Luzia Souza; Nelson Vicente Lovatto Gaspareto e; Paulo Nakashima.	DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL DA BACIA DO CÓRREGO TENENTE EM MARILUZ, PARANÁ, BRASIL.
2007	Revista Brasileira de Geomorfologia	Neise Mare de Souza Alves; Aracy Losano Fontes; Débora Barbosa da Silva e; José Antônio Pacheco de Almeida.	DINÂMICA GEOAMBIENTAL, PROCESSOS MORFODINÂMICOS E USO DAS TERRAS EM BREJO GRANDE, BAIXO SÃO FRANCISCO – SERGIPE.
2007	Revista Sociedade & Natureza	Raul Reis Amorim e; Regina Célia de Oliveira.	ANÁLISE GEOAMBIENTAL DOS SETORES DE ENCOSTA DA ÁREA URBANA DE SÃO VICENTE-SP
2008	Revista Brasileira de Geociências	Silas Gubioso; Wânia Duleba; Andreia C. Teodoro; Silvio Miranda Prada; Marcelo M. da Rocha; Claudia Conde Lamparelli; José Eduardo Bevilacqua e; Débora Ogler Moura.	ESTUDO GEOAMBIENTAL DA REGIÃO CIRCUNJACENTE AO EMISSÁRIO SUBMARINO DE ESGOTO DO ARAÇÁ, SÃO SEBASTIÃO (SP).
2009	Mercator	Maria Tereza Souza Pereira da Costa e; Niédja Maria Galvão Araujo e Oliveira.	AVALIAÇÃO GEOAMBIENTAL DA ZONA COSTEIRA DO BAIRRO DE CANDEIAS, PERNAMBUCO.
2009	Geografia – Rio Claro	Dionara De Nardin e; Luis Eduardo de Souza Robaina	ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL NO OESTE DO RIO GRANDE DO SUL: BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO MIRACATU.
2010	Mercator	Flávia Jorge de Lima; Luiz Antônio Cestaro e; Paulo Cesar de Araújo.	SISTEMAS GEOAMBIENTAIS DO MUNICÍPIO DO CRATO/CE.
2010	Mercator	Sâmara Rachel Ribeiro da Silva; Iêde de Brito Chaves e; José Jakson Amâncio Alves.	SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO APLICADOS AO ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL: Bacia Hidrográfica do Açude Camará – PB.
2010	Revista Árvore	Pedro Christo Brandão; Vicente Paulo Soares; Felipe Nogueira Bello Simas; Carlos Ernesto G. R. Schaefer; Agostinho Lopes de Souza e; Bruno Araújo Furtado de Mendonça.	CARACTERIZAÇÃO DE GEOAMBIENTES DA FLORESTA NACIONAL DO PURUS, AMAZÔNIA OCIDENTAL: UMA CONTRIBUIÇÃO AO PLANO DE MANEJO.
2010	Revista Sociedade & Natureza	Braz Calderano Filho; Helena Polivanov; Antonio Jose Teixeira Guerra; Cesar da Silva Chagas; Waldir de Carvalho Júnior e; Sebastião Barreiros Calderano.	ESTUDO GEOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE BOM JARDIM – RJ, COM SUPORTE DE GEOTECNOLOGIAS: SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO DE PAISAGENS RURAIS MONTANHOSAS.

2010	Revista Sociedade & Natureza.	V. C. Jha e; S. SAHA.	DEGRADAÇÃO GEOAMBIENTAL NAS BACIAS DE RIOS PENINSULARES EM JHARKHAND, ÍNDIA.
2010	Revista Sociedade & Natureza.	Dionara De Nardin e; Luís Eduardo de Souza Robaina.	ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL NO OESTE DO RIO GRANDE DO SUL: UM ESTUDO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS EM PROCESSO DE ARENIZAÇÃO.
2012	Geografia – Rio Claro	Leandro de Godoi Pinton e; Cenira Maria Lupinacci da Cunha.	ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL E FUNCIONAL DA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE CUBATÃO-SP.
2013	Geografia – Rio Claro	Danilo Francisco Trovó Garófalo e; Marta Felícia Marujo Ferreira.	ANÁLISE GEOAMBIENTAL DE BACIAS HIDROGRÁFICAS SITUADAS EM ÁREAS DE TRANSIÇÃO URBANO-RURAL: UMA APLICAÇÃO NA BACIA DO RIBEIRÃO DO PÂNTANO, ALFENAS (MG).
2013	Geografia – Rio Claro	Rení Lepiani Dias e; Regina Célia de Oliveira.	ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DO LITORAL SUL DO ESTADO DE SÃO PAULO.
2014	Ra'ega	Jesã Pereira Kreitlow; Sandra Mara Alves da Silva Neves e; Ronaldo José Neves, Milson Evaldo Serafim.	ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DA TECA NO MUNICÍPIO DE CÁCERES/MATO GROSSO – BRASIL.
2014	Revista Sociedade & Natureza	Leandro de Godoi Pinton e; Cenira Maria Lupinacci da Cunha.	DIAGNÓSTICO DO ESTADO GEOAMBIENTAL DA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE CUBATÃO (SP).

Quadro 04. Artigos publicados em revistas acadêmicas brasileiras conceito Qualis Capes Geografia - A1 e A2 nos anos 2006 até 2014 que possuem no título a inferência a estudos de caráter geoambientais.

Org. OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2016).

Além disso, muitos trabalhos de finalização de curso de graduação, mestrado e doutorado passaram a usar esta terminologia em seus títulos, indicando o uso de uma metodologia para classificação do lugar de análise. Além disso, a Universidade Federal Fluminense – Campus de Praia Vermelha/RJ, no Instituto de Geociências possui um Departamento de Análise Geoambiental, este que desenvolve atividades de ensino, pesquisa e extensão aplicadas à análise territorial e ambiental de forma interdisciplinar, focalizando processos ambientais e urbanos e seus respectivos impactos na sociedade e aplicando geotecnologias e referenciais teóricos de diversas áreas de conhecimento.

Desta forma, é possível perceber que estudos que envolvam análises geoambientais estão cada vez mais presentes do dia a dia dos estudos acadêmicos, e estão se tornando mais necessários. Assim, é preciso analisar os conceitos e metodologias utilizadas para orientar e permitir que os objetivos sejam condizentes com o conceito que se valem.

3. METODOLOGIAS UTILIZADAS EM ZONEAMENTOS GEOAMBIENTAIS

Orientar um trabalho científico na maioria das vezes é um passo difícil para o pesquisador. Encontrar o método, bem como as metodologias que norteiam a pesquisa científica se torna fundamental para o desenvolvimento positivo de qualquer trabalho.

Desta forma, este capítulo apresenta os conceitos que orientam esta análise, bem como as considerações que trazem rigor as considerações feitas por ela. Além disso, elencam e elucidam os procedimentos que trazem sucesso aos processos pretendidos por ela.

3.1 Método científico

Os procedimentos metodológicos que são utilizados na análise dos fenômenos devem ser relacionados com a natureza do objeto que se estuda e a visão do pesquisador (CHRISTOFOLETTI, 1999). Todas as ciências caracterizam-se pela utilização de métodos científicos, mesmo que essa não seja restrita apenas a estudos deste cunho. Para Marconi; Lakatos (2010, p.65)

[...] a utilização de métodos científicos não é da alçada exclusiva da ciência, mas não há ciência sem o emprego de métodos científicos. Assim, o método é o conjunto de atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo – conhecimentos válidos e verdadeiros – traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista.

A busca da explicação dos fenômenos naturais vem desde os primórdios da humanidade, onde a causalidade desses era atribuída a entidades divinas de caráter sobrenatural. Com o fortalecimento do conhecimento religioso, essa concepção se fortalece e o caráter sagrado das leis da natureza passa a ser designado aos deuses, adquirindo assim caráter dogmático.

Apenas no século XVI, com o avançar do conhecimento filosófico, cresce a procura das causas dos fenômenos buscando não apenas a explicação religiosa, mas a investigação racional na procura por garantia das causas dos acontecimentos

desses. Sendo assim, através da observação científica aliada ao raciocínio há a busca da essência real desses fenômenos (MARCONI; LAKATOS, 2010).

Com o passar do tempo, os métodos foram sendo modificados e aperfeiçoados, bem como foram surgindo novos que explicam como os fenômenos se dão e como eles surgem. Marconi; Lakatos, (2010, p.66) afirmam que “o método científico é a teoria da investigação.” e que para alcançar os objetivos (da pesquisa), de forma científica é necessário cumprir as algumas etapas.

Primeiramente é necessário encontrar e definir um problema de pesquisa ou uma lacuna na ciência que se deva ser estudada. Esse problema deve ser relevante à ciência, uma vez que os métodos que se utilizarão para seu estudo são condizentes a pesquisa científica acadêmica e devem sempre contribuir para o avanço desta.

Esse problema, depois de identificado, deve ser analisado, a fim de se verificar se ele contém ou não uma explicação já definida. No caso de conter, finaliza-se a pesquisa, uma vez que suas lacunas já foram anteriormente identificadas e possivelmente analisadas e resolvidas. No caso de não conter uma explicação, torna-se uma pesquisa a ser desenvolvida. Dessa forma, inicia-se a procura por conhecimentos já adquiridos ou por instrumentos que possam ajudar a solucionar o problema identificado, esses que relevantes a essa pesquisa, auxiliarão na tentativa de solução desta lacuna científica.

Essa procura por conhecimentos e instrumentos direciona-se a busca à tentativa de solução do problema identificado. No caso dessa tentativa ser inútil, começa-se a procura de novas ideias e instrumentos que possa vir a ser pontuais nesta pesquisa para a solução de suas incógnitas. Essas soluções identificadas, bem como o encontro e geração de novas ideias que solucionem os problemas, são postas a prova, se satisfatórias concluem a pesquisa, se não satisfatórias, iniciam-se um novo ciclo de pesquisa com a busca de novos problemas de pesquisa.

Caso a tentativa seja útil para a pesquisa desenvolvida, esta ainda é colocada à prova, a fim de prever se os conhecimentos realmente condizem com o que se busca solucionar. Se sim, conclui-se a pesquisa, caso contrário, começa-se um novo ciclo, onde há necessidade da busca de novos problemas que necessitem de solução na pesquisa científica.

Para cumprir os objetivos da pesquisa, é necessário procurar um método que se adeque a essa, uma vez que existem diversos métodos que embasam diferentes

tipos de pesquisa de cunho científico. Esses se diferenciam pelos seus graus de abstração e finalidade explicativa, e também pelos seus modos de explicação e momento que a pesquisa se situa. Marconi; Lakatos (2010, p.88) afirmam que

o método se caracteriza por uma abordagem mais ampla, em nível de abstração mais elevado, dos fenômenos da natureza e da sociedade. Assim teríamos em primeiro lugar, o método de abordagem assim discriminado: a) método indutivo: cuja aproximação dos fenômenos caminha geralmente para planos cada vez mais abrangentes, indo das constatações mais particulares às leis e teorias (conexão ascendente); b) método dedutivo: que partindo das teorias e leis, na maioria das vezes prediz a ocorrência dos fenômenos particulares (conexão descendente); c) método hipotético-dedutivo: que se inicia pela percepção de uma lacuna nos conhecimentos, acerca da qual formula hipóteses e, pelo processo de inferência dedutiva, testa a predição da ocorrência de fenômenos abrangidos pela hipótese; d) método dialético – que penetra o mundo dos fenômenos através de sua ação recíproca, da contradição inerente ao fenômeno e da mudança dialética que ocorre na natureza e na sociedade.

Sendo assim, a presente pesquisa será embasada pelo método indutivo. Para Lakatos e Marconi (2007, p.86),

indução é um processo mental por intermédio do qual, partindo de dados particulares, suficientemente constatados, infere-se uma verdade geral ou universal, não contida nas partes examinadas. Portanto, o objetivo dos argumentos indutivos é levar a conclusões cujo conteúdo é muito mais amplo do que o das premissas nas quais se basearam.

A generalização deste método não ocorre mediante escolhas das respostas, uma vez que estas devem se repetir para serem consideradas verdadeiras, assim são geralmente baseadas na experimentação. Isso significa que a indução parte de um fenômeno para chegar a uma lei geral por meio da observação e de experimentação, visando a investigar a relação existente entre dois fenômenos para se generalizar (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Segundo GIL (2008), desde o aparecimento no *Novum organum*, de Francis Bacon (1561, 1626), o método indutivo passou a ser visto como o método por excelência das ciências naturais. No raciocínio indutivo, a generalização deriva de observações de casos da realidade concreta, neste trabalho metodologias já propostas por pesquisadores, desta forma as constatações particulares levarão à elaboração de generalizações indutivas.

3.2 Pesquisa bibliográfica

Hoje, diversas são as fontes de pesquisa disponíveis para o pesquisador para sua consulta. Contudo, determinado pelo objeto de sua investigação, pela dificuldade na obtenção dos dados, pelo nível de precisão exigido e pelos recursos materiais de que dispõe o pesquisador nem sempre há possibilidade de deste testar as hipóteses geradas em sua investigação (GIL, 2008).

Assim, a coleta de dados passa a ser um fato muito importante, uma vez que é através dela que ele poderá obter as respostas que serão fundamentais para sua análise. Desta forma, Gil (2008, p.50) afirma que

assim, podem ser definidos dois grandes grupos de delineamentos: aqueles que se valem das chamadas fontes de "papel" e aqueles cujos dados são fornecidos por pessoas. No primeiro grupo estão a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental. No segundo estão a pesquisa experimental, a pesquisa ex-post-facto, o levantamento, o estudo de campo e o estudo de caso.

Algumas pesquisas necessitam de ambas as fontes de dados para contemplar seus resultados, não sendo um excludente do outro, ao contrario, muitas vezes a análise experimental reafirma e comprova o que está descrito em relatórios teóricos. Esta pesquisa será baseada em uma análise bibliográfica, baseada em um material já elaborado, constituído exclusivamente por trabalhos científicos publicados em meios acadêmicos reconhecidos.

Gil (2008, p.50) reafirma as vantagens deste tipo de pesquisa

a principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente. Esta vantagem se torna particularmente importante quando o problema de pesquisa requer dados muito dispersos pelo espaço. Por exemplo, seria impossível a um pesquisador percorrer todo o território brasileiro em busca de dados sobre a população ou renda per capita; todavia, se tem à sua disposição uma bibliografia adequada, não terá maiores obstáculos para contar com as informações requeridas.

Contudo este tipo de pesquisa não possui apenas vantagens. Caso um pesquisador equivoque-se em sua análise, está poderá ser reproduzida e difundida em outros trabalhos acadêmicos. Gil (2008, p.50) afirma que para reduzir este erro é necessário assegurar-se das "condições em que os dados foram obtidos, analisar

em profundidade cada informação para descobrir possíveis incoerências ou contradições e utilizar fontes diversas, cotejando-se cuidadosamente”. Desta forma, considerando e conhecendo as vantagens e desvantagens deste tipo de pesquisa, crê-se que suas vantagens tendem a qualificar este trabalho, por contar com trabalhos do país e de fontes acadêmicas sérias e de prestígio. Conhecendo suas desvantagens pretende-se ser cauteloso em suas nuances e na possibilidade de sua ocorrência.

3.3 Procedimentos de análise

Esta pesquisa, em particular, de caráter documental elege procedimentos técnicos que ocorreram em gabinete. Desta forma, começou-se com a revisão bibliográfica, referente aos assuntos que dizem respeito à pesquisa, tais como a cartografia geotécnica e geoambiental, que traz um histórico destes conceitos, bem como exibem trabalhos que estão sendo feitos atualmente em torno do desenvolvimento destas áreas, análise sistêmica, um conceito mais metodológico que retrata a importância de uma análise integrada dos componentes naturais que compõem a pesquisa, zoneamento ambiental, identificando as legislações que nos orientam nos trabalhos desta ordem e quais as vias legais que amparam trabalhos com estes fins e outros.

A possibilidade de acesso de um amplo número de trabalhos disponibilizados de forma eletrônica torna possível a divulgação bem como a leitura de pesquisas de todas as regiões do país. Apesar da maioria delas ser de caráter local ou regional, as variações e as similaridades de cada uma podem ser identificadas através da possibilidade de virtualização destas análises.

Neste trabalho, as consultas se deram em trabalhos disponibilizados nas páginas eletrônicas dos programas de pós-graduação de Geografia e Geociências de todo Brasil, além de revistas científicas com a classificação Qualis Capes Geografia B3 ou superior (2016). Os trabalhos analisados (82) estão disponibilizados para consulta no final desta tese, anexo digital.

Com as pesquisas em mãos elaborou-se uma tabela identificando quais os parâmetros naturais e/ou antrópicos foram utilizados para determinar a análise geoambiental proposta por cada pesquisador ou equipe de pesquisa. Assim, listando

os itens, e baseado nos parâmetros de maior ocorrência e nos mais significativos, propôs-se a metodologia de Zoneamento Geoambiental, para que através dela pudessem-se identificar áreas de fragilidade e potencialidade ambiental a fim de guiar trabalhos que busquem esta proposta e identifiquem-se com os objetivos propostos norteados por esta.

A utilização de SIG e técnicas computacionais de cruzamentos e superposição de temas são analisadas e discutidas. Esta análise conjunta permitiu caracterizar elementos analisados regionalmente e assim entender se há elementos variáveis presentes e indispensáveis em determinadas regiões do país.

Acredita-se aqui que os elementos selecionados serão de comum análise dos geógrafos. Assim, não se pretende propor análises que fujam da proposta geográfica, logo, almeja-se sugerir um padrão consensual e de entendimento comum à todos os pesquisadores.

3.4 Avaliação por múltiplos critérios

A análise multicritério surge na necessidade da implantação de curso de ação em projetos de análises ambientais ou sociais, uma vez que diagnósticos de impactos ambientais tem se tornado obrigatório na implantação de qualquer tipo de projeto que impacte o meio ambiente. Contudo, esses projetos muitas vezes são onerosos e demorados fazendo com que seus responsáveis muitas vezes não sejam aptos a realizá-los ou façam de forma simplificada a fim de agilizá-los.

Entretanto, apesar da pressa ou dos desrespeitos dessas regras por parte dos tomadores de decisão, a Comunidade Europeia avaliou que impactos com a prevenção de acidentes de ordem ambiental são muito inferiores comparados com os decorrentes de recuperação de áreas com a degradação já estabelecida. Desta forma, reafirma-se a necessidade desta tarefa complexa de análise de variáveis nem sempre quantitativas, mas que pode ajudar a evitar acidentes de grande impacto (LUCENA, 1996).

As técnicas multicriteriais surgem então, baseadas em métodos desenvolvidos na teoria da decisão, economia, estatística e psicometria, sendo bem poucas as metodologias multicriteriais propriamente ditas existentes, sendo que algumas são variações das teorias de decisão (Teoria da Utilidade e o Processo de

Análise Hierárquica, por exemplo). Desta forma, segundo Lucena (1996, p.02) este tipo de tomada de decisão, tem hoje como objetivo

identificar e selecionar o melhor curso de ação, quando se depara com um problema de decisão complexo que envolve objetivos múltiplos e até certo ponto conflitantes. Esta nova forma de encarar o processo de tomada de decisão permite a consideração de diversos fatores relevantes que possibilitam uma análise mais detalhada das vantagens e desvantagens dos alternativos cursos de ação de um sistema. Dentre estes fatores, pode-se destacar os grupos envolvidos na tomada de decisão, bem como os interesses e critérios que movem cada um deles.

A avaliação geoambiental pressupõe a consideração de diversos fatores que condicionam a ocorrência de diferentes potencialidades e suscetibilidades. O cruzamento dessas variáveis, como prevê o método da combinação de mapas com base heurística, constitui-se em um problema complexo, uma vez que cada fator influencia de maneira distinta.

Nessa perspectiva, os SIG tornam-se uma ferramenta extremamente útil, pois permitem combinar dados espaciais de diversas fontes, bem como realizar uma série de operações analíticas a fim de elaborar cenários, resolver conflitos e fornecer o suporte às decisões tomadas (BONHAM-CARTER, 1996). Entre as ferramentas de apoio à decisão incorporadas dentro dos SIG destacam-se os métodos de avaliação por múltiplos critérios MCE - *Multi Criteria Evaluation*, devido a sua capacidade de comparar diferentes cenários conforme vários critérios. Os métodos de MCE agregam um valor substancial à informação, pois, não só permitem a abordagem de problemas complexos, mas também dão ao processo de tomada de decisão clareza e transparência, auxiliando os usuários a definir melhor o problema e a revisar sistematicamente suas decisões (USGS²⁶, 2012).

A respeito da utilização deste critério de avaliação, Lucena (1996, p.03) afirma que

esta nova forma de encarar o processo de tomada de decisão permite a consideração de diversos fatores relevantes que possibilitam uma análise mais detalhada das vantagens e desvantagens dos alternativos cursos de ação de um sistema. Dentre estes fatores, pode-se destacar os grupos envolvidos na tomada de decisão, bem como os interesses e critérios que movem cada um deles.

²⁶ United States Geological Survey.

Para a integração de diferentes fatores com base na avaliação por múltiplos critérios podem-se utilizar diversas metodologias: a *booleana*; a combinação linear ponderada - WLC - *Weighted Linear Combination* e; a média ponderada ordenada OWA -*Ordered Weighted Average* (EASTMAN, 1998).

A abordagem *booleana* é a mais simples entre estas metodologias. Nesse método os fatores condicionantes são convertidos para a forma binária, onde o valor um (favorável) representa áreas nas quais a informação se adequa às condições impostas pelo estudo, enquanto que o valor zero (desfavorável) representa áreas inadequadas. Após esta padronização, os fatores são combinados, gerando um mapa com as regiões que atendem ou não às condições estabelecidas (CÂMARA et al., 1996).

Na WLC, os fatores são padronizados para uma escala numérica comum, ponderados de acordo com a sua contribuição no processo estudado e combinados por meio de uma média ponderada (EASTMAN, 2009). O resultado é uma imagem de aptidão com valores contínuos que representam a adequação da superfície de estudo para o objetivo proposto.

O método da média ponderada ordenada diferencia-se da combinação linear ponderada porque, além de utilizar os pesos de importância dos critérios (chamados de pesos de compensação), consideram outros conjuntos de pesos, denominados pesos de ordenação (EASTMAN, 2009). Os pesos de ordenação controlam a maneira pela qual os pesos de compensação são agregados, possibilitando um maior grau de controle sobre o nível global de compensação entre os fatores, assim como do nível de risco na determinação da aptidão (EASTMAN, 1998; JIANG e EASTMAN, 2000).

Nas abordagens não *booleanas* de avaliação por múltiplos critérios, como a WLC e a OWA, deve-se determinar a importância relativa de cada fator para, deste caso, condicionantes que indiquem vulnerabilidade ou potencialidades geoambientais. Essa determinação pode ser realizada através da atribuição direta de pesos para cada fator condicionante ou com o auxílio de técnicas de ponderação.

Essa técnica é também chamada de critério de pontos e a utilização destas permite reduzir a imprecisão e subjetividade inerentes à atribuição de pesos. A respeito deste critério Lucena (1996, p.03) afirma que

o método do Critério dos Pontos permite levar em consideração a rentabilidade do empreendimento e os principais fatores significativos como, por exemplo, os objetivos do projeto e principais impactos, sejam eles positivos e/ou negativos. Sua aplicação é dividida em três etapas. Na primeira etapa são identificados todos os fatores significativos do problema em questão. A etapa seguinte é composta da ponderação dos fatores segundo uma escala de valores e finalmente passa-se à etapa de montagem das tabelas, nas quais estão representados os pesos dos fatores além da pontuação atribuída a cada alternativa considerada em relação a cada fator.

De maneira que o resultado deste trabalho, centra-se em uma proposta de mapas na escala de 1:50.000, decidiu-se quais as variáveis físicas seriam mais significativas para indicação do mapeamento considerando a frequência em trabalhos acadêmicos e sua dada importância. Desta forma, se acredita que este método vem a elucidar esta proposta e metodologia indicando assim, quais são variantes que combinadas indicam grau de potencialidade ou vulnerabilidade ambiental.

3.5 Análise das variáveis incorporadas ao Zoneamento Geoambiental

A seleção dos fatores a serem incorporados na análise é a parte mais complicada da avaliação por múltiplos critérios, pois a utilização de poucas variáveis pode levar à desconsideração de aspectos importantes e, por outro lado, um número grande de fatores pode aumentar desnecessariamente o tempo de processamento, bem como o esforço na análise e interpretação de resultados. Portanto, para tornar o método mais compacto e eficiente, é necessário considerar a disponibilidade, a eficácia e a independência de cada fator.

Neste estudo, serão selecionados os fatores condicionantes mais utilizados na literatura analisada, dispostos no quadro 05 que, em tese, afetam significativamente as características que indicam potencialidades e suscetibilidades ambientais.

Análise	ESCALA	GEOLOGIA	GEOMORFOLOGIA	SOLOS	VEGETAÇÃO	HIDROCLIMATOLOGIA	GEOTECNICA	AÇÃO ANTRÔPICA	CLIMA	HIDROLOGIA/DRENAGEM	FAUNA
1	-	X	X	X	X	X					
2	1:25.000		XX ²⁷								
3	1:150.000	X	X	X	X	X					
4	-	X	X	X							
5	1:50.000	X	X				X			X	
6	1:25.000		X	X	X			X			
7	1:50.000	X	X	X				X	X	X	
8	-	X	X	X	X						
9	-										
10	1:85.000	X		X	X			X	X		
11	-	X	X	X	X	X					
12	-	X	X						X		
13	-	X	X	X	X				X	X	
14	1:50.000	X	XX	X				X			
15	-										
16	-	X	X		X				X		
17	1:100.000	X	X	X	X			X	X	X	
18	1:100.000	X	X	X				X		X	
19	1:85.000	X		X				X	X		
20	1:50.000	X	X	X	X			X		X	
21	1:50.000	X	XX	X	X			X		X	
22	1:10.000	X	XX					X		X	
23	1:50.000	X	X	X				X	X		
24	1:100.000	X	X	X	X			X	X	X	
25	1:20.000	X	X	X	X				X	X	
26	1:100.000	X	X	X	X	X			X	X	
27	-	X	X								
28	1:100.000	X	X	X	X				X		
29	1:5.000	X	X	X	X				X		
30	1:50.000	X	X		X						
31	-	X	X	X	X	X		X			
32	1:90.000	X	X	X	X			X	X	X	
33	1:50.000	X	X	X	X			X	X	X	X
34	1:500.000		X	X	X			X			
35	1:50.000	X	XX	X				X		X	X
36	1:50.000	X	X					X			
37	1:50.000	X	X	X	X			X	X		
38	1:50.000	X	X					X	X	X	
39	1:100.000	X	X	X	X			X			
40	1:50.000	X	X	X	X			X	X	X	
41	1:250.000	X	X	X	X			X			
42	-	X	XX	X					X	X	

²⁷ **XX** – Trabalhos que na variável geomorfologia analisam o fator declividade especificamente (12/72).

43	-			X							
44	-	X	X	X							
45	1:25.000	X	X					X			
46	1: 50.000										
	1:75.000	X	X								
	1:80.000										
	1:100.000										
47	1:50.000		XX								
48	1:50.000	X	X	X			X	X			
49	1:20.000	X	XX				X		X		
50	1:50.000	X	X	X	X				X		
51	1:30.000		X								
52	1:50.000	X	X		X			X			
53	1:50.000	X	X	X			X				
54	1:100.000	X	XX		X		X				
55	1:50.000	X	XX	X	X		X				
56	1:50.000	X	XX	X	X		X				
57	1:3.500	X	X				X		X		
58	-										
59	-	X	X		X						
60	1:10.000	X	X				X				
61	-										
62	-	X	X	X	X		X	X	X		
63	-	X	X				X				
64	1:5.000	X	X	X			X		X		
65	-	X					X		X		
66	-	X	X	X							
67	1:2.500	X	X	X			X		X		
68	1:750	X		X					X		
69	-	X	X	X	X			X	X		
70	-	X	X	X				X			
71	1:50.000		XX	X	X		X	X	X		
72	1:100.000	X	X	X					X		
73	1:50.000	X	X						X		
74	-		X	X							
75	-	X	X	X				X	X		
76	-		X						X		
77	1:50.000	X	X	X			X				
78	-										
79	-										
80	1:100.000	X	X				X		X		
81	-	X	X				X		X		
82	-	X	X				X	X	X		

Quadro 05. Representação das variáveis utilizadas em cada análise.
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

Estes dados ficam mais bem representados quantitativamente no gráfico 01, onde se pode ter uma dimensão do total comparativo de cada variável empregada. É

visto que algumas variáveis estão agrupadas, como por exemplo, ação antrópica, que congrega uso e ocupação do solo, uso atual, atividade humana ou apenas uso da terra e também vegetação que contempla cobertura e formação vegetal.

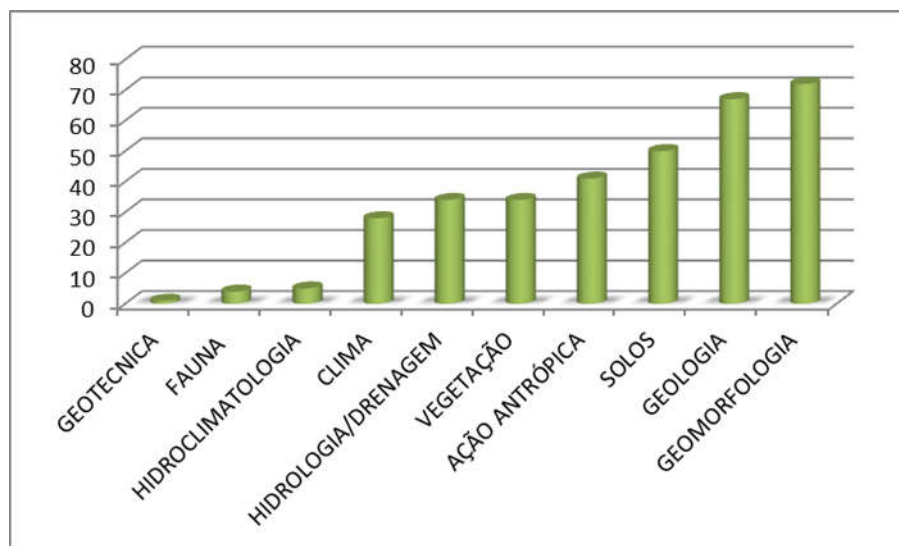


Gráfico 01. Representação quantitativa das variáveis utilizadas em cada análise.
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

A variável mais representativa é a geomorfologia, com 72 aparições, seguida da geologia com 67. Visto que são variáveis importantes para a alocação de culturas, implantação de obras urbanas ou até mesmo dispõem de legislação ambientais para uso, ambas variáveis são consideradas em mais de 80% dos trabalhos. Avaliadas estas, entende-se o porquê das variáveis seguintes também serem expressivas, uma vez que são condicionadas pelas outras.

Sendo assim, percebe-se que apesar dos objetivos dos trabalhos analisados, muitas vezes serem distintos, as considerações feitas por eles em relação ao objeto de análise são parecidos uma vez que estudam, em sua maioria, o meio ambiente natural.

4. ANÁLISES E DISCUSSÕES DE PESQUISAS DE ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL

Este capítulo resulta dos estudos propostos nos objetivos desta tese. Nele são apresentadas as considerações realizadas após a análise dos trabalhos revisados na busca da identificação de padrões que orientasse a proposta de uma metodologia única de trabalho, neste caso o objetivo geral desta pesquisa, a metodologia para trabalhos Geoambientais.

Nele são apresentados os fundamentos que baseiam esta metodologia, bem como os trabalhos que nortearam os resultados e que aparecem aqui, exemplificando a importância de cada etapa. Desta forma, é possível afirmar que cada um dos subitens, trás uma etapa da metodologia proposta e colabora para o sucesso do objetivo final.

4.1 Escala de trabalho

Quando se trabalha com mapeamento, muitas questões são levadas em consideração a respeito dos documentos que serão gerados através da metodologia proposta. Muitos autores/pesquisadores consideram a questão de um padrão próprio de disposição dos elementos do mapa, outros a escala de cores para suas representações e, até mesmo, modelos de titulação dos documentos. Contudo, nenhuma destas questões é tão relevante quando a questão da escala dos mapas.

A definição da escala é fundamental, uma vez que é ela que vai determinar o quanto da superfície será representado nos documentos gerados e conseqüentemente seus detalhes. Desta forma, considera-se que muitos autores conceituam escala atendendo as relações do “modelo *versus* o real”, permitindo afirmar, segundo Duarte (1989, p.17) que “escala é a razão entre as dimensões gráficas (mapa) e as dimensões naturais (objeto real)”. O mesmo autor ainda alega que todo o pesquisador que se utiliza de mapas para apoiar suas análises, precisa entender teórica e praticamente a respeito de escala, uma vez que um valor numérico determinará a proporção entre o objeto natural e o que quer ser representado (DUARTE, 1989).

A unidade fundamental da escala usado no Brasil é o metro, desta forma, usam-se variações de seus múltiplos para fazer representações maiores e menores desta medida. Esta tese, propõem que a escala utilizada na metodologia de trabalho referentes a assuntos geoambientais se deem na escala 1:50.000, uma vez que nela pode-se abranger municípios em sua totalidade além de bacias hidrográficas maiores sem perder detalhes considerando o agrupamento de informações de caráter naturais e/ou antrópicas, relevantes a este trabalho.

Das 82 análises realizadas por esta tese, 30 não citaram as escalas em que realizaram análise, 21 delas se utilizaram da escala 1:50.000, 15 trabalhos usaram escalas inferiores a 1:50.000, além de dois trabalhos 1:85.000, um trabalho com escala 1:90.000, nove trabalhos 1:100.000, dois trabalho com escala 1:150.000, um trabalho 1:250.000 e dois com escala 1:500.000. Observa-se então que esta é, também nos trabalhos analisados, a escala mais representativa (GRÁFICO 02).

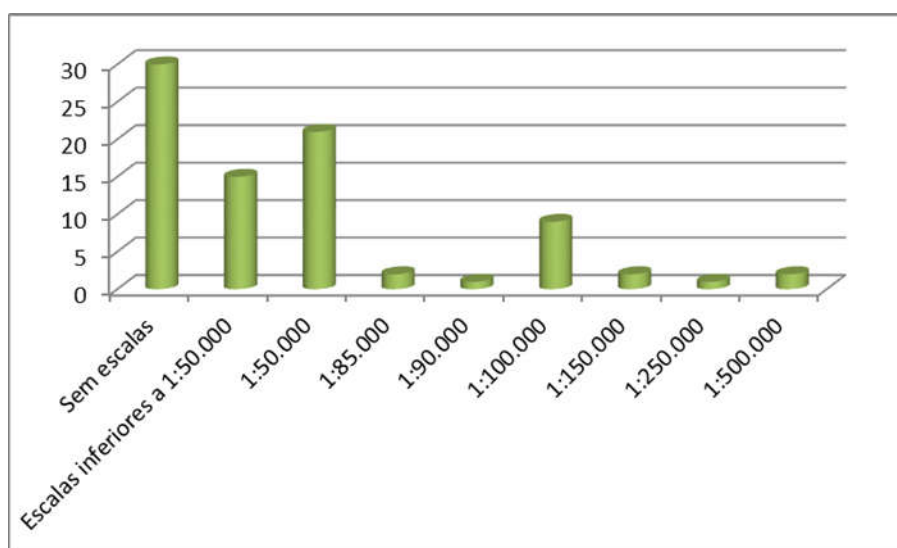


Gráfico 02. Representação quantitativa das escalas utilizadas nas análises.
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

Nas pesquisas que serviram de subsídios para esta tese a escolha da escala 1:50.000 se dá, principalmente, por ser o suficiente para abranger a totalidade, ou grande parte territorial de um município e/ou também áreas que são protegidas por lei. Assim, a abundância e a disponibilidade de cartas topográficas nesta escala também são um facilitador quando há escolha de que em qual escala se deve trabalhar. Além disso, o grau de detalhamento das cartas nesta escala permite que a homogeneização dos dados seja o suficiente para distinguir áreas diferenciais com

grau de erro pequeno, quando se aliam dados topográficos (MDE) e de sensoriamento remoto (imagens de satélite).

Nenhum destes trabalhos deixa claro a motivação do uso desta escala, contudo as porções territoriais analisadas condizem, como citado anteriormente quando avalia-se esta escolha. Porém, nem todos os trabalhos que se utilizaram da escala 1:50.000 analisam apenas o município em si. Desta forma, alguns fazem análise de áreas protegidas por lei (Análise Geoambiental das Unidades de Conservação de Sabiaguaba (Fortaleza – CE) / UFC - 2009) (FIGURA 08), outros apenas de uma porção do município (Elaboração de Zoneamento Geoambiental para o Perímetro Urbano do Município de Santa Maria – RS / UFSM - 2009) (FIGURA 09), mas também há os estudos que abranjam a totalidade municipal buscando contribuir com outros estudos (Zoneamento Geoambiental do município de Praia Grande (SP): uma contribuição aos estudos sobre a Baixada Santista / UNESP - 2010) (FIGURA 10).

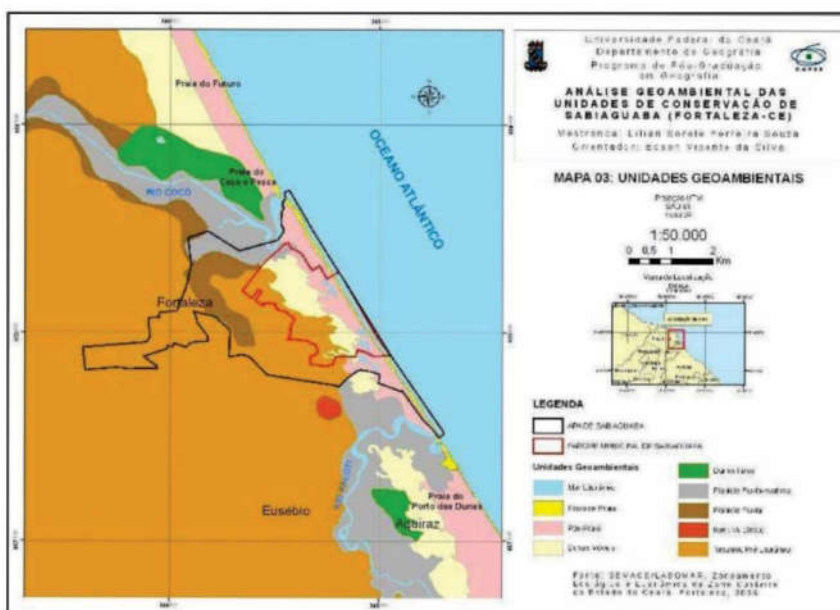


Figura 08. Mapa de Unidades Geoambientais das unidades de conservação de Sabiaguaba (Fortaleza-CE).

Fonte: SOUZA, Lilian Sorele Ferreira (2009, p.94).

suscetibilidades ambientais sem perda de detalhes importantes para qualquer trabalho que tenha estes objetivos.

4.2 Considerações sobre as variáveis utilizadas nas análises

Seguindo a proposta desta tese, a escolha das variáveis que fazem parte desta pesquisa deu-se pela recorrência nos trabalhos de ordem geoambiental analisados. A leitura destes permitiu o entendimento da escolha das variáveis pelos pesquisadores, uma vez que cada pesquisa tinha objetivos gerais e específicos que justificavam suas escolhas, mas a sua maioria tinha como base de análise as cinco elementos naturais aqui elegidas.

Como exemplo, pode-se expor a pesquisa de Calderano Filho (2010, p.56), que teve como objetivo geral “produzir informações físico-bióticas dos elementos componentes da paisagem, visando fornecer subsídios para o planejamento geoambiental de paisagens rurais montanhosas na serra dos Órgãos, ocupadas com agricultura familiar”. Na busca de identificar processos de fragilidade ambiental que fundamentem esta pesquisa, o autor (2010, p.56) afirma que

as características geoambientais locais como relevo acidentado, solos com textura variável, características topográficas do relevo montanhoso e intenso regime pluviométrico, suas terras são consideradas de elevada vulnerabilidade aos processos erosivos como a movimento de massas e escorregamentos.

Além disso, o autor (2010, p.57) usa os SIG's para elaborar a proposta de seu trabalho, afirmando que “em estudos ambientais, constituem atualmente tecnologia adequada para auxiliar na elaboração de propostas de manejo ambiental”. Desta forma, Calderano Filho (2010, p.70) conseguiu como resultado que

os produtos gerados com diagnóstico geoambiental [permitissem] conhecer as propriedades e atributos dos elementos físicos e bióticos da paisagem, possibilitando avaliar as potencialidades e limitações de cada componente, com base nas ofertas ecológicas apresentadas, como planejar o uso e manejo dos recursos disponíveis com base na realidade local, além de contribuir para elaboração de um plano de manejo conservacionista da área.

Percebe-se que a proposta do pesquisador não era realizar um mapeamento geoambiental, mas sim usar das variáveis para efetivar o objetivo da pesquisa, utilizando-se também dos SIG's. Pode-se assim compreender que apesar de não ter um mapa Geoambiental como produto final de seu trabalho, as considerações feitas sobre sua área de pesquisa, bem como seus resultados são frutos de um trabalho de ordem geoambiental.

Na dissertação de Joselito Teles Gonçalves Jr (2012), apresentada a Universidade Estadual do Ceará, busca identificar mudanças Geoambientais decorrentes da exploração de urânio no município de Santa Quitéria (CE). Desta forma, tem como objetivo realizar a caracterização geoambiental e avaliar os possíveis impactos ambientais da exploração mineral estratégica do fosfato e do urânio no município.

Contudo, o autor associa as análises geoambientais aos sistemas ambientais do meio físico, e acaba por gerar um mapeamento (FIGURA 11) que sintetiza esses sistemas. Assim, há uma descrição destes parâmetros, tido segundo o autor, com bases geomorfológicas, uma vez que afirma que são eles delimitam os sistemas ambientais.

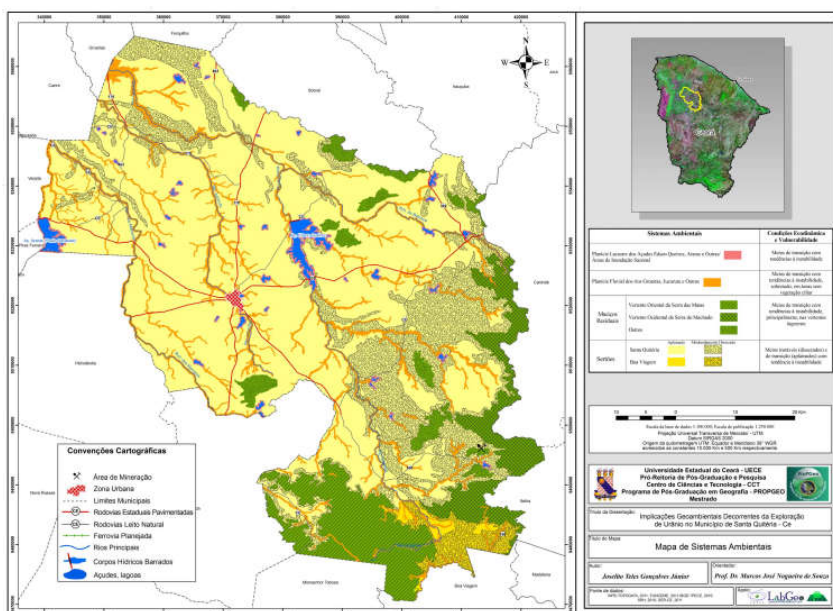


Figura 11. Mapa de Sistemas Ambientais da dissertação de Joselito Teles Gonçalves Jr (2012).
Fonte: Gonçalves Jr, (2012, p.120).

Através da análise deste trabalho, é possível perceber que o conceito de geoambiental flutua em temas de pesquisa, sendo muitas vezes associados a outros conceitos de ordem geográfica. Não é objetivo de este trabalho desvincular o conceito de outras temáticas, mas sim, buscar entender como ele é associado a estas e padronizar as análises que serão feitas quando o conceito for utilizado.

Outro exemplo é a dissertação de Pilachevsky (2013, p.13-14) apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro – UNESP que busca a apresentação de uma Carta Geoambiental com a justificativa de

a importância desse estudo consiste na utilização de metodologia de zoneamento geoambiental que possibilite a identificação de áreas suscetíveis à ocorrência de processos do meio físico (tais como, movimentos de massa, erosão e inundação/enchente) e a avaliação das áreas quanto ao seu potencial para o desenvolvimento de atividades antrópicas, visando assim, facilitar planejamento e as decisões dos agentes públicos e privados relacionados às escolhas locais e gestão dos recursos naturais, assegurando a manutenção do capital e a conservação dos ecossistemas.

Como objetivo a autora (2013, p.15) propunha “elaborar o zoneamento geoambiental do município de São João da Boa Vista (SP) pela integração dos produtos obtidos com a compartimentação fisiográfica, o uso e cobertura da terra e as áreas de preservação permanente”. Essa compartimentação utilizada pela autora, busca a síntese de características do espaço (relevo, solo, geologia, vegetação, uso da terra e socioeconômicas) a fim de identificar áreas homogêneas. Além disso, o trabalho utiliza-se dos SIG's no intuito de agilizar a elaboração dos produtos cartográficos, bem como a possibilidade da manipulação, acesso e modificação de grande volume de dados.

Desta forma, há uma descrição física da área de análise a fim de situar as condições ambientais da área de estudo. Após isso, a autora sintetiza três cartas: carta fisiográfica, que se utiliza das características geológicas e geotécnicas do terreno; carta de uso e cobertura da terra que busca identificar os tipos de cobertura vegetal ou artificial sobre a superfície da terra e; carta de área de preservação permanente, que busca amparo nas disposições do novo código florestal (Lei nº 12.651/2012).

A integração destas cartas se deu pelo meio do método de sobreposição ponderada. Sobre a escolha deste método, Pilachevsky (2013, p.65) afirma que

o método de sobreposição de cartas consiste na sobreposição de informações (mapas e cartas) que representam os atributos do meio físico de modo a estabelecer novas unidades. O resultado são cartas de zoneamento em que as unidades são redefinidas a partir da fusão e interpretação de todas as informações existentes para a área de análise.

Para definição das escalas de susceptibilidade, na carta de compartimentação fisiográfica, a autora utilizou-se na metodologia de Ross (1995), que se usa de elementos advindos da geomorfologia e dos solos, e classifica o zoneamento com pesos de um a cinco. Pilachevsky (2013, p.66) descreve a análise multicriterial, bem como seus critérios no quadro 06.

Pesos	Unidades	Principais características para a definição dos pesos
1 Suscetibilidade muito baixa	Unidade 2	- Baixas declividades (inferiores a 10%); - Relevo suave; - Baixa potencialidade de ocorrência de processos do meio físico;
2 Baixa suscetibilidade	Unidade 3	- Baixas declividades; - Relevo suave; - Formação arenítica podendo facilitar a ocorrência de erosão linear.
3 Média suscetibilidade	Unidade 4 Unidade 5	- Declividades médias; - Média amplitude altimétrica; - Potencialidade de ocorrência de erosão linear e escorregamentos.
4 Alta suscetibilidade	Unidade 6	- Relevo dissecado; - Médias declividades; - Presença de afloramentos rochosos superficiais; - presença de processos de erosão, escorregamentos localizados e rolamento de blocos.
5 Suscetibilidade muito alta	Unidade 1	- Baixas declividades; - Áreas sujeitas à inundação e ao assoreamento; - Possuem solos inconsolidados de baixa capacidade de suporte; - Nível de água aflorante a raso; - Presença de áreas de preservação permanente.
	Unidade 7 Unidade 8	- Altas declividades (superiores a 30%); - Alta potencialidade de ocorrência de processos da dinâmica superficial (escorregamentos, rolamento de blocos e erosão); - Presença de áreas de preservação permanente.

Quadro 06. Critérios utilizados para a definição dos pesos das unidades da carta fisiográfica que compôs a análise multicriterial da dissertação de Tatiana Pilachevsky (2013).

Fonte: Pilachevsky, (2013, p.66).

Para a carta de uso e cobertura do solo, a autora (2013, p.66) sintetiza as classes de fragilidade em seu estudo conforme o quadro sete. Por fim, para a carta de área de preservação permanente, usaram-se as restrições já descritas no código florestal.

autores nem sempre as variáveis que fazem esta identificação são os mesmos para obter resultados de mesmo fim. Desta forma, a padronização das variáveis permite uma normatização científica dos conceitos analisados visando assim, que os trabalhos que se utilizem desta nomenclatura, tenham todas as mesmas análises.

4.3 Conceito de análise geoambiental

O conceito de geoambiental abordado na maioria dos artigos analisados, mais tem haver com o objetivo dos trabalhos do que com a ideia de algum autor ou metodologia específica. Alguns autores associam o termo com a Teoria Geral dos Sistemas, e trabalham com dados de fragilidade e potencialidade da paisagem associando a análise integrada das variáveis²⁸ ao estudo geoambiental. Além disso, há também alguns autores que entendem o termo geoambiental de uma forma particular, mais voltada aos objetivos de suas pesquisas, usando o termo como sinônimo de análises realizadas na natureza somente.

Um exemplo de trabalho que associa a análise geoambiental com a análise sistêmica é o trabalho de De Nardin e Robaina (2010, p.488) onde: “a proposta do zoneamento geoambiental [objetivo do trabalho] procura definir, através de uma abordagem sistêmica, as principais características ambientais indicadas pela fragilidade e potencialidade da paisagem em questão”, que neste trabalho são bacias hidrográficas nos municípios de Manoel Viana e São Francisco de Assis.

Os autores justificam a escolha da análise sistêmica por estabelecer critérios que buscam o agrupamento de variáveis ambientais semelhantes, destacando assim parâmetros ambientais em análise, neste caso geologia, geomorfologia, clima, hidrologia e ecossistemas e ocupação sócio-histórica. Sendo assim, afirmam que para Tricart (1977) o conceito de sistema é o melhor instrumento lógico disponível para estudar problemas do meio ambiente. Além disso, os autores já entendem que esta análise possibilita a caracterização de áreas com aptidão e restrição de uso visando à qualidade do meio ambiente e assim, seus resultados são uma síntese do

²⁸ As variáveis mudam conforme autores. Logo, apesar de utilizarem-se da Teoria Geral dos Sistemas, não há um consenso sobre qual variável deva ser analisada de fato em estudos geoambientais.

uma compreensão total dos estudos da paisagem. Além disso, Souza e Cunha (2014, p.106) afirmam que “dentro da abordagem da Geoecologia da Paisagem, a carta de Unidades Geoambientais aparece como um documento cartográfico de síntese que tem como finalidade a análise integrada dos componentes naturais e humanos da paisagem”. Ou seja, a carta geoambiental é apenas um produto final, não uma metodologia de análise ou um conceito específico, uma vez que o autor considera “Geoecologia da Paisagem como uma ciência ambiental” (SOUZA E CUNHA, 2014, p.106) possuindo assim técnicas de análises próprias.

O objetivo deste trabalho é analisar a paisagem através da carta de unidades geoambientais (figura 14), esta é definida como “um produto cartográfico de síntese obtido através de dados físicos pesquisados na fase de inventário, que são integrados na fase de análise” (SOUZA E CUNHA, 2014, p.112). Desta forma, percebe-se que a carta é um produto de análise, também não é uma metodologia ou um conceito próprio de análise.

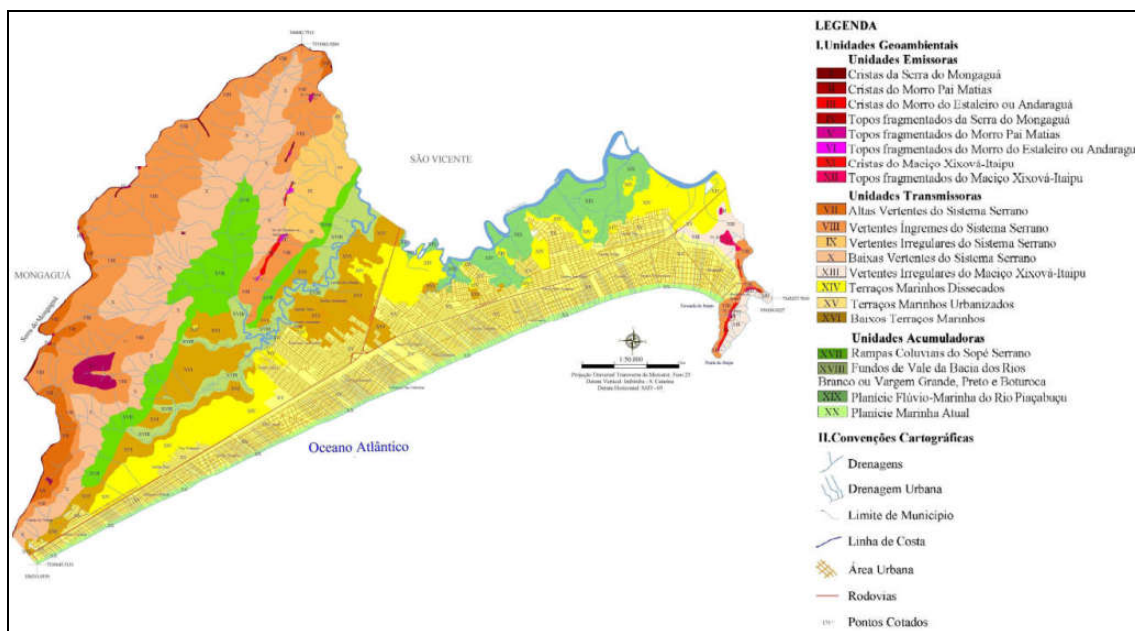


Figura 14. Carta de Unidades Geoambientais do Município de Praia Grande (SP).
Fonte: Souza e Cunha (2014, p.113).

Assim como o trabalho de De Nardin e Robaina (2010), Souza e Cunha (2014) identificam nas unidades geoambientais suas características físicas predominantes na tentativa de propor políticas públicas ambientais indicadas para cada área, visando a preservação da paisagem litorânea, neste caso.

Apesar da maioria dos trabalhos que utilizam da terminologia geoambiental associá-los com a teoria geral dos sistemas e a abordagem geossistêmica, existem trabalhos que utilizam do termo, mas como uma análise de estudo do ambiente apenas, associando-o a estudos de ordem ambiental, como uma caracterização de áreas. Um exemplo é o trabalho de Almeida e Suguio (2011), intitulado: “Caracterização geoambiental dos manguezais brasileiros e suas potencialidades para o ecoturismo”. Segundo os autores “este trabalho contém informações sobre as distribuições geográficas dos manguezais brasileiros, e seus significados ecológicos, com especial ênfase para sua conservação contra atividades que ameaçam as formas mais sustentáveis de sua utilização” (ALMEIDA E SUGUIO, 2011, p.05).

Eles realizam uma descrição detalhada da área de estudo, enfatizando a formação, a representação, a questão conceitual, os aspectos ecológicos e a distribuição geográfica dos mangues. Além disso, enfatizam a importância socioeconômica destes ecossistemas para a população circunvizinha. O objetivo do trabalho é caracterizar o ecossistema mangue no intuito de elevar suas potencialidades para o patamar de um atrativo turístico específico para o ecoturismo, identificando seu caráter educacional, nota-se que ele não tem como finalidade gerar uma carta ou unidades geoambientais, então a caracterização geoambiental descrita no título do trabalho, é uma caracterização dos atributos geologia, fisiografia, vegetação e clima da área em análise.

Por fim, Almeida e Suguio (2011, p.16) concluem que a pesquisa “[buscou] alcançar os objetivos específicos [...] [realizando] um levantamento de dados que resultou na caracterização, em vários aspectos, de suas particularidades geoambientais”. Nota-se então que o termo geoambiental, diferentemente dos outros trabalhos citados, é apenas um sinônimo de ambiental, não um produto ou conceito específico que direciona o trabalho e/ou o diferencia.

Para finalizar as apreciações dos trabalhos que usam do termo geoambiental elucida-se a dissertação apresentada a Universidade de Guarulhos, ao mestrado em Análise Geoambiental intitulada “Análise Geoambiental do delta do assoreamento do reservatório Tanque Grande, Guarulhos, SP” (SILVA, 2009). Este trabalho busca citar indicadores ambientais que mensurem o impacto ambiental ao longo do tempo de ocupação da área de estudo.

Nota-se que nem no objetivo geral, nem mesmo nos específicos o autor justifica o uso do termo geoambiental, uma vez que seus objetivos versam

exclusivamente a respeito do problema ambiental gerado pelo assoreamento dos rios. Seu terceiro objetivo específico é o que mais parece estar ligado com a análise geoambiental da maioria dos demais pesquisadores: “identificar as áreas-fonte prováveis, tendo como base o mapa de uso e ocupação do solo da bacia em diferentes épocas, bem como seu meio físico” (SILVA, 2009, p.03).

Este trabalho trás uma fundamentação teórica completa em relação à origem dos lagos no município de Guarulhos/SP aborda também a questão dos reservatórios de abastecimento em bacias periburbanas, trata do assoreamento em uma abordagem mais ampla e depois especificamente nos reservatórios, além de abordar a respeito dos impactos socioeconômicos e ambientais do assoreamento. Percebe-se que se trata de um trabalho de ordem ambiental bem característico, contudo a abordagem geoambiental é deficiente, uma vez que se espera que aborde algum aspecto de fragilidade e potencialidade de áreas, uma vez que a caracterização dos atributos físicos da área de análise é totalmente descritiva, sendo intercalada com dados da legislação do município.

O trabalho finaliza-se com considerações pertinentes a uma dissertação, afirmando o pioneirismo da pesquisa e afirmando a sua importância, visto que o assoreamento de corpos de água tem sido considerado um dos principais problemas ambientais dos municípios brasileiros (SILVA, 2009). O autor afirma a necessidade de medidas preventivas e/ ou corretivas na área de estudo, uma vez que este problema é evidente, mas em nenhum momento em seus resultados ou conclusões usa o termo geoambiental para explicar ou exemplificar alguma avaliação ou implicações de sua pesquisa.

Desta forma, analisando os trabalhos, percebe-se a dificuldade dos autores em saber quando usar o termo geoambiental e ao que ele se refere, tem-se uma maioria focada na abordagem geossistêmica, como também existe aqueles pesquisadores que o associam a trabalhos de ordem ambiental apenas, e vê-se essas duas abordagens em trabalhos recentes. Por isso, percebe-se a necessidade de delimitar uma abordagem de estudo, um conceito final, único para pesquisas que queiram ser geoambientais.

Assim, considerando os trabalhos escolhidos para ponderação, definiu-se a metodologia para trabalhos de zoneamento/análise geoambiental. Assim, conseqüentemente, define-se como análise geoambiental as realizadas em escala de 1:50.000 que utilizam obrigatoriamente os parâmetros ambientais: geologia,

geomorfologia, solos e uso e ocupação da terra para compor seus resultados e de suas relações geram dados de fragilidade e potencialidade ambiental.

4.4 Considerações sobre gestão e planejamento ambiental

Com a organização das atividades produtivas, o crescimento da atividade econômica associou-se com o aumento do uso de recursos naturais, impactando tanto a sociedade agrícola quanto industrial. Com a revolução industrial houve um aumento da exploração dos recursos naturais instaurando um modelo cada vez mais complexo do ponto de vista tecnológico e organizacional uma vez que o crescimento econômico esteve sempre acompanhado por um crescimento equivalente no consumo de recursos materiais, em particular energéticos.

Ainda sobre a evolução histórica da relação sociedade *versus* meio ambiente Magrini (2001, p.01) afirma que

desde os anos 50, porém, inicia-se uma redução da importância dos fatores materiais e dos semitrabalhados, acompanhada por um crescimento concomitante de fatores imateriais [...] a partir dos anos 70, no entanto, que começa a configurar-se de forma mais efetiva o processo típico da sociedade pós-industrial, calçado em mudanças tecnológicas e organizacionais: uso crescente das tecnologias da informação, advento de materiais e produtos novos ou com melhoria de desempenho, produção just in time, etc. Entra-se, portanto, na era da “desmaterialização²⁹” na qual, devido principalmente às mudanças tecnológicas, manifesta-se uma cisão entre o crescimento do PIB e o consumo de recursos materiais por unidade de produto. Passa-se do modo industrial, ou taylorístico, de produção para o modo “científico” no qual domina o conhecimento e a automação. A própria ciência torna-se um fator de produção. As transformações tecnológicas baseadas na microeletrônica, na informática e na biotecnologia/novos materiais permitem a produção de bens com menor conteúdo de recursos materiais e maior conteúdo de informação/conhecimento. O setor terciário torna-se gradualmente prevalente em relação ao industrial na composição do PIB (QUADRO 08).

É possível perceber assim que hoje se vive um novo contexto, onde as relações com o meio ambiente são mais evidentes e, talvez sim, mais valorizadas, desta forma exige-se políticas de gestão eficientes e eficazes que satisfaçam a população em geral.

²⁹ A autora entende como desmaterialização a redução do uso de recursos materiais e energéticos, redução da poluição. (MAGRINI, 2001)

Ciclos	Período aproximado	Descrição	Setores principais	Fatores Setoriais Chave	Setores indutores de mudança
Primeiro	1770-1780 até 1830-1840 (Revolução Industrial)	Ciclo da primeira mecanização	Têxtil, Químico-têxtil, Mecânico-têxtil, Fundições, Cerâmica, Canalização	Algodão, Ferro	Motores a vapor, Máquinas
Segundo	1830-1840 até 1880-1890 (Período Vitoriano, Grande Depressão)	Ciclo das forças motrizes e das ferrovias	Máquinas a vapor, Ferrovias	Carvão, Transportes	Aço, Eletricidade, Gás, Corantes sintéticos, Engenharia pesada
Terceiro	1880-1890 até 1930-1940 (Belle Époque, Grande Depressão)	Ciclo da indústria pesada	Engenharia elétrica, Eletrotécnica, Telegrafo, Engenharia pesada, Armamentos pesados, navios em ferro, Grande indústria, Química, Corantes químicos	Aço	Automóveis, Aviões, Telecomunicações, Rádio, Alumínio, Bens de consumo duráveis, Petróleo, Plásticos
Quarto	1930-1940 até 1980-2000 (Era de crescimento e pleno emprego keynesiano, crise de ajuste estrutural)	Ciclo fordista e da produção de massa	Automóveis, Caminhões, Tratores, Tanques, Armamentos, Aviões, Bens de consumo duráveis, Ciclos produtivos sintéticos, Petroquímica, Auto estradas	Energia (particularmente petróleo)	Computadores, Televisão, Radar, Máquinas com controle numérico, Produtos farmacêuticos, Armas Nucleares, Mísseis
Quinto	1980-2000 até.....	Ciclo das tecnologias informáticas e telemáticas, novos materiais, biotecnologia	Computadores, Bens capitais, Eletrônica, Telecomunicações, Fibra ótica, Robótica, Sistemas flexíveis de produção, Cerâmicas, Bancos de Dados, Serviços de informação	Chip (microeletrônica) Rede	Biotecnologia, Atividades espaciais, Química fina, "Nova Economia"

Quadro 08. Evolução dos ciclos da sociedade.
Fonte: MAGRINI, (2001, p.02)

Atualmente os princípios da gestão ambiental visam resolver problemas relacionados ao meio ambiente que afetam a sociedade como um todo econômico, social e culturalmente. A gestão internacional é baseada na agenda 21, mais especificamente nos princípios da Declaração Rio podendo-se incluir também as exigências de organizações financeiras internacionais como o Banco Mundial e o Banco Interamericano de Desenvolvimento. A importância do meio ambiente, e consequente busca por ordens de gestão ambiental, é destacada por Magrini (2001, p.01)

o “meio ambiente” adquire neste contexto nova dimensão: passa de uma conotação essencialmente local para uma concepção global, é reconhecido como bem econômico e sujeito a mecanismos de mercado, é incorporado nas estratégias individuais e coletivas dos diferentes agentes sociais. Embora estas tendências sejam mais evidentes e marcantes nos países desenvolvidos, entendeu-se que, no caso do Brasil, é exatamente neste momento de mutação, quando ainda não se consolidaram as transformações em curso, que tornasse fundamental rever o percurso da política e da gestão ambiental.

Segundo o Senado Federal, na Constituição Brasileira de cinco de outubro de 1988, artigo 225 “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes

e futuras gerações.” Este artigo fundamenta a política ambiental do país, sendo que qualquer coisa contraria seu este princípio é considerada ilegal.

Certamente que existem, além deste, outros princípios públicos estabelecidos pela constituição, que garantem a política ambiental do país, dentre eles destaca-se

o da *sustentabilidade*, impondo-se ao poder público e, à coletividade, o dever de defender e preservar o ambiente para a presente e futuras gerações; e o da *responsabilidade ambiental*, imputando o ônus da recuperação dos impactos e *danos ambientais* ao agente causador dos impactos ou danos ambientais (FLORIANO, 2007, p.36).

Poder Público é então o principal responsável pela proteção ambiental do país, cabendo a ele intervir neste processo, de modo a evitar que os interesses de determinados atores sociais provoquem alterações no meio ambiente arriscando a qualidade de vida da população afetada. Desta forma, a gestão ambiental pública, é vista como o processo de mediação de interesses e conflitos entre atores sociais que agem sobre os meios físico-natural e construído, objetivando garantir o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, conforme determina a Constituição Federal (QUINTAS, 2006).

Ainda segundo Quintas (2006, p.30), o poder público é essencial o ordenamento ambiental, uma vez que

como mediador principal deste processo, o Poder Público é detentor de poderes e obrigações estabelecidos na legislação, que lhe permitem promover desde o ordenamento e controle do uso dos recursos ambientais (incluindo a criação de incentivos fiscais na área ambiental) até a reparação e a prisão de indivíduos pelo dano ambiental. Neste sentido, o Poder Público estabelece padrões de qualidade ambiental, avalia impactos ambientais, licencia e revisa atividades efetiva e potencialmente poluidoras, disciplina a ocupação do território e o uso de recursos naturais, cria e gerencia áreas protegidas, obriga a recuperação do dano ambiental pelo agente causador, promove o monitoramento, a fiscalização, a pesquisa, a educação ambiental e outras ações necessárias ao cumprimento da sua função mediadora.

O trabalho analisado nesta pesquisa, intitulado “Sistemas Geoambientais do município do Crato/CE” aborda a temática gestão ambiental (gestão territorial) em sua pesquisa. Nele há afirmação da importância dos estudos geossistêmicos para o entendimento total, neste caso, da paisagem. Os autores alegam a importância da gestão de território nas questões ambientais no seguinte trecho do trabalho

a gestão de um território exige um conhecimento integrado de seus recursos naturais, com suas respectivas potencialidades e limitações. Deste modo, a análise integrada da paisagem, [vem a], dar o suporte necessário para apreensão da complexidade do meio físico de uma determinada área, viabilizando o estabelecimento de estratégias de uso dos espaços, conforme sua capacidade de suporte. Com base no exposto, o conhecimento acerca dos sistemas geoambientais do município do Crato - CE configura-se em um instrumento impreterível ao plano de gestão, fornecendo subsídios à implementação [...] da política ambiental municipal.

Há o mapeamento das unidades geoambientais do município e sua análise. Os autores finalizam o trabalho tecendo algumas considerações a respeito do uso que é dado ao meio ambiente do município e que se incorporado a políticas de gestão municipal, muito tem a colaborar com o seu desenvolvimento, pois conseguem delimitar geograficamente as potencialidades ambientais e citar onde se dão os principais problemas do município. Desta forma, Lima, Cestaro e Araújo (2010, p.137) afirmam que

a integração de dados geoambientais, apoiado na teoria geossistêmica, possibilitou olhar a paisagem em sua totalidade, cujas partes foram analisadas não como um somatório de fragmentos, mas sim, como um conjunto [...] no qual a interação acontece por troca constante de matéria e energia, passíveis de intervenções humanas. *A análise dos elementos do meio físico associado à sua capacidade de suporte para o desenvolvimento das atividades humanas evidenciou que o município do Crato detém considerável potencial para o desenvolvimento das atividades agropecuárias, agroextrativistas, turismo científico e de lazer.* As atividades agroextrativistas [e] as atividades agropecuárias estariam condicionadas aos espaços [que também], favorece a implantação de outros usos como o industrial, desde que seja comprovada sua viabilidade ambiental. O turismo controlado corresponde a única atividade que possui condições de ser desenvolvida em todos os subsistemas [...]. As diversas formas de uso e ocupação existentes contribuem para as modificações acometidas a paisagem. Assim, a exploração inadequada dos recursos naturais do município traz em seu bojo problemas tais como: redução das águas das fontes, poluição e assoreamento dos rios, retirada da mata ciliar, empobrecimento, compactação e erosão do solo, desenvolvimento de voçorocas, desmatamento e queimadas no topo da Chapada do Araripe, expansão urbana às margens dos rios e em direção à encosta da chapada e substituição da vegetação nativa por uma secundária.

Outro trabalho analisado que aborda a temática gestão ambiental é o intitulado “Unidades de conservação do município de Guarulhos: avaliação com base em aspectos geoambientais e instrumentos de gestão” de Fonseca, Andrade e Oliveira publicado no Boletim Goiano de Geografia (2014).

Este trabalho avalia as Unidades de Conservação (UCs)³⁰, considerando as como medida de proteção do cinturão verde de São Paulo/SP. Os autores consideram as Unidades um instrumento efetivo de gestão ambiental que fortalece a resistência às tendências notáveis de pressão pelo uso urbano do solo e pela redução de áreas naturais (FONSECA, ANDRADE E OLIVEIRA, 2014).

Desta forma, os autores buscam colaborar com a gestão dessas UCs por meio de um diagnóstico básico e uma proposta de nota de avaliação elaborada através de um indicador sintético: o Índice de Desempenho das Unidades de Conservação (IDUC)³¹. Diversas variáveis ambientais são descritas, analisadas e consideradas a fim de compor o trabalho e desta forma a fórmula³² de avaliação, como a Fragilidade Geoambiental (FG) foi baseada na avaliação das unidades de relevo e índices geomorfológicos básicos como a declividade; o Grau de Conservação (GC) das UCs foi avaliado por meio da quantificação da cobertura florestal nativa obtida a partir do plano de informação de uso e ocupação de solo e; o critério assumido para a avaliação do Nível de Organização Institucional (NO) refere-se à implementação dos instrumentos principais previstos no Sistema Nacional de Unidades Conservação (SNUC), que são o plano de manejo e o conselho gestor.

Para finalizar Fonseca, Andrade e Oliveira (2014, p. 71) consideram que

por fim, constata-se que, apesar de todo o esforço na gestão das duas APAs (APAVT e ARACTG)³³ e dos dois Parques (PEC e PNMCNSC)³⁴, as ações do Poder Público Estadual e Municipal, no gerenciamento das unidades de conservação inseridas em Guarulhos/SP, ainda precisam avançar para atingir os objetivos motivadores de sua criação, posto que os

³⁰ As Unidades de Conservação (UCs) no Brasil são áreas representativas sob o ponto de vista da proteção dos ecossistemas e das paisagens notáveis, correspondendo a espaços protegidos por lei e demarcados no território, com o objetivo de garantir a preservação dessas áreas que, muitas vezes, contêm atributos históricos, culturais e étnicos significativos para a sociedade (Fonseca, Andrade e Oliveira, 2014, p.56).

³¹ Índice de Desempenho das UCs (IDUC) é função de fatores ambientais (a) e de gestão (g) da seguinte forma: $IDUC = f(a;g)$. (Fonseca, Andrade e Oliveira, 2014, p.57).

³² O IDUC proposto para as UCs de Guarulhos (de zero a 10) foi equacionado da seguinte forma: $IDUC = 0,1xFG + 0,2xGC + 0,7xNO$.

³³ Área de Proteção Ambiental (APAs) - Área de Proteção Ambiental Várzea do Tietê (APAVT); e da Área de Proteção Ambiental Cabuçu-Tanque Grande (ARACTG).

³⁴ Parque Estadual da Cantareira (PEC) e Parque Natural Municipal da Cultura Negra Sítio da Candinha (PNMCNSC).

efetivos ganhos socioambientais das UCs só acontecem com contínuos esforços. O ato de criar é apenas o fator que abre esta oportunidade.

Ou seja, a gestão de ambientes naturais é importante para sua manutenção e preservação efetiva. Contudo, é necessário que haja ações como planos de manejo e conselhos gestores presentes e atuantes nestas áreas para que elas possam se manter, uma vez que a gestão ambiental por si só se torna ineficaz ao longo do tempo visto as inúmeras pressões que ambientes naturais preservados sofrem principalmente em função das áreas que ocupam.

No setor privado, a gestão ambiental também é um fator relevante, principalmente comercialmente, uma vez que existe uma tendência da maioria das pessoas preferir produtos e serviços ambientalmente corretos. Além disso, contratos de comércio internacional são facilitados para a organização que adotam sistemas de gestão baseados em normas reconhecidas internacionalmente (FLORIANO, 2007).

Estas gestões privadas, nos termos das normas ISO³⁵, têm como princípio escutar os setores da sociedade envolvidos para criar um sistema de gestão que englobe aspectos ambientais de seus processos e produtos, buscando sempre melhorar, uma vez que os instrumentos de políticas ambientais têm como finalidade levar ao cumprimento de estratégias de economia e proteção dos recursos ambientais.

Os avanços tecnológicos atuais têm levantado à pauta dos assuntos relacionados à preservação do meio ambiente nos diferentes meios. Assim, políticas de gestão ambiental são consideradas modernas e tornam as empresas cada vez mais competitivas nos diferentes ramos produtivos do país.

³⁵ A gestão ambiental privada, conforme as normas da ISO série 14000 tinha como princípios Reconhecer que a gestão ambiental se encontra entre as mais altas prioridades da organização; Estabelecer e manter comunicação com as partes interessadas internas e externas; Determinar os requisitos legais aplicáveis e os aspectos ambientais associados às atividades, produtos ou serviços da organização; Desenvolver o comprometimento da administração e dos empregados no sentido da proteção ao meio ambiente, com uma clara definição de responsabilidades e responsáveis; Estimular o planejamento ambiental ao longo do ciclo de vida do produto ou do processo; Estabelecer um processo que permita atingir os níveis de desempenho visados; Prover recursos apropriados e suficientes, incluindo treinamento para atingir os níveis de desempenho visados, de forma contínua; Avaliar o desempenho ambiental com relação à política, objetivos e metas ambientais da organização, buscando aprimoramentos, onde apropriado; Estabelecer um processo de gestão para auditar e analisar criticamente o Sistema de Gestão Ambiental e para identificar oportunidades de melhoria do sistema e do desempenho ambiental resultante; Estimular prestadores de serviços e fornecedores a estabelecer um Sistema de Gestão Ambiental.

Essas mudanças relacionadas ao querer preservar o meio ambiente muito têm a ver com o novo perfil do consumidor, assim é fundamental que as empresas busquem e divulguem uma relação harmoniosa com o meio ambiente a fim de fidelizar o cliente. Neste sentido, surgem os Sistemas de Gestão Ambiental (SGA), vindo a agregar no gerenciamento da gestão ambiental. A importância deste sistema, segundo Campos e Melo (2008, p.541) está em ele “faz[er] com que o processo produtivo seja reavaliado continuamente, refletindo na busca por procedimentos, mecanismos e padrões comportamentais menos nocivos ao meio ambiente³⁶”.

É importante deixar claro que a implantação de um SGA não garante seu gerenciamento nem sucesso por si. É necessário que surjam resultados destas medidas para que a empresa veja o grau de sucesso ou estagnação gerada por ele, e assim outras medidas de correção possam ser tomadas. Além disso, estas informações serão úteis também para a tomada de decisão dos gestores e um melhor alinhamento dos objetivos e metas ambientais às estratégias da organização (CAMPOS E MELO, 2008).

Desta forma, segundo Quintas (2006, p.21) “é fundamental verificarmos as implicações da ação do homem no meio natural, para o próprio meio e para o meio social. Afinal, são as práticas do meio social que determinam a natureza dos problemas ambientais que afligem a humanidade”.

Sendo assim, é possível perceber que tanto as políticas de gestão públicas ou privadas do país, têm como objetivo a preservação da ordem ambiental na tentativa de proteção e preservação do meio. Desta forma, mesmo valendo-se de resoluções, estas políticas tendem à buscar, criar e cumprir protocolos que visem à manutenção de um meio ambiente equilibrado.

Sendo assim, precisa-se considerar a importância do planejamento ambiental, sejam aplicados por si só, sejam principalmente atrelados a políticas de gestão ambiental. Uma vez que se percebe que é mais fácil trabalhar o planejamento de determinadas áreas, analisando suas potencialidades e fragilidades, que impor ou sugerir políticas de gestão.

Neste sentido, notou-se que nos trabalhos analisados existem mais estudos que tratam do planejamento ambiental do que pesquisas que indiquem propostas ou

³⁶ A autora se refere ao SGA segundo a norma NBR ISO 14001, a mais difundida mundialmente.

análises de gestão do meio ambiente. Assim, dos 82 trabalhos, três abordam apenas o tema gestão ambiental/territorial e apenas 23 a temática planejamento ambiental, 27 abordam as duas temáticas e 28 não tratam de nenhuma delas (GRÁFICO 03).

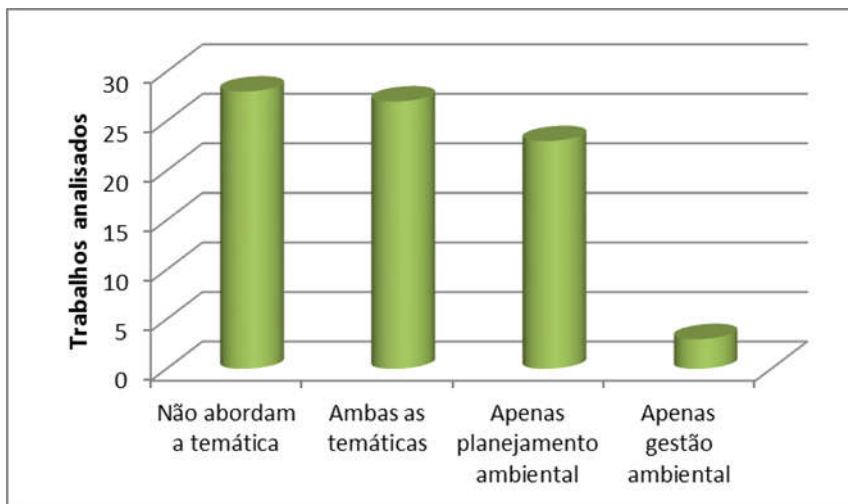


Gráfico 03. Planejamento e gestão ambiental, abordagem nas pesquisas analisadas. Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

Tratando-se então dos primórdios do planejamento ambiental Franco (2008, p.19) afirma que

o planejamento ambiental teve seus precursores no início do século XIX com pensadores como John Ruskin Marsh, Frederick Law Olmsted e outros nos EUA. As ideias desses homens, consideradas por vezes muito utópicas e românticas para a época, mostram hoje que aqueles pensadores tiveram uma incrível premonição do futuro e foram capazes de vislumbrar a escassez de recursos, num momento em que era implementada a todo o vapor a primeira revolução industrial, sobre a égide do positivismo e do liberalismo econômico e que, pelo visto, pressupunha a inesgotabilidade dos recursos da Terra.

Em uma época de expansão urbana, ferroviária, das navegações abordar a temática de preservação do ar, terra e solo era quase que inconcebível. Contudo, atualmente, principalmente e também guiado pelas orientações da Agenda 21, questões referentes ao planejamento ambiental são comumente discorridas, sendo algumas ainda utópicas, como cita Franco (2008, p.20-21)

aquele documento [Agenda 21] aconselha os países a fazerem um levantamento de seus recursos de solo e classifica-los de acordo com seu uso mais adequado, ressaltando que, áreas ambientais frágeis ou sujeitas a catástrofes, devem ser identificadas para medidas de proteção. O mesmo

documento reconhece que o Planejamento Ambiental deve fornecer sistemas de infraestrutura, ambientalmente saudáveis, que possam ser traduzidos pela sustentabilidade de desenvolvimento urbano, o qual está atrelado a disponibilidade dos suprimentos de água, qualidade do ar, drenagem, serviços sanitários e rejeito de lixo sólido perigoso. Logo, o Planejamento Ambiental, deverá promover tecnologias de obtenção de energia mais eficientes, assim como fontes alternativas e renováveis de energia e sistemas sustentáveis de transporte.

É visível que muito ainda tem-se a avançar nos estudos indicados pela Agenda 21, mas questões como indicação de áreas frágeis ou ambientalmente susceptíveis a eventos naturais têm avançado bastante. A temática geoambiental muito trata disso, um exemplo é trabalho de Calderano Filho et al intitulado “Estudo Geoambiental do Município de Bom Jardim – RJ, com Suporte de Geotecnologias: Subsídios ao Planejamento de Paisagens Rurais Montanhosas” tem muito da temática proposta pela Agenda 21.

Esta pesquisa, segundo Calderano Filho et al (2010, p.57), tem com objetivo geral

produzir informações dos elementos físico-bióticos componentes da paisagem e, estudar as características geoambientais e uso da terra, visando fornecer subsídios para o planejamento geoambiental e a gestão sustentável das terras de paisagens rurais montanhosas na serra dos Órgãos, ocupadas com agricultura familiar.

A respeito da metodologia utilizada, esta vale-se do uso de SIG's para os processos de elaboração da proposta de manejo ambiental. Desta forma, Calderano Filho et al (2010, p.57-58), afirma que

os procedimentos utilizados permitiram conhecer os recursos da terra, discriminar e caracterizar aspectos físicos e ecológicos dos elementos componentes da paisagem, distinguir áreas potencialmente agricultáveis, destinadas à preservação e recuperação ambiental e subsidiar a indicação de formas viáveis de exploração racional das terras, mais condizentes com a realidade local e com base nas vocações agroecológicas das terras.

Neste trabalho, como em muitos outros que fazem análise ambiental a utilização dos SIG's é fundamental em seus processos de mapeamento. Desta forma, analisando os atributos solos, geologia, declividade, uso e cobertura das terras, suscetibilidade dos solos à erosão, MDE's e produtos de sensoriamento remoto, Calderano Filho et al (2010, p.70), conclui-se que

os produtos gerados com diagnóstico geoambiental permitiram conhecer as propriedades e atributos dos elementos físicos e bióticos da paisagem, possibilitando avaliar as potencialidades e limitações de cada componente, com base nas ofertas ecológicas apresentadas, como planejar o uso e manejo dos recursos disponíveis com base na realidade local, além de contribuir para elaboração de um plano de manejo conservacionista da área.

Outro trabalho que faz uso do planejamento ambiental atrelado ao mapeamento geoambiental, é o intitulado “Diagnóstico do estado geoambiental da área urbana do município de Cubatão (SP)” de Piton e Cunha (2014). Esta pesquisa, segundo os autores (2014, p.354) tem como intuito “possibilita[r] a identificação dos principais problemas ambientais existentes no cenário atual, fornecendo subsídios para a ordenação geoambiental da área de estudo.”

Quanto a metodologia utilizada na pesquisa, Pinton e Cunha (2014, p.356) afirmam que

a orientação metodológica do presente artigo teve respaldo nos princípios que concernem à Teoria Geral dos Sistemas aplicados à ciência geográfica através do critério funcional e do critério da complexidade estrutural, [...] A escolha da área urbana do município de Cubatão (SP) como área de estudo justifica o uso da abordagem sistêmica quanto ao critério funcional, pois esse se constitui em um sistema aberto que recebe (input) e perde (output) energia e matéria. Quanto ao critério da complexidade estrutural, utilizou-se a concepção dos sistemas controlados, em que a atuação do homem [...]. No caso específico da área de estudo, acredita-se que as atividades antrópicas vêm rompendo com a capacidade de suporte deste sistema litorâneo.

A análise deste trabalho considera questões como vegetação natural, feições geomorfológicas bem como a legislação vigente no país que abrange a área de estudo. Desta forma, a respeito da carta geoambiental como ferramenta para planejamento ambiental, os Pinton e Cunha (2014, p.366) afirma que

a Carta de Estado Geoambiental da área urbana do município de Cubatão (SP) se constitui como documento de extrema valia para o planejamento ambiental da área, já que essa fornece dados sobre a capacidade de regulação das funções geocológicas das paisagens segundo o grau de intervenção antrópica em seus componentes naturais. Ademais, ressalta-se que este documento revela os conflitos do uso da terra atual com a legislação ambiental. [...] Por fim, ressalta-se que os dados obtidos no diagnóstico do estado geoambiental fornecem subsídios para a elaboração de propostas de zoneamento geoambiental, já que este tipo de modelo territorial objetiva o aproveitamento sustentável dos recursos e a proteção das paisagens.

Percebe-se então que inúmeras pesquisas abordam as temáticas de gestão ou planejamento ambiental. Apesar da abordagem ser diferenciada, eles são relacionados a questões de proteção do meio ambiente, tanto com zoneamentos de fragilidade e potencialidade, como a descrição do meio indicando paisagens para indicar regimes de gestão ou até mesmo de relação com políticas vigentes.

Nesta tese, assim como em outras pesquisas analisadas, foi abordada a questão do planejamento ambiental, uma vez que mapeamento geoambiental permite que se indiquem áreas frágeis e potenciais ambientalmente e indiquem-se quais serão os melhores usos para essas. Desta forma, contribui-se para que áreas sejam mais bem aproveitadas para exploração agrícola, industrial ou urbana e que as que devem ser preservadas sejam delimitadas e via de regra protegidas.

4.5 Análise Geoambiental: metodologia de aplicação

A Metodologia Geoambiental visa à elaboração de bases para o planejamento e gestão de espaços potenciais e frágeis ambientalmente. Trabalhos nesta ordem permitem pesquisas em diversas ciências como Geografia, Biologia, Geologia, Engenharias, entre outras, bem como análises interdisciplinares que visem a elaboração de um mapeamento ou zoneamento que indiquem áreas potenciais a algum aspecto ambiental.

Estas áreas potenciais podem ser para cultivo de determinada lavoura (considerando, dentre outras coisas, disponibilidade hídrica, declividade do terreno, tamanho da área), ou áreas silvipastoris (onde o manejo de forma integrada, incrementa a produtividade da área sem comprometer o meio ambiente), ou indicadas à criação de algum animal, específico ou não (considerando, por exemplo, a disponibilidade sazonal de pastagem, a declividade do terreno, bem como a sua dimensão), ou implantação de áreas urbanas, loteamentos ou até mesmo distritos industriais (considere-se a questão legal envolvendo o município em questão, bem como toda a legislação local referente à alocação de áreas urbanas e industriais locais, após isso, também se pondera, questão de canais fluviais, declividade, formação geológica, fluxo de ventos entre outros que são relevantes nestes casos), ou que tenham algum potencial turístico, explorável ou não (a questão turística é

sempre bem delicada quando se considera os impactos gerados pelas pessoas no espaço turístico, principalmente quando envolve a questão da fauna local, além disso, deve-se considerar questão como infraestrutura, recolhimento de lixo, e principalmente a preservação do espaço em si, se ele deve ser explorado ou não), ou apenas áreas que, legalmente, devem ser destinadas a preservação (áreas de preservação permanente, unidades de conservação, áreas dispostas no código florestal [topo de morro, áreas em torno de lagos e em torno de nascentes, faixas marginais entre outras] e até mesmo áreas de risco), por exemplo³⁷.

Os trabalhos que utilizem desta metodologia também devem indicar áreas frágeis ambientalmente, uma vez que se consideram estes estudos de extrema importância ao planejamento ambiental. Estes estudos atendem a identificação dos ambientes naturais e suas fragilidades potenciais e emergentes proporcionando uma melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico-territorial, servindo de base para o zoneamento ou mapeamento geoambiental e fornecendo subsídios à gestão do território (SPÖRL E ROSS, 2004).

Ross (1994) afirma que a leitura de um ambiente frágil ambientalmente não pode ser feita sobre um ambiente estático, é necessário considerar as interações referentes ao seu desenvolvimento, seja natural ou antrópico, bem como as relações associadas à apropriação de seus recursos. Desta forma, é possível verificar como estes agentes influenciam no processo de fragilidade atual, bem como quais as alterações se dão por ordem antrópica ou natural.

Desta forma, áreas diversas áreas podem enquadrar-se nestas condições, como as que devem ser preservadas por amparo legal (e que por algum motivo, de ordem antrópica ou não, esteja em desacordo com a legislação vigente, tanto federal como municipal), ou, onde se deva cessar seu uso atual para que ela se reestabeleça como área potencial (podem-se considerar áreas de lavoura que esteja com esgotamento de solos, áreas de criação de animais onde a compactação do solo ou questões como insuficiência de pastagem seja evidentes, áreas urbanas onde haja conflito com a legislação ambiental ou onde haja perigo para a população

³⁷ Considerou-se neste parágrafo apenas algumas das questões que devem ser levadas em conta quando se trata de análise de áreas potenciais. Frente a isso, muitas outras variáveis podem e devem ser consideradas quando se trata de potencialidade de alguma área. A questão urbana e turística é delicadíssima e deve ser cuidada de forma muito criteriosa, pois envolve um maior número de pessoas envolvidas nos processos de implantação e a possibilidade de áreas com esses usos se tornarem áreas frágeis são bem altas quando um estudo de potencialidade é feito sem considerar todos os critérios necessários, então nestes casos todo o cuidado passa a ser indispensável.

local, ou até mesmo áreas onde haja degradação ambiental natural como voçorocamento, por exemplo).

A intenção da indicação destas áreas é a criação de um limite geográfico que indique qual a melhor forma de uso destas a fim de impor medidas que busquem sua preservação e, conseqüentemente melhor uso. Para isso acredita-se que alguma medida eficaz seja tomada, por parte da população ou dos órgãos públicos, nestas áreas identificadas após o findar destas pesquisas.

É visto que estes estudos precisam de agilidade e precisão em seus resultados, assim, o uso dos SIG's como ferramenta de apoio é fundamental para a pesquisa pois garantem ao pesquisador confiabilidade e integração dos dados de forma automatizada. Desta forma, os mapeamentos geoambientais também se utilizam desta ferramenta para o desenvolvimento de seus produtos cartográficos.

Das pesquisas analisadas que utilizam e relatam o uso de SIG's em suas metodologias, pode-se citar o trabalho de Cabral (2014): "Zoneamento e mapeamento geoambiental no município de Sorriso/MT". Nele a autora desenvolve um fluxograma (2014, p.47) (FIGURA 15) com os passos que organizou para produzir o mapeamento geoambiental, a autora chama de Compartimentação Geoambiental, incluindo os procedimentos que incluem o uso dos SIG's.

Sobre como definiu as unidades geoambientais em seu trabalho, Cabral (2014, p.62) relata

a definição dos sistemas e unidades geoambientais se inicia com o cruzamento do mapa litológico, associado a informações climáticas; sobrepondo os mapas de drenagem e do relevo; após o mapa de solos; desses cruzamentos obteve-se as diferentes unidades com base nos aspectos físicos. Posteriormente, ocorre a sobreposição das informações sobre feições superficiais e uso do solo. O Mapa Geoambiental representa uma síntese das características físicas da área, refletindo a homogeneidade quanto às características físicas do relevo, a ocupação e uso das áreas, o substrato geológico que compõem solos e ainda quanto às ocorrências de formas recentes de dinâmica superficial do relevo.

Como resultado a autora (2014) destaca que a análise geoambiental se deu através do cruzamento de dados básicos, derivados e interpretativos do município de Sorriso/MT, e desta forma foi possível determinar unidades homogêneas e definir as condições de restrições ambientais, limitações de uso e as conseqüentes aptidões ambientais de cada porção apresentada.

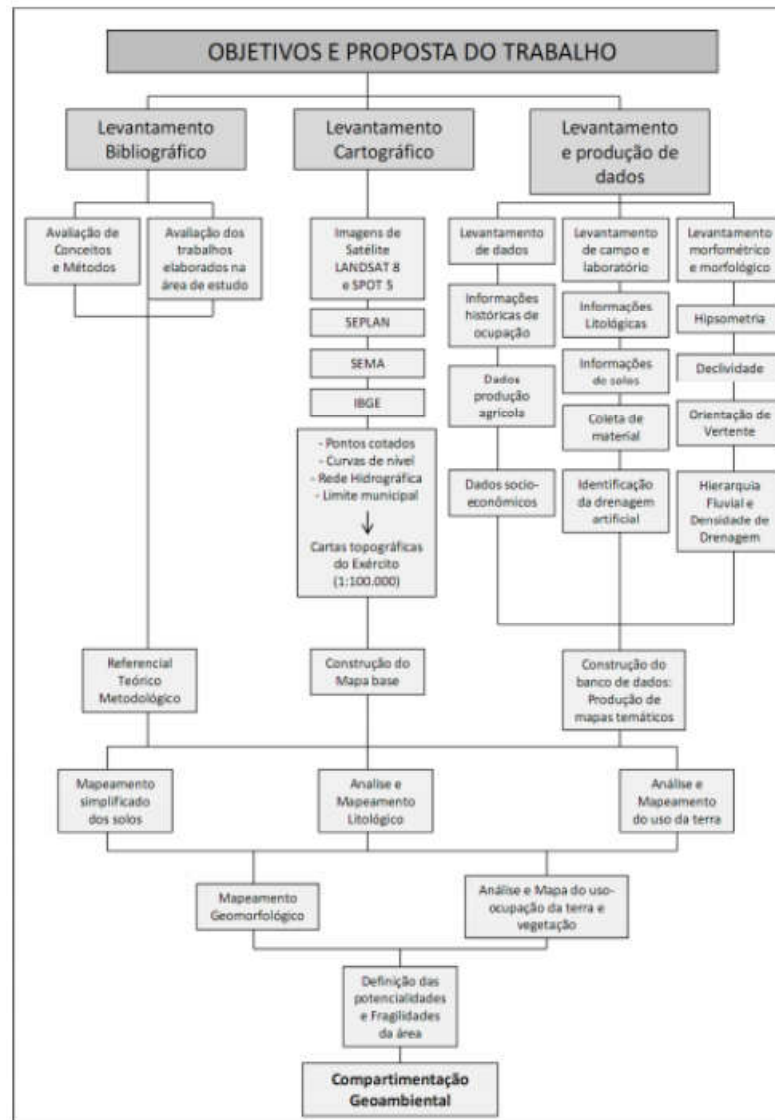


Figura 15. Fluxograma com as etapas sintetizadas da metodologia de trabalho de Cabral (2014).
Fonte: CABRAL (2014, p.47).

Desta forma, Cabral (2014) elaborou o mapa geoambiental de Sorriso/MT dividindo as unidades em quatro sistemas caracterizados por sua geomorfologia, uso e ocupação, potencialidades e restrições ambientais (FIGURA 16). A autora (2014, p.109) entende que “partindo da compartimentação geomorfológica, definida como a representação das condições físicas da área e somada a elementos advindos dos tipos de uso e ocupação da terra, pode-se com isso definir a caracterização geoambiental”.

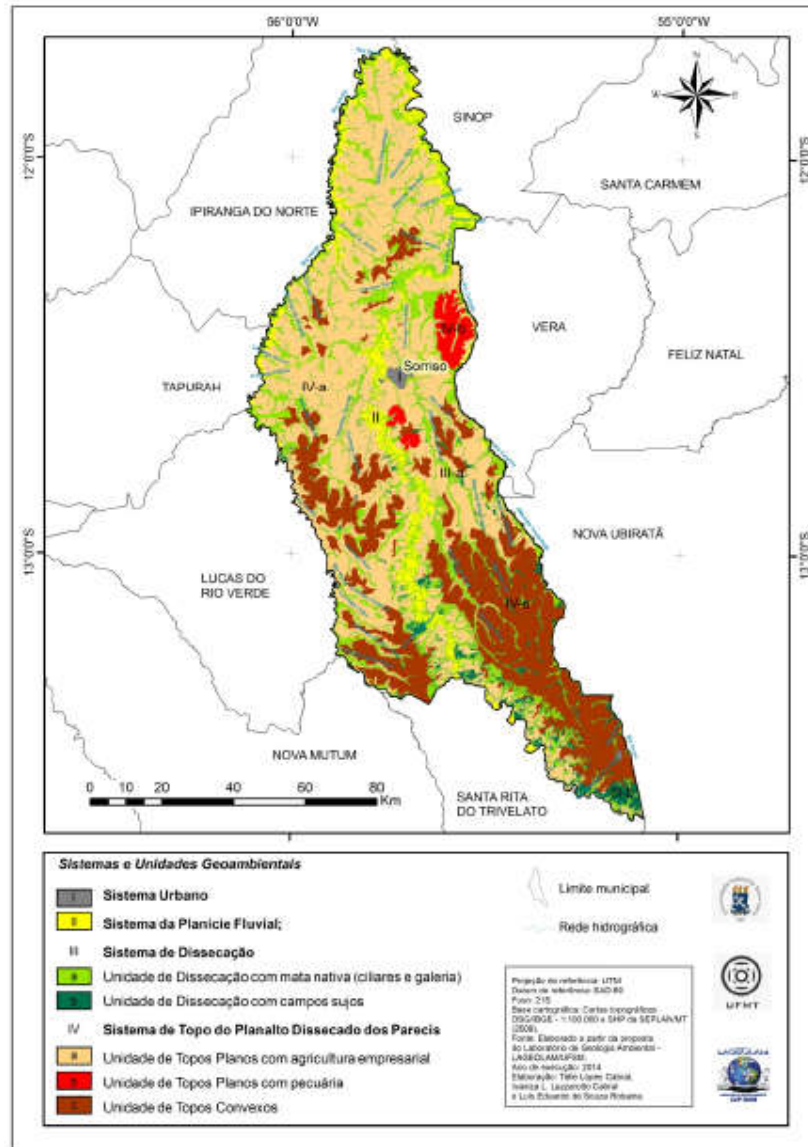


Figura 16. Mapa Geoambiental do município de Sorriso/MT.
 Fonte: CABRAL (2014, p.110).

Outro trabalho que se utilizou dos SIG's para compor sua pesquisa foi: Zoneamento Geoambiental da região compreendida pelas folhas topográficas São José dos Campos e Jacareí- SP (2013) de Claudia Vanessa dos Santos Corrêa. A autora, assim como Cabral (2014) sintetiza os passos da pesquisa em um fluxograma (2014, p.40) (FIGURA 17) e chama seu produto final como “Mapa de Zonas Geoambientais”.

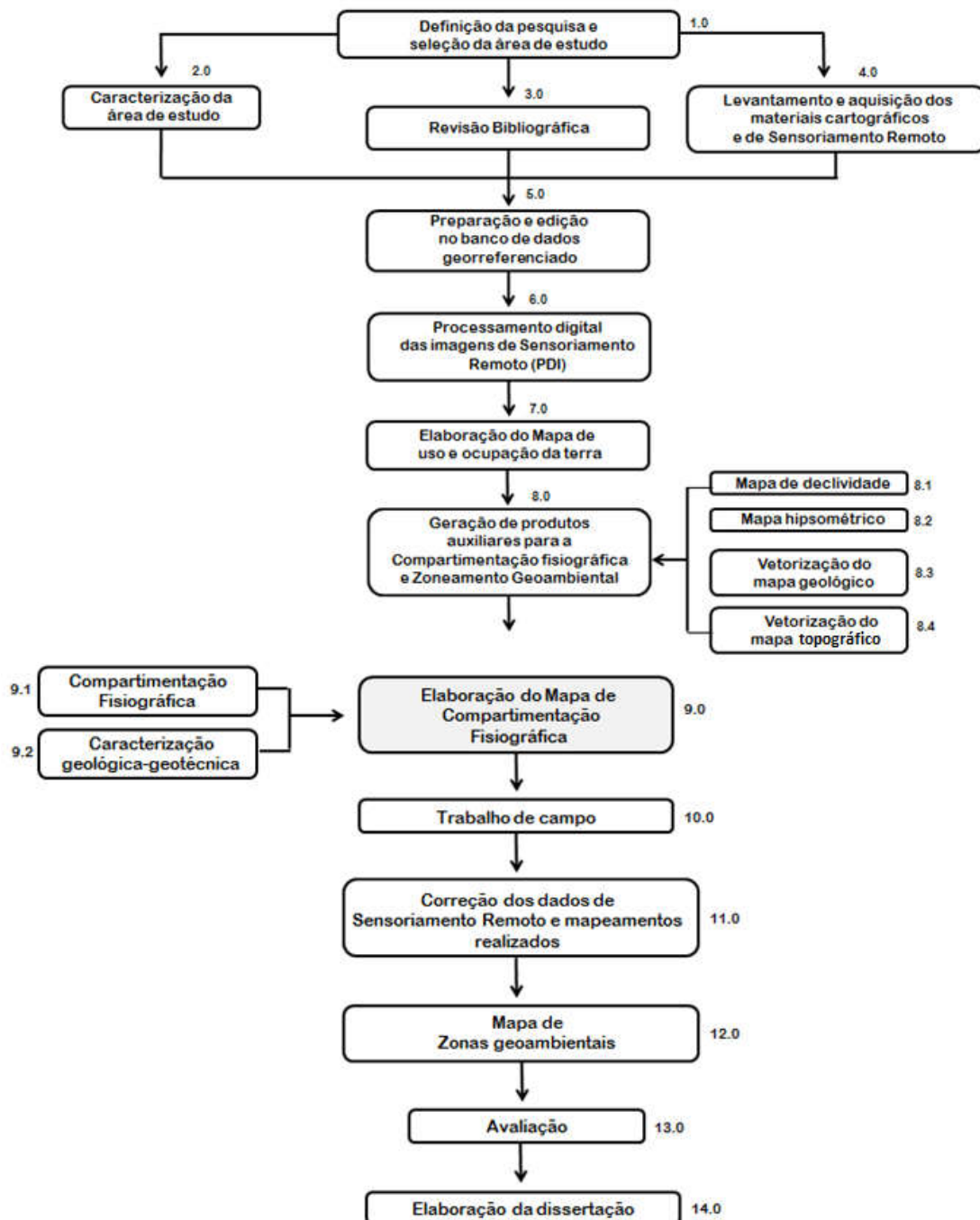


Figura 17. Síntese das etapas da pesquisa de Córrea (2013).
 Fonte: Corrêa (2013, p.40).

Outro trabalho que utiliza o cruzamento de mapas básicos e SIG para a composição do mapeamento geoambiental é o trabalho de Romário Tentin – Definição de unidade Geoambientais na bacia hidrográfica do Rio Itu – oeste do RS (2007).

O autor (2007, p.46) coloca como se dá o mapeamento geoambiental, bem como o roteiro da metodologia utilizada para a definição das unidades geoambientais e quais são as informações que poderão ser obtidas após a sua análise.

o resultado final do cruzamento destas informações (mapas básicos, derivados e interpretativos), é o *mapeamento e análise das Unidades Geoambientais* que são formas do terreno resultantes da ação dos agentes internos e externos, responsáveis pela delimitação de regiões constituídas de atributos naturais ou antrópicos distintos e característicos. O cruzamento inicia com o mapa litológico, associado com informações sobre variações de temperatura e precipitação na bacia, quando ocorrem; sobrepõem-se os mapas de drenagem e do relevo; após o mapa de solos, levando em conta, principalmente, a ocorrência de solos rasos, profundos e os hidromórficos; desses cruzamentos obtêm-se diferentes unidades com base nos aspectos físicos. Segue a sobreposição das informações sobre feições superficiais e uso do solo. O Mapa Geoambiental representa uma síntese das características físicas da área, refletindo a homogeneidade quanto às características físicas do relevo, a ocupação e uso das áreas, o substrato geológico que compõem solos e rochas e ainda quanto às ocorrências de formas recentes de dinâmica superficial do relevo. No Mapa Geoambiental, serão representadas as áreas com características semelhantes com o comportamento dos processos de dinâmica superficial em decorrências das diferentes formas de uso/ocupação, formação litológica frente aos condicionantes climáticos e da ação antrópica.

Com estes cruzamentos então, Trentin (2007) define nove unidades geoambientais para a bacia hidrográfica do Rio Itu (FIGURA 18) que representam a “homogeneidade quanto às características físicas do relevo, a ocupação e uso das áreas, o substrato geológico que compõem solos e rochas e ainda quanto às ocorrências de formas recentes de dinâmica superficial do relevo” (TRENTIN, 2017, p.124).

Sobre a importância destes documentos em relação a um planejamento ambiental, Trentin (2007, p.127) afirma que

o Mapa Geoambiental tem a finalidade de representar o resultado da obtenção, análise, representação e aplicação do dados e informações do meio físico, considerando-se as potencialidades e fragilidades naturais do terreno, bem como os perigos, riscos impacto e conflitos decorrentes da interação entre a ação humana e o meio ambiente fisiográfico. Pode, por isso, incorporar diferentes elementos como: bióticos, antrópicos e sócio-culturais em sua análise e representação.

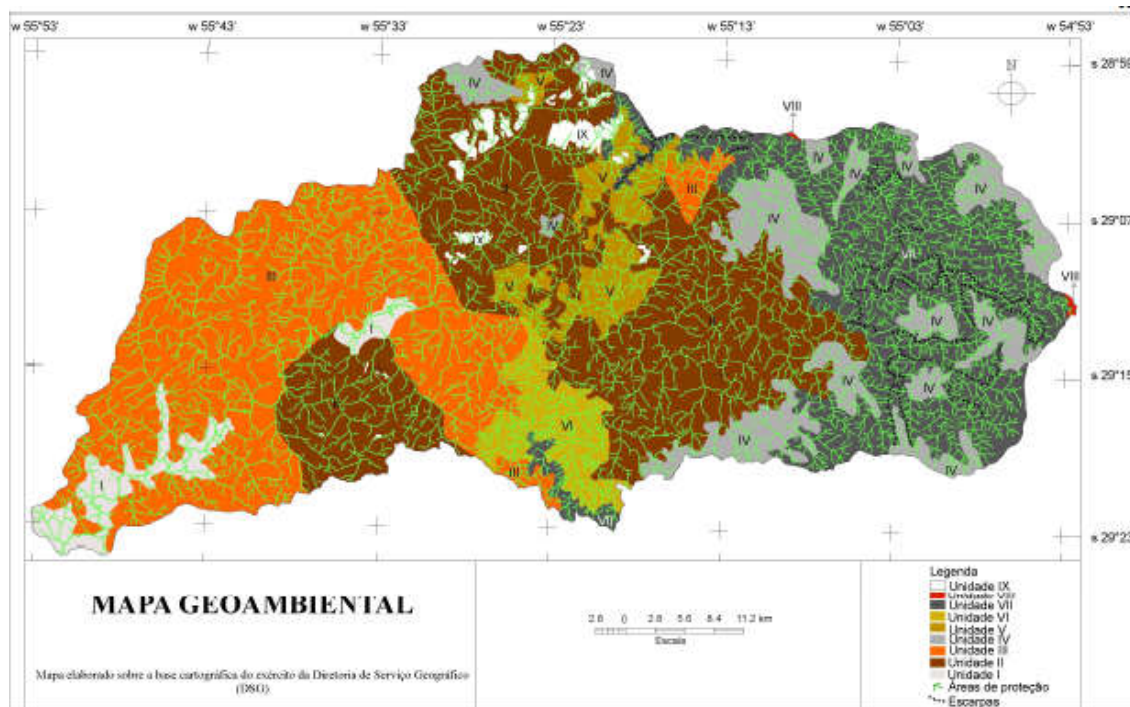


Figura 18. Mapa geoambiental da bacia hidrográfica do Rio Itu (2007).
Fonte: Trentin (2007, p.125)

A respeito da elaboração do Mapa de Zonas Geoambientais, Corrêa (2013, p.55) afirma que

com a reinterpretação da compartimentação fisiográfica e as correções de dados após o trabalho de campo, as informações produzidos foram avaliadas e sintetizadas como cartografia final ou de síntese, onde as zonas homólogas definidas anteriormente foram classificadas em termos de fragilidades e potencialidades do terreno. [...] para a geração do mapa de zonas geoambientais os dados resultantes da compartimentação fisiográfica e do mapeamento do uso da terra foram integrados através da abordagem multi-temática [...], por meio do método de sobreposição ponderada, também conhecido como análise multicriterial.

A autora atribuiu diferentes pesos para as diferentes unidades fisiográficas e para as classes de uso da terra, com valores de um a cinco, sendo a um equivalente à classe de mais baixa suscetibilidade aos processos do meio físico e a cinco correspondente a classe de mais alta suscetibilidade aos processos do meio físico³⁸. A autora (2013, p.134) demonstra os critérios utilizados para a atribuição dos pesos em relação às unidades fisiográficas (QUADRO 09).

³⁸ Floresta e cerrado – classe 01 (muito fraca), capoeira – classe 02 (fraca), área urbana, corpo d'água continental, reflorestamento (Silvicultura) (média) – classe 03, cultura temporária (Rizicultura), pastagem (forte) – classe 04 e, mineração – classe 05 (muito forte).

PESO	UNIDADES FISIOGRAFICAS	CARACTERISTICAS PARA A DEFINIÇÃO DOS PESOS
1 – Susceptibilidade muito baixa	16	- baixas declividades – inferiores a 10%; - relevos de morrotes; - baixa potencialidade de ocorrência de processos do meio físico.
2 – Baixa susceptibilidade	12	- baixas declividades; - relevo colinoso; - formação arenítica podendo facilitar a ocorrência de erosão linear.
3 – Média susceptibilidade	4, 5, 7, 9, 14	- declividades médias; - média amplitude altimétrica; - relevo colinoso a de morrotes; - potencialidade de ocorrência de erosão linear e escorregamentos.
4 – Alta susceptibilidade	10, 11, 15	- relevo dissecado; - medias declividades; - relevo de morros a serrano; - alta potencialidade de ocorrência de erosão linear.
5 – Muito alta susceptibilidade	13, 17, 18	- baixas declividades; - áreas sujeitas a inundação e ao assoreamento; Possuem solos inconsolidados de baixa capacidade de suporte; - nível de água aflorante a raso.
	1, 2, 3, 6, 8, 19	- altas declividades (superiores a 30%); - alta potencialidade de ocorrência de processos da dinâmica superficial (escorregamentos, rolamento de blocos e erosão).

Quadro 09. Pesos das unidades fisiográficas para elaboração do mapa de zonas ambientais.
Fonte: Corrêa (2013, p.134).

Assim, foram obtidas no total seis unidades geoambientais representados na figura 19 pela autora (2013, p.172).

Através da análise dos trabalhos, é possível perceber que muitos deles utilizam dos SIG's ou de seus conceitos para produzir suas análises geoambientais. O cruzamento de dados é comum, associando dados de litologia, geomorfologia, solos e rede de drenagem, por exemplo. Já os trabalhos de metodologia multicritério, foram menos representados no conjunto de trabalhos analisados, talvez por demandar de um conhecimento mais avançado das ferramentas de software ou por preferência do pesquisador apenas.

Contudo, é necessário considerar a importância desta ferramenta hoje nas análises geográficas, pois estas permitem agilidade e precisão em seus resultados dos mapeamentos. Além disso, é visto que hoje, os softwares de geoprocessamento são comuns nas instituições de ensino superiores brasileiras e fazer uso e ter acesso a elas tornou menos oneroso e mais fácil.

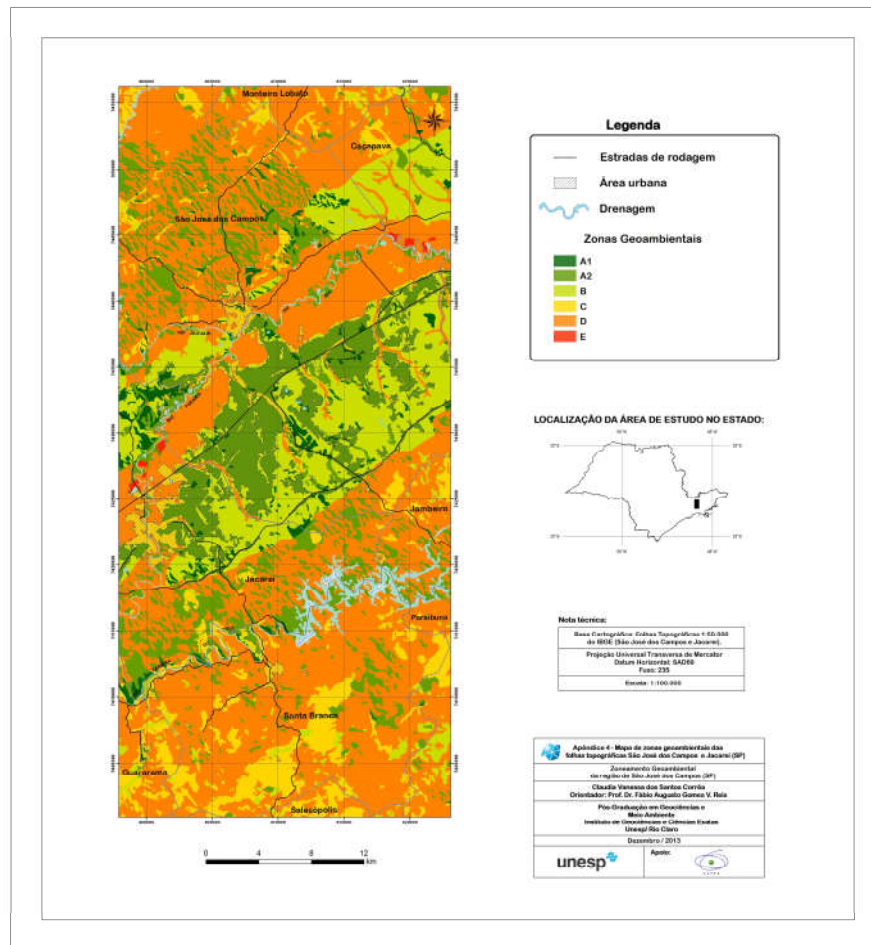


Figura 19. Mapa das unidades Geoambientais da região compreendida pelas folhas topográficas São José dos Campos e Jacareí – SP (2013).
Fonte: Corrêa (2013, p.172).

A respeito da escala, via de regra, os documentos cartográficos gerados nestes estudos devem estar na escala de 1:50.000. Pois se acredita que esta é significativa em área de abrangência em perder informações no nível de detalhe que prejudique os objetivos desta pesquisa.

A propósito, as investigações ambientais devem contar com dados ambientais das variáveis: geologia, geomorfologia, solos, vegetação além de informações de uso e ocupação da terra contendo minimamente as seguintes informações de cada variável: *Geologia*: tipo(s) de formação(ões) geológico local; *Geomorfologia*: forma das encostas, declividade da área, curvatura das vertentes e tipo de intemperismo que há no local; *Solos*: cor, espessura, textura; potencial de erosividade e erodibilidade; *Vegetação*: tipo de vegetação local, potencial de erosividade, potencial de escoamento superficial e balanço hídrico e; *Uso e ocupação da terra*: se a área é

de aterramento; se houve retirada mínima, parcial ou total da vegetação nativa, se houve cortes para a construção de casas, onde estão dispostas as moradias em relação as encostas, quais são as características das moradias, como é a questão referente ao fluxo de pessoas no local, como se dá a questão do lançamento da água na superfície, como se dá o tratamento dos resíduos locais; se há presença de cultivos de forma adequada ou não entre outros fatores que sejam considerados adequados para o cumprimento dos objetivos da pesquisa.

As relações destes parâmetros devem ser suficientes para gerar dados de fragilidade e potencialidade ambiental, que poderão ser indicados no mapa, por tons distintos da mesma cor, sendo o tom mais fraco para as áreas que apresentarem maiores potencialidades ambiental até, e um tom mais escuro, para as que forem mais frágeis. No que tange a cartografia os estudos geoambientais geram uma série de produtos georreferenciados que podem ser destinados a diversos fins, desde planejamento, gestão ambiental, assim como subsídios para a implantação de projetos que visem a recuperação de áreas degradadas e ganhos significativos quanto a qualidade ambiental (MENEZES et all, 2011).

Ainda sobre cartografia geoambiental, Robaina *et all* (2009) afirma que existe a necessidade de uma rotina fundamental para a divisão da área em unidades, de acordo com a variação de seus atributos. As unidades representam áreas com heterogeneidade mínima quanto aos atributos e, em compartimentos com respostas semelhantes frente aos processos de dinâmica superficial, contudo o fato destas áreas terem tendências potenciais para uma determinada questão, não quer dizer que ela não possua fragilidades na combinação de alguma outra variável.

Desta forma afirma-se que uma área não precisa ser apenas frágil ou potencial, ela pode e quase sempre será ambas em combinações de atribuições distintas. Considerando o exemplo da pesquisa de Menezes et all (2011, p.79), a criação de um quadro esquemático (QUADRO 10) descrevendo as potencialidades e fragilidades de cada Unidade Geoambiental serve para avaliar as condições de área como um todo, demonstrando que uma área pode ter áreas potenciais e frágeis ao mesmo tempo.

Unidade	Toropi	Ibicuí-mirim	Xiniquá	Taquara	Guassupi	Ermida	São Pedro
Características	Áreas planas do Rio Toropi, solos mal drenados e depósitos recentes.	Áreas planas do Rio Ibicuí-mirim, solos mal drenados e depósitos recentes.	Relevo ondulado de colinas e substrato de rochas sedimentares com lenhos fósseis.	Relevo ondulado de colinas sobre rochas sedimentares com lenhos fósseis.	Relevo fortemente ondulado, com as maiores declividades e altimetrias do município, sobre rochas vulcânicas.	Morros testemunhos em meio às colinas.	Adensamento populacional.
Potencialidades	Cultivo de arroz e disponibilidade de água.	Potencial a cultura de arroz e disponibilidade de água.	Criação de gado em função de relevo brando, assim como a agricultura nas porções de solo mais fértil. Potencial paleontológico.	Pecuária e atividade agrícola. Ocorrência de lenhos fósseis.	Pequenas propriedades rurais.	Importância como refúgio biológico, como também o potencial ecoturístico.	Serviços e infraestrutura disponíveis.
Impactos Observados	Supressão da mata ciliar, erosão, contaminação dos mananciais.	Supressão da mata ciliar, erosão de margem, assoreamento e contaminação dos mananciais.	Processos erosivos gerando ravinamentos.	Porções de arenito fino podem gerar processos erosivos de voçorocamento.	Desmatamento e abertura de novas áreas de cultivo, solos rasos, o que dificulta atividades agrícolas.	Ocorrência da ocupação do topo de alguns destes morros para atividades agrícolas e até pastoril.	Impactos na vegetação e nas drenagens, que recebem resíduos.

Quadro 10. Unidades Geoambientais de São Pedro do Sul/RS – quadro demonstrativo das potencialidades e fragilidades geoambientais do município.

Fonte: Menezes, Daniel Junges et al (2011, p.79).

Portanto, apresenta-se uma Metodologia Geoambiental válida para trabalhos que tenham por si objetivos que envolvam análises de avaliação ambiental.

Contudo, acredita-se que muito ainda se tenha a refinar à perspectiva das pesquisas geoambientais, toda via, a lacuna de uma metodologia própria preenche-se com este estudo que considerou diversos trabalhos que envolviam este conceito. Assim, analisando os trabalhos de forma mais técnica e criteriosa, avaliou-se cada um a fim de propor uma metodologia válida e eficaz para todos os demais trabalhos que envolvam este conceito.

5. ESTUDO DE CASO: ANÁLISE GEOAMBIENTAL PARA ESTABELECEM A SUSCETIBILIDADE A EROSÃO LINEAR NO MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DE ASSIS/RS

O zoneamento e mapeamento geoambiental é um importante instrumento para o planejamento e regulação do uso e ocupação do solo. Esses estudos possibilitam a caracterização de áreas quanto às suas aptidões e restrições às atividades já em desenvolvimento e/ou prováveis de serem implantadas, além de indicar porções do terreno com uma maior qualidade ambiental que possam ser preservadas.

A busca histórica por avaliar áreas de degradação ambiental demonstra a importância destes estudos ao longo do tempo e também assiduidade em estudos acadêmicos. Desta forma desde a evolução dos estudos geotécnicos até os estudos geoambientais como se caracterizam hoje, mostram como evoluíram as técnicas bem como o pensamento em cima deste conceito.

Acredita-se que muitas vezes a motivação para estudos que atendem a estas análises vêm da procura do entendimento das transformações ocorridas na paisagem ao longo do tempo, originada pelo processo histórico de uso e ocupação da terra. Nascimento et al (2008, p.49) cita em seu trabalho as causas mais comuns de degradação do meio ambiente, revela assim que

em sua maior parte, o processo de degradação ambiental [...], ocorre mais pelas intervenções socioeconômicas e culturais do que pelos fatores ambientais e sua dinâmica natural. A não observância de formas conservacionistas no uso e ocupação da terra tende a produzir sérios problemas de deterioração ambiental, pondo em risco a capacidade produtiva dos solos e a qualidade ambiental produzindo ulcerações de caráter irreversível na paisagem.

Precisa-se considerar que o autor cita sua área de estudo nesta afirmação, contudo deve considerar que muitas vezes os dois fatores combinados: intervenções socioeconômicas e culturais e fatores ambientais e sua dinâmica natural, são os responsáveis por estabelecer porções da superfície suscetíveis ambientalmente. A deterioração ambiental, citada pelo autor, que tem a capacidade de por em risco a capacidade produtiva dos solos e a qualidade ambiental muitas vezes é associada a processos erosivos visto que a degradação do solo por erosão é um grave problema

mundial da atualidade, sendo o recurso solo é finito e não renovável na escala de duração da vida humana.

A erosão consiste no processo de desprendimento e arraste das partículas do solo, ocasionado pela ação da água ou do vento, sendo a principal causa de degradação das terras agrícolas. A erosão hídrica é um processo natural relacionado à formação do relevo e dos solos, cuja intensidade pode ser aumentada a ponto de causar degradação ambiental, principalmente em função do uso agrícola com práticas inadequadas (BERTONI & NETO, 1989).

Erosões profundas que geram feições tipo voçorocas são relacionados a perda de resistência ou estabilidade e o desarranjo da estrutura do solo são causados pela força de percolação da água em seu interior, promovendo erosão regressiva, que tem início em um ponto de emergência d'água e progride para montante, carreando os sedimentos das camadas internas do solo pela ação do escoamento subsuperficial e formando espaços vazios interligados, denominados tubos de erosão ou processo de "piping" (VARGAS, 1977).

SALOMÃO (1994) e COELHO NETTO (1995) ressaltaram a importância das características do solo, como a porosidade, no desenvolvimento desse processo, que tem origem, muitas vezes, em zonas de discontinuidades litológicas e no uso incorreto do solo. BURACZYNSKI (1983) afirma que as atividades econômicas e a propriedade de resistência do solo são fatores fundamentais sobre a erosão e que também as variáveis das estruturas geológicas, precipitação e cobertura vegetal diferenciam as características de dimensão das formas ou cicatrizes erosivas. AB'SABER (1968) salientou que a friabilidade e as condições de alteração superficial e subsuperficial dos arenitos são fatores de fragilidade, sendo as voçorocas neles desenvolvidas mais agressivas, isto é, de evolução muito rápida.

CANEPPELE (2017) no trabalho de espacialização da arenização buscou estruturar uma metodologia para mapear o processo de arenização, em sua evolução, utilizando a Ecodinâmica e a Cartografia Ambiental. Para isso foram identificados e levantados os seguintes condicionantes dentro da área de estudo: a) Litológico; b) Geomorfológico – Compartimentação Geomorfológica e Feições do tipo valão; c) Pedológico; d) Cobertura vegetal e uso e ocupação da terra. O autor adotou a metodologia de OLIVEIRA et al. (2008), para identificação de áreas suscetíveis: a) áreas de reduzida biomassa, com pouca densidade de vegetação herbácea e possibilidade de solo exposto, dependendo das condições climáticas e

meteorológicas; b) associação de áreas de reduzida biomassa e presença de areais e; c) característica do substrato (arenitos Botucatu e Guará, mapeados por Oliveira, 2015). Além disso, os compartimentos que não possuíam feições da arenização foram considerados não suscetíveis, bem como parte das áreas da várzea identificadas como úmidas nas imagens de satélite e as áreas com vegetação de porte arbóreo das escarpas e dos cerros.

Conforme COHEN et al. (2005) a inclusão de métodos empíricos para o uso e a validação de novos modelos aplicados aos estudos de erosão e degradação dos solos é importante. Nos estudos de risco ambiental têm sido empregados métodos multicritério. Tratando-se desta metodologia, Costa e Oliveira (2009) apresentam o trabalho “Avaliação Geoambiental da zona costeira do bairro Candeias, Pernambuco”. As autoras (2009, p.163) afirmavam que “uma série de intervenções antrópicas acompanhadas de um processo de ocupação/urbanização desordenado, não respeitando os limites naturais da costa, desencadearam uma situação preocupante” nas áreas costeiras do país.

Desta forma, a respeito de sua metodologia de trabalho, COSTA E OLIVEIRA (2009) afirmam que desenvolve uma avaliação de multicritérios nos modelos matriciais para identificar e avaliar as transformações ocorridas a partir de um conjunto de ações humanas, dos fatores e elementos naturais (físicos, bióticos, perceptuais e socioeconômicos) alterados pela ação antrópica, e dos impactos produzidos, obtendo-se uma quantidade global e ponderada dos impactos positivos e negativos.

Na busca por investigar quais e como as ações antrópicas trazem prejuízo ao meio ambiente, especificamente neste estudo, nas áreas costeiras, as autoras (2009, p.175) utilizando da análise multicritério constatam que o meio ambiente passa por transições e transformações profundas, repercutindo na própria vida humana. Todas as considerações sobre as causas (ações), os efeitos (impactos), determinados fatores e elementos (físicos, bióticos, perceptuais e socioeconômicos), devem ser investigados, identificados e avaliados.

Esta abordagem multicriterial é uma das técnicas empregadas para a tomada de decisão que foi incorporada aos SIG's. Nesta abordagem, chama-se critério, a base para a tomada de decisão que pode ser medida e avaliada, sendo que esta pode ser dividida em fatores e restrições. Além disso, em muitas das aplicações de

SIG na área de análise ambiental, é comum o envolvimento de múltiplos critérios para se atender a um ou mais objetivos.

Conforme Brito (2014), entre as ferramentas de apoio à decisão incorporadas dentro dos SIG's o método de avaliação por múltiplos critérios (MCE - *Multi Criteria Evaluation*) tem destaque, uma vez que este possui a capacidade de comparar diferentes cenários conforme vários critérios. Os métodos de MCE agregam um valor substancial à informação, pois, não só permitem a abordagem de problemas complexos, mas também dão ao processo de tomada de decisão clareza e transparência, auxiliando os usuários a definir melhor o problema e a revisar sistematicamente suas decisões.

Segundo Vetorazzi (2006) a integração entre as técnicas de multicritérios e sistemas de informações geográficas representa um avanço considerável nas análises envolvendo adequação de uso da terra, em relação às abordagens convencionais de sobreposição (*overlay*) de mapas. Segundo o autor, a AMC [avaliação multicritério] em ambiente SIG pode ser pensada como um processo que combina e transforma dados espaciais e não-espaciais (entrada) em uma decisão resultante (saída). Os procedimentos envolvem a utilização de dados geográficos, as preferências dos tomadores de decisão e a manipulação dos dados e preferências de acordo com regras de decisão especificadas.

Portanto, é necessário ter cuidado na escolha do SIG considerando questões como aquisição, armazenamento, recuperação, manipulação e análise de dados. Além disso, as capacidades dos métodos de tomada de decisão multicritérios precisam ser pensadas em combinar os dados geográficos e as preferências dos tomadores de decisão em valores de decisões alternativas.

A ligação entre dados geográficos e as funções de processamento do SIG é feita por mecanismos de seleção e consulta que definem restrições sobre conjunto de informações. Atualmente observa-se um acelerado crescimento na utilização dos SIG's em diversas organizações, em função da economia e eficiência que esses sistemas oferecem.

Como aponta Câmara & Davis (2001), o uso da tecnologia de sistema de informação geográfica tem contribuído para o manuseio de grandes volumes de dados quantitativos e auxiliam na interpretação, análise e integração dos referidos dados. A compilação de e organização de dados que é feita em ambiente SIG é sem

igual, uma vez que esta tecnologia é capaz de manipular dados e gerar mapas temáticos de uma mesma área geográfica agilmente (BELTRAME, 1994).

Nesse trabalho buscou-se, através de análise multicritério e com apoio de SIG, estabelecer um zoneamento da suscetibilidade a erosão na área do município de São Francisco de Assis, localizado na Região Sul do Brasil, na porção Oeste do Estado do Rio Grande do Sul.

5.1 Caracterização da área de estudo

O município de São Francisco de Assis/RS (FIGURA 20) está localizado na porção Oeste do estado do Rio Grande do Sul, dentro da Mesorregião Centro-Oriental Riograndense, distante 485km da capital gaúcha e a 142km a oeste de Santa Maria – RS. A área do município é de 2.508,45km², geograficamente limitado pelas coordenadas 54° 47' 02" a 55° 53' 54" de longitude oeste e 29° 10' 03" a 29° 43' 05" de latitude sul (IBGE, 2018).

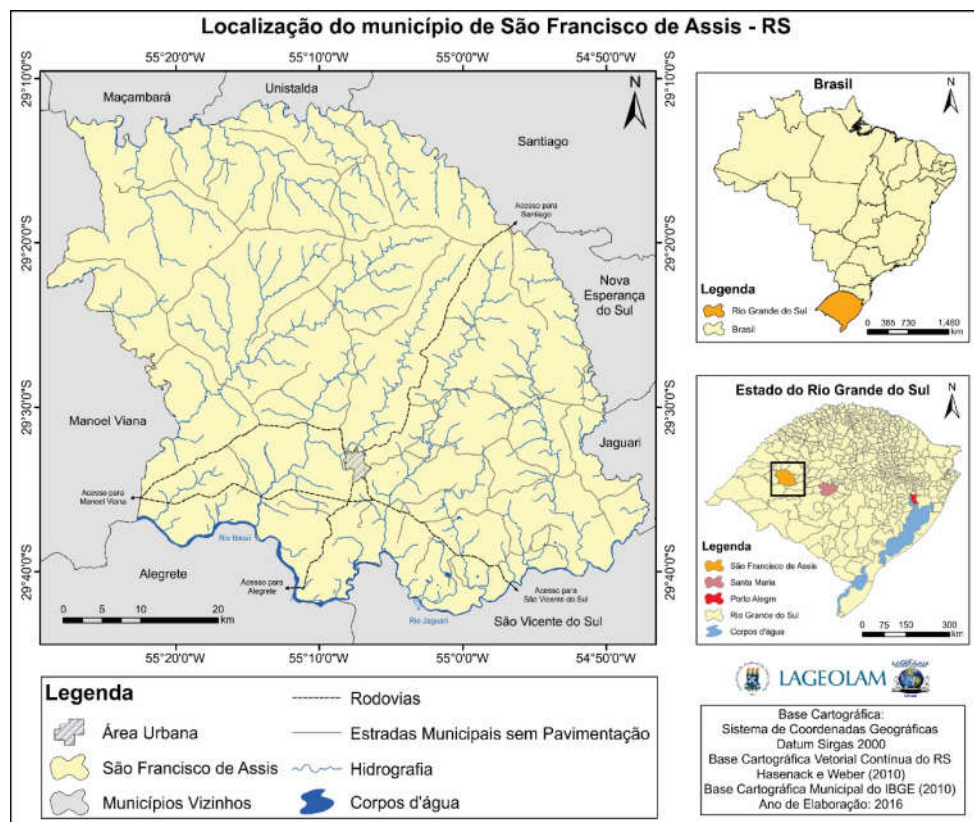


Figura 20. Mapa de localização do município de São Francisco de Assis/RS.
Fonte: LAGEOLAM/UFSM (2016).

Em suas divisas municipais, têm-se os municípios de Maçambará, Unistalda e Santiago ao norte, os municípios de Nova Esperança do Sul e Jaguari a leste, Alegrete e São Vicente do Sul ao sul e Manoel Viana a oeste. As principais vias que ligam a cidade de São Francisco de Assis são a RS-241 que liga com a cidade de São Vicente do Sul a 53km para leste, a RS-546 que liga a cidade de Santiago para norte, distante 55Km, a RS-377 que liga Manoel Viana a 43km em direção oeste e a RS-546, na direção sul, que liga com a Praia do Jacaquá.

O município possui características naturais bem particulares por estar localizado sobre duas grandes unidades geomorfológicas do Rio Grande do Sul: Depressão Central e o Planalto da Serra Geral (Trentin et al., 2012), o que instiga a aplicação deste trabalho em seus limites.

5.1.1 O município de São Francisco de Assis/RS: breve histórico e caracterização econômica e populacional

No ano de 1809 o estado do Rio Grande do Sul dá início a sua primeira separação municipal, sendo dividido em quatro grandes municípios: Porto Alegre, Rio Grande, Rio Pardo e Santo Antônio da Patrulha. Desde então a divisão foi se intensificando chegando aos atuais 497 municípios.

O município de São Francisco de Assis³⁹ toma forma no ano de 1801, quando foi fundado o Forte de mesmo nome, na sesmaria de Itajuru. O povoamento da sede, onde hoje se encontra a cidade, tem início no ano de 1809, com sua estrutura nas proximidades do Forte da Capitania do Rio Grande de São Pedro do Sul, e formado basicamente por mestiços e grupos indígenas.

Em 1824, São Francisco de Assis passa a ser integrante da Província das Missões. Com a Revolução Farroupilha em 1834, pertence ao município de São Borja, sendo incorporado no ano de 1858 ao município de Itaqui.

Posteriormente foi elevado à categoria de Freguesia no ano de 1859, sendo incorporada em 1876 a vila de São Vicente do Sul. Com o avanço e desenvolvimento deste povoado, São Francisco de Assis é desmembrado de São

³⁹ A pesquisa histórica do município de São Francisco de Assis é baseada no trabalho do historiador Valdevi de Lima Maciel – devidamente referenciado neste trabalho.

Vicente do Sul e Itaqui no ano de 1884, se tornando vila em 1885. Por fim, em 1938, a vila de São Francisco de Assis passa a categoria de município.

Segundo o IBGE em 2010, o município de São Francisco de Assis, de colonização predominantemente italiana, possuía uma população de 19.254 habitantes, estes divididos em 13.495 habitantes residentes na área urbana e 5.759 habitantes na área rural (GRÁFICO 04). Em relação ao total de domicílios municipais desta população, 29,6% estão situados na área rural e 70,4% na área urbana – 2.015 e 4.792 domicílios respectivamente (SEBRAE/RS, 2010) (GRÁFICO 05).

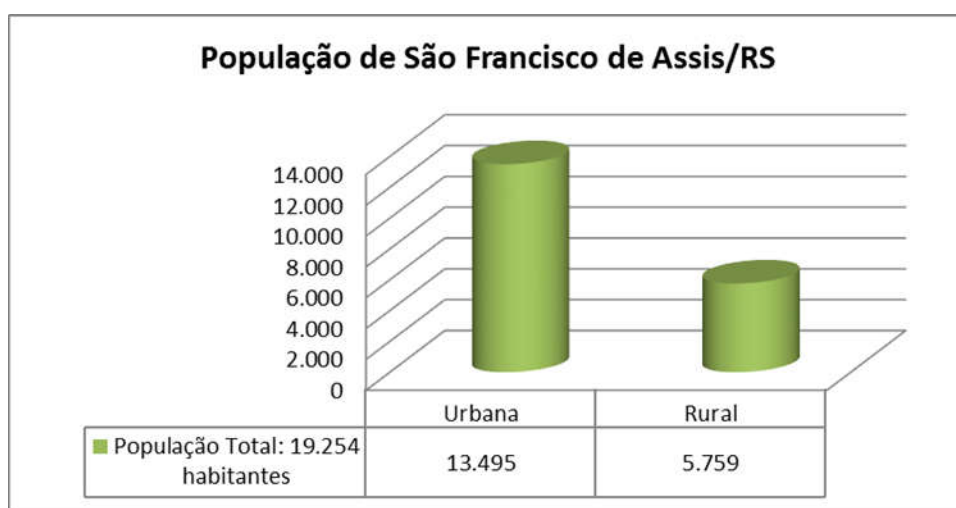


Gráfico 04. População total de São Francisco de Assis/RS: urbana e rural.

Fonte: IBGE (2010).

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

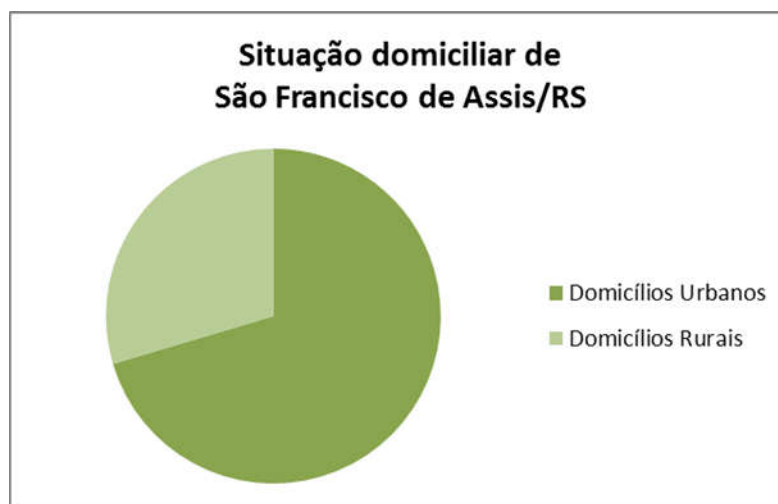


Gráfico 05. Situação domiciliar de São Francisco de Assis/RS.

Fonte: SEBRAE/RS (2010).

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

A maior parte da população total do município compreende a faixa etária potencialmente ativa, com idade entre 20 a 59 anos. Desta forma, 13.254 ou 69,7% da população está na faixa potencialmente ativa, enquanto 5.769 ou 30,3% da população são consideradas dependentes (SEBRAE/RS, 2015) (GRÁFICO 06).

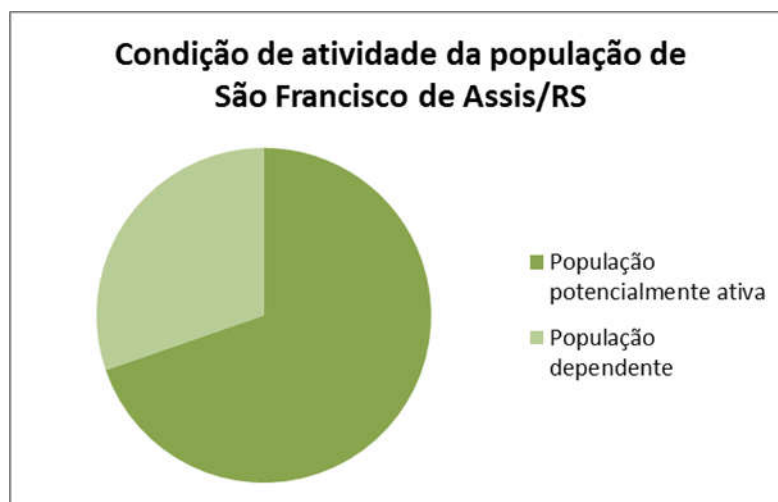


Gráfico 06. Condição de atividade da população de São Francisco de Assis/RS.
 Fonte: SEBRAE/RS (2015).
 Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

O Produto Interno Bruto (PIB) do município, em 2013, foi de R\$ 239.901 mil, apresentando a agropecuária como o principal setor econômico do município com 52,90% do PIB municipal, seguido do setor de serviços com 41,45%, e indústria com 5,65% (GRÁFICO 07). O município não acompanha o panorama estadual e nacional que detém a parcela de comércio e serviços como principal setor econômico, dispondo da agropecuária como contribuinte principal para o PIB do município.

A pecuária tem um volume significativo na criação de bovinos, com efetivo dos rebanhos de 193.503 cabeças. Na sequência, temos a criação de ovinos com rebanho de 29.562 cabeças, a produção de leite com 4.794 cabeças produzem cerca de 4.746 mil litros e o efetivo rebanho de galináceos, com 31.654 cabeças, (GRÁFICO 08) (IBGE, 2014).

Já as atividades agrícolas com maior expressão são a soja, com produção de 63.000 toneladas, a cana-de-açúcar, com 40.000 toneladas, o arroz, com 26.250 toneladas, a mandioca, com 21.600 toneladas e o milho com 12.600 toneladas (GRÁFICO 09) (IBGE, 2014).

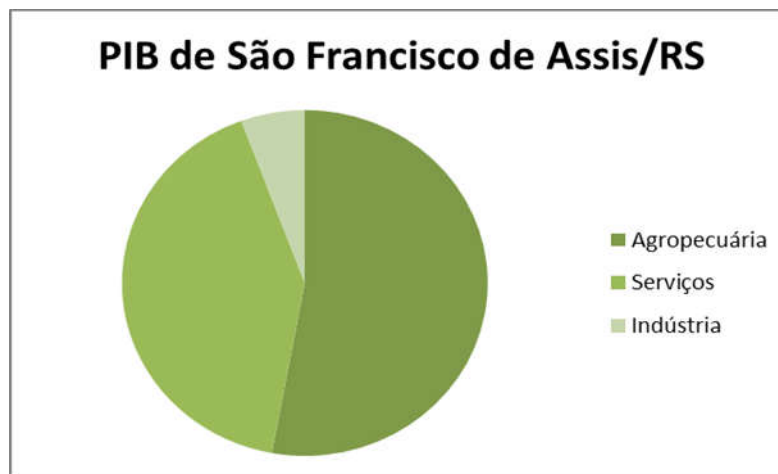


Gráfico 07. PIB de São Francisco de Assis/RS em 2013.

Fonte: IBGE (2010).

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

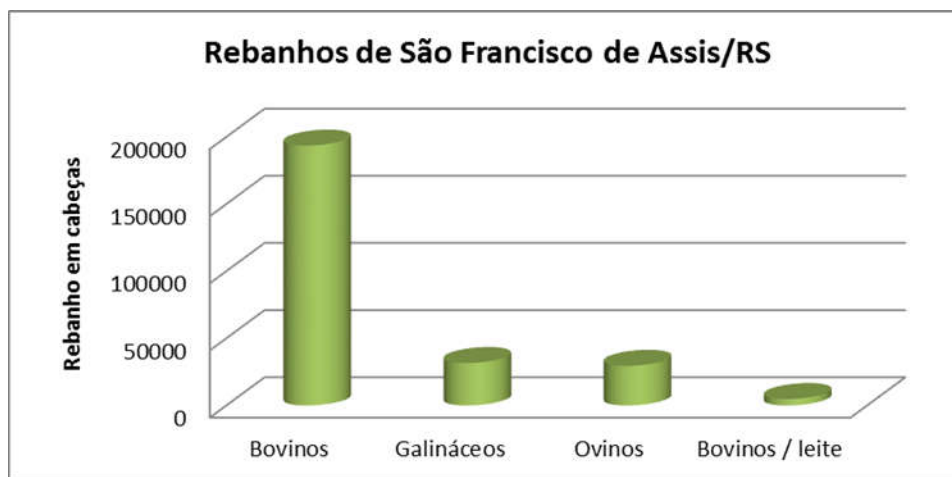


Gráfico 08. Rebanho de São Francisco de Assis/RS em 2014.

Fonte: IBGE (2014).

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

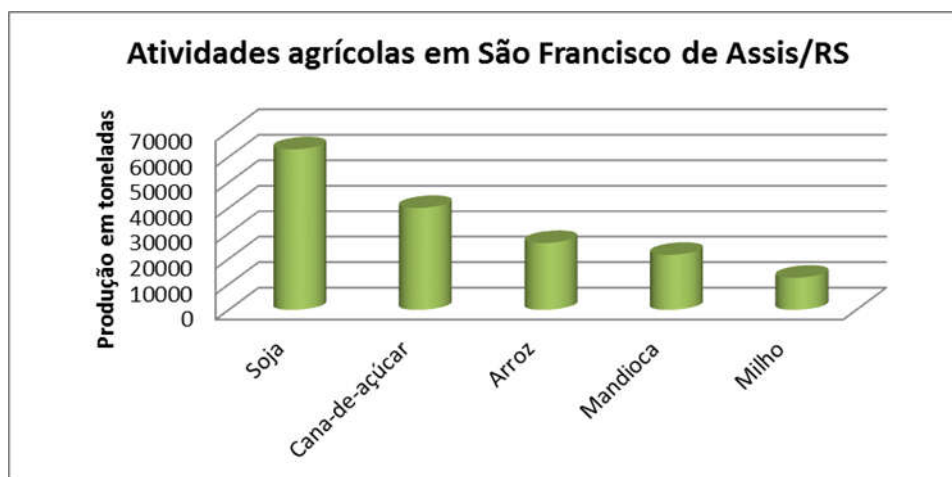


Gráfico 09. Atividades agrícolas de São Francisco de Assis/RS em 2014.

Fonte: IBGE (2014).

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

Pode-se afirmar que São Francisco de Assis, não se diferencia em demasia dos demais municípios do oeste do Rio Grande do Sul em relação a atividades econômicas principais e características da população: estas que são bem caracterizadas pelas atividades voltadas para o setor primário e a população predominantemente economicamente ativa e urbana. Contudo suas características naturais são o que permitem suas atividades agrícolas alocadas, bem como a distribuição de seus rebanhos e a situação habitacional da população local. Sendo assim, sua análise deve ser criteriosa e eficiente para o sucesso das mesmas.

5.1.2 Descrições das variáveis físicas do município de São Francisco de Assis/RS

As variáveis físicas de um município apontam muito sobre suas características. Com seu conhecimento pode-se inferir, por exemplo, sobre suas atividades econômicas principais.

Além disso, o conhecimento profundo destas variáveis permite que políticas de planejamento e gestão sejam criadas e implantadas em áreas frágeis ou de risco a população. Essas medidas são importantes para a segurança do meio ambiente e da população.

5.1.2.1 Geologia do município de São Francisco de Assis/RS

As rochas que afloram no município estão associadas a uma sequência Vulcano-sedimentar, conhecida como Bacia do Paraná, com uma espessura total máxima em torno dos sete mil metros, coincidindo geograficamente o depocentro estrutural com a região da calha do rio que lhe empresta o nome. A implantação da Bacia do Paraná deu-se na forma de depressões alongadas na direção NE-SW, seguindo as estruturas presentes no grande continente da Gondwana⁴⁰ (LABOURIAU, 1994).

⁴⁰ Segundo Labouriau (1994) estima-se que o continente Gondwana (formado por fragmentos da América do Sul, Antártica, África, Austrália e Índia) se formou durante o período Cambriano (540 a 485 milhões AP), da era Paleozóica.

As rochas mais antigas que afloram no município (Permiano Superior – Triássico) representam o avanço de depósitos continentais na Bacia do Paraná e são marcados por uma espessa sucessão flúvio-eólica que corresponde à Formação Sanga do Cabral (LAVINA, 1988). Essas rochas estão representadas por arenitos que se caracterizam pela presença comum de micas e por apresentar concreções carbonáticas.

A outra sequência fluvial, encontrada no município, corresponde a um substrato identificado por uma sequência de arenitos com grânulos e associações com sequência pelíticas⁴¹ de características fluviais. Essa litologia está associada à sequência litoestratigráfica que Wildner et all. (2006)⁴² determinou como Formação Guará com sedimentação do Período Jurássico.

Em algumas porções a alta coesão dos grãos, devido à intensa concentração de óxido de ferro e, por vezes, sílica, confere as rochas maior resistência, geralmente nas camadas superiores, expondo feições de relevo com encostas íngremes e afloramentos de rochas. Por outro lado, estas rochas apresentam-se muito friáveis e, com alto grau de alteração, quando pouco cimentadas, o que condiciona a formação de intensos processos erosivos (ROBAINA et all, 2013).

Já do final do Jurássico-Início do Cretáceo com avanço do Deserto na Bacia do Paraná os sedimentos estão representados por uma sequência eólica da Formação Botucatú, compostas por arenito avermelhado, finos a médios, bem selecionados com grãos arredondados e com alta esferecidade. Estas rochas apresentam camadas com estratificação cruzada.

No município há também uma porção significativa da Formação Serra Geral. Essa formação se deu devido ao início do processo de separação continental, onde nos intervalos entre os sucessivos pacotes de lavas ocorre, eventualmente, a deposição de sedimentos arenosos, constituindo os arenitos intertrápicos. Tais arenitos, por vezes aparecem silicificados, condicionando um relevo, com cornijas, constituindo-se por uma camada rígida e escarpas abruptas.

⁴¹ As rochas clásticas formadas por grão muito finos são em geral designadas por rochas pelíticas, sendo que nestas rochas as partículas com dimensões de limo e de argila representam pelo menos 50% do material que as compõe. As rochas pelíticas originam-se em ambientes sedimentares aquosos com um nível de energia muito baixo, ou é o resultado do transporte pelos ventos.

⁴² O Mapa Geológico do Rio Grande do Sul é um produto elaborado pelo Ministério de Minas e Energia em conjunto com o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) – o Geólogo Wilson Wildner faz parte da equipe executora do projeto de mapeamento.

As rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, apresentam composição básica e ácida, originadas a partir dos derrames provenientes do vulcanismo fissural, ocorrido na bacia do Paraná durante a Era Mesozóica. Estas rochas ocorrem arrançadas conforme um padrão decrescente de idades em direção ao topo. As sequências de derrames são identificadas na forma de patamares nas encostas dos vales. No município de São Francisco de Assis ocorrem derrames com espessura variável (até aproximadamente 60m), e afloram em topografias diversas, expondo zonas variadas desses.

As sequências geológicas mais recentes ocorrem nas áreas de acumulação, junto à planície de inundação, na calha dos arroios e ao longo de sua planície de inundação. Estes depósitos aluviais são compostos de areia grossa a fina, e sedimentos síltico argiloso, sendo encontrados em altitudes com até 120m, em relevo de planícies. Os depósitos recentes se formam ao longo dos rios, manifestando a dinâmica hídrica dos canais de escoamento, que erodem e depositam nas margens os sedimentos das rochas presente ao longo das bacias hidrográficas drenadas.

Além desses são identificados terraços fluviais que indicam um entalhamento das drenagens e a exposição de depósitos de canais em cotas topográficas mais elevadas que as atuais. Associado as encostas íngremes ocorrem depósitos de escorregamentos, que são tálus e os colúvios, formados por fragmentos das rochas das encostas como arenitos e vulcânicas de vários tamanhos e formas.

As características das litologias das formações que compõe o município de São Francisco de Assis/RS estão dispostas e caracterizadas no quadro 11:

FORMAÇÃO GEOLÓGICA	LITOLOGIAS
Formação Serra Geral	Rochas vulcânicas ácidas: riolitos granofíricos de cor cinza-clara a média e vitrófiros de cor preta ou castanha subordinados, com disjunção tabular dominante. Rochas vulcânicas básicas: basaltos e andesitos toleíticos de cor cinza escuro com intercalações de arenito eólico.
Formação Botucatu	Arenitos médios a finos, de cor rosa com estratificação cruzada cuneiforme de grande porte de ambiente eólico.
Formação Guará	Arenito fino a conglomerático, cores esbranquiçadas a avermelhadas, intercalado ocasionalmente com níveis centimétricos de pelitos, contendo pegadas de dinossauros. Ambiente continental desértico, com depósitos fluviais, eólicos e lacustres.
Formação Sanga do Cabral	Arenitos finos micáceos bem consolidados de cor rosa a vermelha na base, passando a amarelo acinzentada e lilás em direção ao topo, com estratificação cruzada acanalada e planar de origem fluvial.

Depósitos Aluviais Recentes	Areia grossa a fina, cascalho e sedimento siltico-argiloso, em calhas de rio ou planícies de inundação.
-----------------------------	---

Quadro 11. Descrições das formações litológicas do município de São Francisco de Assis/RS.

Fonte: Wildner (2006).

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

A distribuição das litologias pelo município de São Francisco de Assis está especializada na figura 21 e suas proporções podem ser consultadas na tabela um.

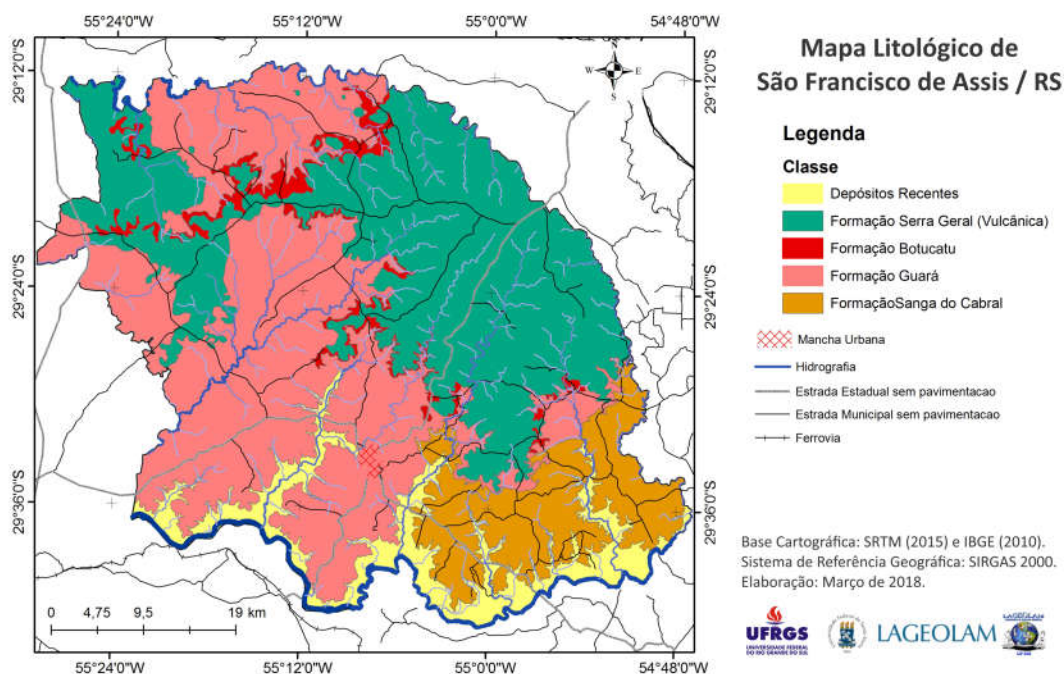


Figura 21. Mapa litológico do município de São Francisco de Assis/RS.

Fonte: SRTM (2015) e IBGE (2010).

Org.: LAGEOLAM/UFSM e OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

Classes Litológicas	Área_km ²	Porcentagem
Formação Guará	1018,32	40,60%
Formação Vulcânica	894,13	35,64%
Depósitos Recentes	232,49	9,29%
Formação Sanga do Cabral	280,36	11,17%
Formação Botucatu	83,18	3,31%

Tabela 01. Distribuição das classes de litologia do município de São Francisco de Assis/RS.

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

As paisagens que formam o município também evidenciam a diferença das formações geológicas, principalmente pelo uso que se dá a cada uma delas. Desta forma, nas porções mais arenosas são comuns a presença de silvicultura e os

areais, principalmente na formação Guará, também ocorrendo à presença de campos nativos e cultivos em todas as formações arenosas. Já na porção da formação Serra Geral há presença de florestas e matas ciliares, bem como pastagens e cultivos em toda a sua extensão.

5.1.2.2 Geomorfologia do município de São Francisco de Assis/RS

O município está localizado sobre duas grandes unidades geomorfológicas do Rio Grande do Sul são elas a Depressão Central e o Planalto da Serra Geral. Na Depressão Central forma, principalmente, as áreas dos Patamares residuais em arenitos, enquanto no Planalto da Serra Geral constitui as unidades de modelados de patamares das missões e modelados de rebordo do planalto.

O município de São Francisco de Assis apresenta como menor altitude a cota de 80 metros, junto às planícies do rio Ibicuí (FIGURA 22). Desta forma, as menores altitudes são encontradas junto às planícies das principais drenagens os rios Ibicuí, Jaguari, Jaguari Mirim e Inhacundá.



Figura 22. Cota 115 metros - várzea do Rio Ibicuí em São Francisco de Assis/RS.
Fonte: Trabalho de campo - 08/2018.
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

Já a maior altitude se apresenta na cota de 460 metros, localizada a nordeste do município, desta forma as maiores altitudes estão localizadas na parte norte/nordeste do município, sob o Planalto da Serra Geral (FIGURA 23). Nesta porção do município é comum morros e morrotes vegetados por floresta nativa em

suas vertentes e topo e, em suas bases, na maioria das vezes, há presença de pastagens e cultivos.



Figura 23. Cota 418 metros – pastagem na porção nordeste do município São Francisco de Assis/RS.
Fonte: Trabalho de campo - 08/2018.
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

Em relação as declividades, o município de São Francisco de Assis/RS apresenta um relevo ondulado onde predominam declividades menores que cinco por cento, associado aos vales fluviais, seguido por declividades de cinco a 15%, característico das ondulações suaves das colinas e, também uma porção, menor de declividade superiores a 15%, que ocorrem, principalmente, na porção centro-leste do município formando as bordas do Planalto e, também, em algumas áreas isoladas constituindo elevações que marcam o recuo do Planalto, formando morros e morrotes (FIGURA 24). A distribuição espacial das declividades pode ser observada no mapa (FIGURA 25) e estão descritas na tabela dois.



Figura 24. Paisagem de colinas e morrotes na porção nordeste do município São Francisco de Assis/RS.
Fonte: Trabalho de campo - 08/2018.
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

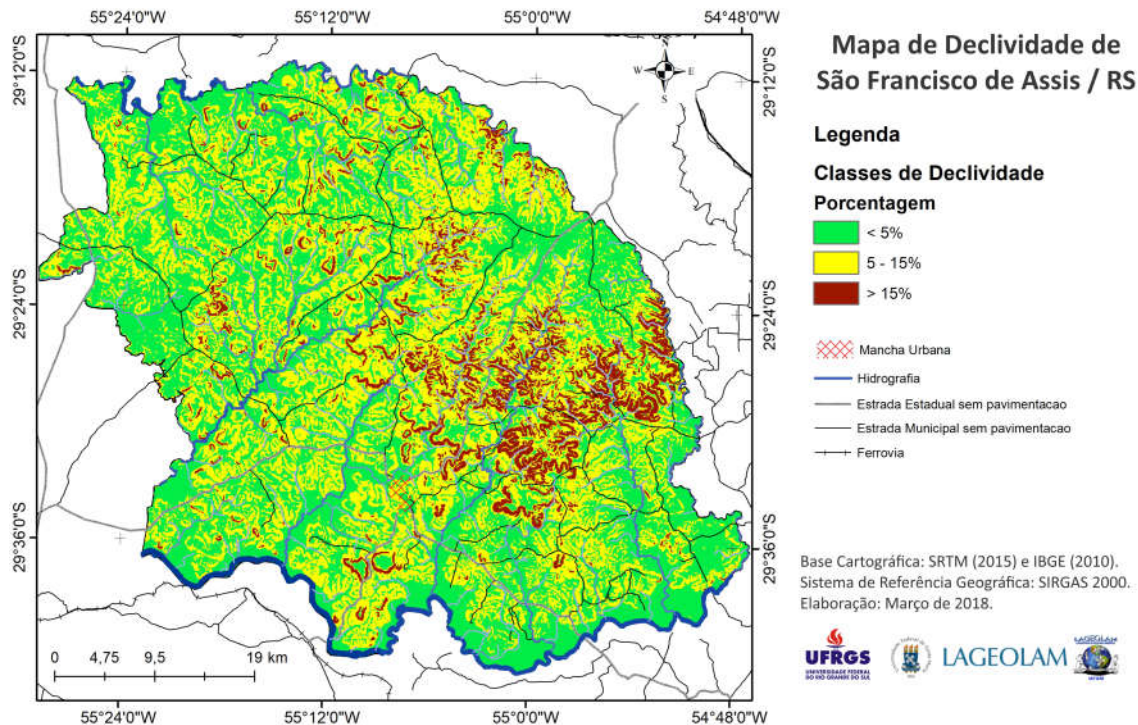


Figura 25. Mapa de declividade do município de São Francisco de Assis/RS.

Fonte: SRTM (2015) e IBGE (2010).

Org.: LAGEOLAM/UFSM e OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

Classes de Declividade	Área/km ²	Porcentagem
< 5%	1247,22	49,72
5 - 15%	1077,23	42,94
> 15%	184,03	7,34

Tabela 02. Distribuição das classes de declividade do município de São Francisco de Assis/RS.

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

Desta forma, é possível perceber que a maior parte do município encontra-se na Depressão Periférica do estado do Rio Grande do Sul, tendo apenas uma porção mais declivosa, concentrada no centro-leste, fruto dos resquícios do recuo do Planalto Central da Serra Geral. As declividades impõe o uso do solo, bem como a formação litológica presente de cada local.

5.1.2.3 Solos do município de São Francisco de Assis/RS

Os solos são influenciados principalmente pelo clima, pelas litologias e pelo relevo de cada região. Os solos do município de São Francisco de Assis/RS

(FIGURA 26) são bem variados, influenciados pela formação geológica característica da Depressão Central e o Planalto da Serra Geral, bem como pela disponibilidade hídrica local. Suas distribuições estão disponíveis na tabela três.

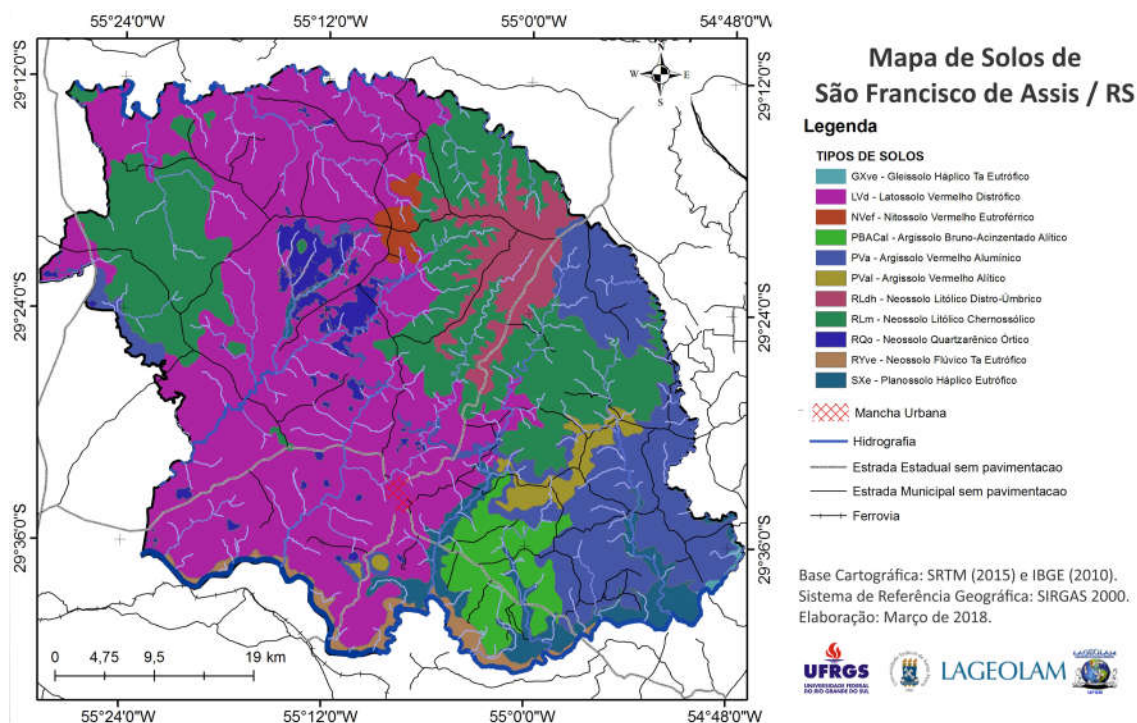


Figura 26. Mapa de solos simplificado do município de São Francisco de Assis/RS.

Fonte: SRTM (2015) e IBGE (2010).

Org.: LAGEOLAM/UFSM e OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

Classes de Solos	Área/km ²	Porcentagem
LVd - Latossolo Vermelho Distrófico	1104,57	44,03%
RLm - Neossolo Litólico Chernossólico	530,08	21,13%
PVa - Argissolo Vermelho Aluminico	352,51	14,05%
RLdh - Neossolo Litólico Distro-Úmbrico	118,70	4,73%
SXe - Planossolo Háplico Eutrófico	106,39	4,24%
PBACal - Argissolo Bruno-Acinzentado Alitico	105,79	4,22%
RQo - Neossolo Quartzarênico Órtico	67,27	2,68%
RYve - Neossolo Flúvico Ta Eutrófico	54,82	2,19%
PVal - Argissolo Vermelho Alitico	42,06	1,68%
NVef - Nitossolo Vermelho Eutrofico	22,36	0,89%
GXve - Gleissolo Háplico Ta Eutrófico	3,94	0,16%

Tabela 03. Distribuição das classes de solos do município de São Francisco de Assis/RS.

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

No município de São Francisco de Assis/RS os solos Hidromórficos estão associados, em sua maioria, as várzeas dos rios Jaguarí e Ibicuí que marcam divisas do município. Próximo aos rios tem-se a presença de Gleissolos e sobre a várzea os Planossolos, os bancos arenosos dispostos no leito fluvial são identificados como Neossolos Quartzarênicos Flúvicos.

Relevo ondulado associado a substrato de rochas vulcânicas originam solos mal desenvolvidos formando uma associação de Cambissolos e Neossolos Litólicos, que muitas vezes apresentam um horizonte A com matéria orgânica e pedregosa, constituindo horizonte chernossólico. Na porção nordeste do município, ainda com substrato vulcânico, ocorre solos desenvolvidos classificados como Argissolos Vermelhos associados a porções menos resistentes dos derrames.

A estrutura do horizonte subsuperficial dos Nitossolos é reconhecida por prismas bem definidos com cerosidade nas fraturas e, por isso, são classificados como Nitossolos Vermelhos.

Na porção sudeste do município, sobre um substrato de arenitos finos em relevo de colinas, ocorre solos do tipo Argissolos. Já nas porções mais finas, menos permeáveis dos arenitos, ocorrem solos Argissolos Bruno, enquanto, nas porções mais arenosas solos Argissolos Vermelhos.

Associados aos arenitos médios a fino das Formações Guará e Botucatu, desenvolvem-se solos classificados como Latossolos Vermelhos com textura arenosa e Neossolos Quartzarênicos. Os neossolos ocorrem em um relevo ondulado com vegetação xerófila identificada como butiazeiro-anão. Além disso, a degradação destes solos gera campos de areia onde a ação do vento desenvolve dunas.

5.1.2.4 Vegetação e uso da terra no município de São Francisco de Assis/RS

Tratando-se de vegetação, no município há predominância da campestre, constituída, em geral, por gramíneas e herbáceas, ocorrendo vegetação arbórea e arbustiva, nas matas de galeria e matas de encosta em determinadas condições de relevo e umidade. A flora original, em parte está afetada pela agricultura, braquiária ou pastoreio excessivo, apresentando-se, todavia, natural ou regenerada em determinados locais (FIGURA 27).

Os campos úmidos estão preservados, enquanto os banhados foram usados em sua maior parte para a cultura de arroz. A vegetação silvática da região, restringe-se, praticamente, à certas encostas dos chapadões de arenito, sobretudo ao norte do Ibicuí, bem como nas faixas que acompanham os principais cursos d'água, tratando-se nos dois casos, de habitats favorecidos por um suprimento mais regular de água.



Figura 27. Paisagem campestre, constituída por vegetação rasteira, ocorrendo vegetação arbórea e arbustiva, nas matas de galeria e matas de encosta, típicas do município São Francisco de Assis/RS. Fonte: Trabalho de campo - 08/2018. Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

O campo natural em colinas com substrato de arenitos pode estar totalmente coberto pela vegetação ou apresentar focos de arenização, com estrato inferior geralmente baixo, de 10-30cm, com grande diversidade de espécies. Entre as gramíneas predominantes destacam-se nas colinas arenosas: barba-de-bode, capim-limão, e por fim, capim-rabo-de-burro (FIGURA 28). Já associada à vegetação campestre, são registradas também nanofanerófitas⁴³, que incluem subarbustos e arbustos. São exemplos: as guabirovas-do-campo, as pitangas-do-campo, os araçás-do-campo (FIGURA 29).

Uma das plantas mais peculiares das coxilhas arenosas de São Francisco de Assis é o butiazeiro-anão, que se caracteriza por uma palmeira anã e cespitosa⁴⁴,

⁴³ Plantas anãs, raquíticas, variando entre 0,25 e 5m de altura, ocorrendo preferencialmente em todas as áreas campestres do País (CIMM, 2018).

⁴⁴ Crescimento cespitoso é um termo botânico que se refere ao modo como algumas plantas crescem lançando novos brotos ou caules de maneira aglomerada, geralmente formando uma touceira ou espesso tapete (Dicionário Botânico, 2018).

com copa hemisférica, de 70-120cm de altura (FIGURA 30). Estes palmares podem atingir dimensões consideráveis, sendo compostos por centenas de indivíduos.



Figura 28. Barba-de-bode (*Aristida flácida*), Capim-limão (*Elyonurus cadidus*) e Capim rabo-de-burro (*Schizachyrium microstchyum*), respectivamente.

Fontes: O extensionista (2018), Modo de olhar (2018) e; Trabalho de campo - 08/2018, respectivamente.



Figura 29. Guavirovas-do-campo (*Campomanesia aurea*), pitangas-do-campo (*Eugenia arenosa*) e, araçás-do-campo (*Psidium incanum*), respectivamente.

Fontes: Sistema de Informação sobre a biodiversidade brasileira (2018), Como fazer mudas (2018) e, colecionando frutas (2018), respectivamente.



Figura 30. Butiazeiro-anão (*Butia lallemantii*).

Fonte: Trabalho de campo - 08/2018.

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

Já nas formações campestres das colinas vulcânicas apresenta-se uma densa vegetação-gramínea herbácea rasteira, com espécies características: a

grama-forquilha, o capim-caninha, além de um elemento fanerofítico, representado pelo espinilho (FIGURA 31).

Nas formações rochosas, que formam as cornijas e morrotes de arenito, em geral, apresentam vegetação preservada e formada por inúmeras microfanerófitas xerófilas e as cactáceas. A espécie mais característica é a criúva (FIGURA 32).



Figura 31. Grama-forquilha (*Paspalum notatum*), Capim-caninha (*Andropogon lateralis*) e, Espinilho (*Vachelia caven*), respectivamente.

Fonte: Governo da Austrália (2018), Pinterest (2018) e Trabalho de campo - 08/2018.



Figura 32. Criúva (*Agarista eucalyptoides*).

Fonte: Trabalho de campo - 08/2018.

Quando os morrotes encontram-se próximos as drenagens, espécies acabam invadindo-os como o coqueiro-gerivá (*Syagrus romanzoffiana*). No topo dos morrotes a vegetação costuma ser escassa e apresentar espécies de menor porte. Entre as várias espécies encontradas são comuns as Leguminosas (*Mimosa cruenta*), Amarantáceas (*Froelichia tomentosa*), Asclepiadáceas (*Oxypetalum campestre*), Asteráceas (*Achyrocline marchiorii*). Nas rochas mais preservadas

merece destaque a ocorrência de *Baccharis pampeana*, arbusto de um a três metros de altura, exclusivo dessas formações.

A vegetação dos morrotes de formação vulcânica apresentam semelhanças na composição florística com os paredões das escarpas em alguns casos encontram-se associados à rede de drenagem. A vegetação presente nas escarpas do Rebordo configura uma nítida faixa longitudinal identificada como “Paredão” que divide os compartimentos do Planalto e da Depressão. Os paredões representam zonas com uma tipologia de vegetação de maior porte, devido às condições de sombreamento e umidade. Assim, a mata de encosta pode atingir dimensões consideráveis,

Ao norte do município associado a escarpa do Rebordo ocorre de forma extensa e homogênea com uma florística mais diversificada devido às contribuições da Floresta Estacional Decidual. Nas escarpas se desenvolvem diversas espécies, entre as quais se destaca a pitangueira, o gravatá, o ipê-roxo, entre outros.

O campo úmido apresenta estrato inferior desprovido de solo exposto, sendo composto por espécies de pequeno porte (com até 50cm), principalmente de gramíneas. A floresta de galeria ocorre associada com as drenagens dos principais arroios e do Rio Ibicuí, formando uma faixa longitudinal contínua que em alguns pontos é interrompida por lavouras que chegam próximas aos canais.

Em relação ao uso da terra, o termo “terra”, segundo a FAO (1976) apud Moreira (2009, p.48) “compreende o ambiente físico, clima, relevo, solo, vegetação e hidrologia, na medida em que estes influenciam no potencial de uso da terra, incluindo-se a isso, os resultados da atividade humana do passado e do presente, o que caracteriza o modo de utilização da terra”.

O conhecimento sobre o uso da terra ganha importância na necessidade de garantir credibilidade diante das questões ambientais, sociais e econômicas. Uma vez que entender o uso da terra garante ao pesquisador a compreensão das vocações desse espaço, bem como da alocação nele de produtos adequados ao seu uso.

As atividades antrópicas desenvolvem-se na superfície da terra apresentando assim grandes impactos ao solo. O uso e a ocupação da terra dependem da utilização adequada de técnicas de manejo que garantam a sustentabilidade do sistema.

O manejo inadequado e o uso incorreto das terras sem o conhecimento e planejamento ambiental dos recursos naturais podem ocasionar perdas significativas e irreversíveis ao meio ambiente. O desconhecimento e o uso de técnicas incorretas de manejo da terra deixam o meio ambiente comprometido no que se refere à sua utilização; a ação humana acaba afetando sua diversidade, a cobertura vegetal e, muitas vezes, a sua recuperação se torna inviável.

O levantamento e o conhecimento do uso da terra são uma tarefa indispensável para os estudos relacionados às análises físico-naturais, pois visam a contribuir para a busca de soluções a fim de amenizar os impactos e propor soluções para melhoramentos de áreas improdutivas e/ou mal planejadas. Hoje os principais usos do solo do município são: solo exposto (areais), campos, agricultura, silvicultura, vegetação ciliar e área urbana (FIGURA 33).

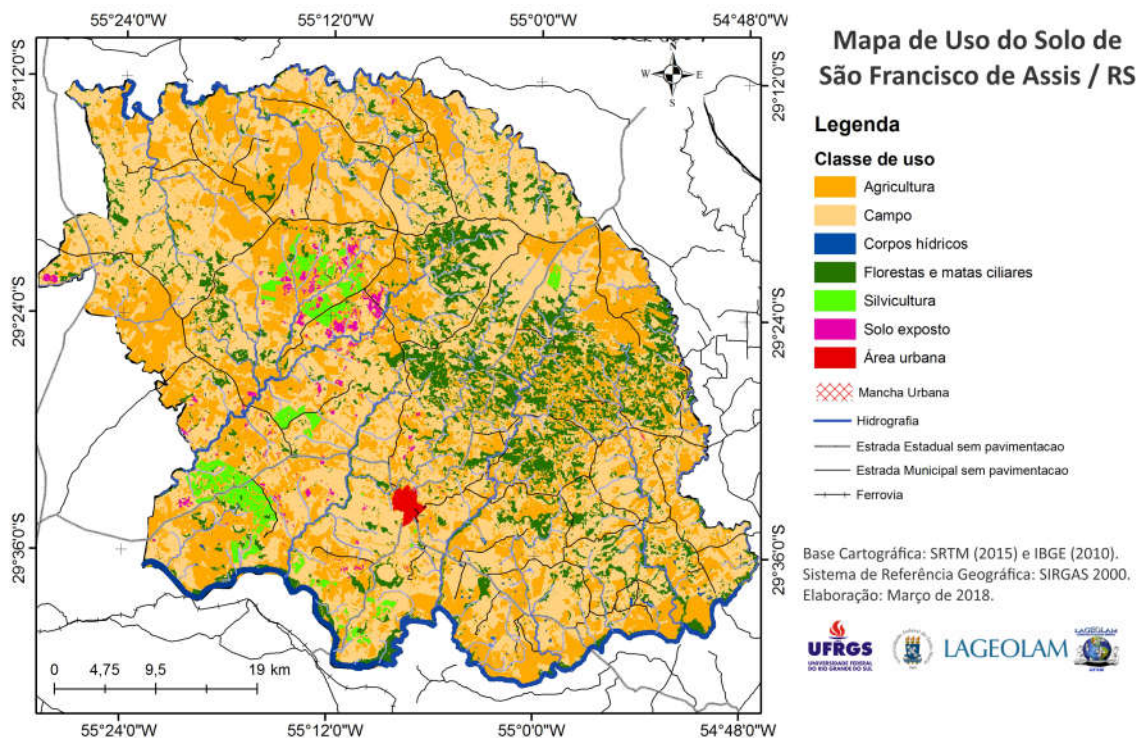


Figura 33. Mapa de uso da terra do município de São Francisco de Assis/RS.

Fonte: SRTM (2015) e IBGE (2010).

Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

A proporção deste uso pode ser analisada na tabela quatro, onde se pode notar com clareza a predominância de áreas de campo nativo e agricultura, uma vez que as declividades predominantes do município são de até cinco por cento o que

permite a maquinização agrícola. A predominância de campos nativos muito tem haver com os solos da região que são predominantemente arenosos, não permitindo implantação de certos cultivos.

Classes	Área/km ²	Porcentagem
Campo	1168,01	46,59
Agricultura	910,46	36,32
Florestas e matas ciliares	337,85	13,48
Silvicultura	55,98	2,23
Solo exposto	19,11	0,76
Corpos hídricos	8,75	0,35
Área urbana	6,89	0,27

Tabela 04. Proporção dos usos da terra do município de São Francisco de Assis/RS – 2018.
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

Nos campos, a vegetação nativa rasteira é predominante. Também há presença de bovinos em algumas porções do município indicando que a pecuária também está presente como atividade econômica (FIGURA 34).



Figura 34. Campo nativo e criação de gado: vegetação e criação típica do município São Francisco de Assis/RS.

Fonte: Trabalho de campo - 08/2018.

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

Em relação a agricultura, durante o trabalho de campo que ocorreu dia 27 de agosto de 2018, o cultivo implantado era, em algumas porções ainda, o de inverno (FIGURA 35-a) e em outras o solo já estava exposto (FIGURA 35-b) aguardando a implantação do cultivo de verão, são mais comuns o arroz e a soja.

As florestas nativas e as matas ciliares estão distribuídas em toda a porção municipal. As florestas (FIGURA 36-a) são mais evidentes em altas declividades,

nos topos e nas vertentes dos morros que estão em sua maioria e na porção centro-leste do município. Já as matas ciliares estão, junto aos rios, como orienta a legislação brasileira em função do Código Florestal (FIGURA 36-b).



Figura 35. a) Lavoura de trigo, cultivo de inverno; b) solo exposto, preparado para implantação da lavoura de verão do município São Francisco de Assis/RS.

Fonte: Trabalho de campo - 08/2018.

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

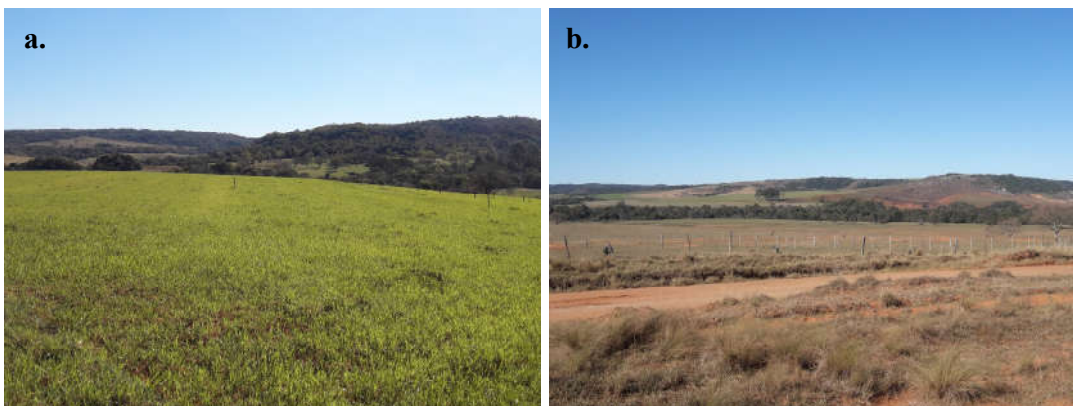


Figura 36. a) Floresta nativa no topo e vertente dos morros; b) mata ciliar nas margens do arroio Miracatú no município São Francisco de Assis/RS.

Fonte: Trabalho de campo - 08/2018.

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

A silvicultura é bem marcante na paisagem do município, apesar de não possuir uma porção significativa da área municipal. Este destaque se dá, principalmente, em relação à diferença visual causada pelas porções vegetadas de eucalipto, em contraste com os campos nativos planos (FIGURA 37-a). Outro olhar impactante, negativamente infelizmente, são das toras de eucalipto cortadas e aglomeradas para o transporte (FIGURA 37-b), deixando, o solo exposto.

Hoje quase 56Km² do município são de cultivo de eucaliptos, distribuído em todas as porções do município, tornando estas paisagens bem comuns.

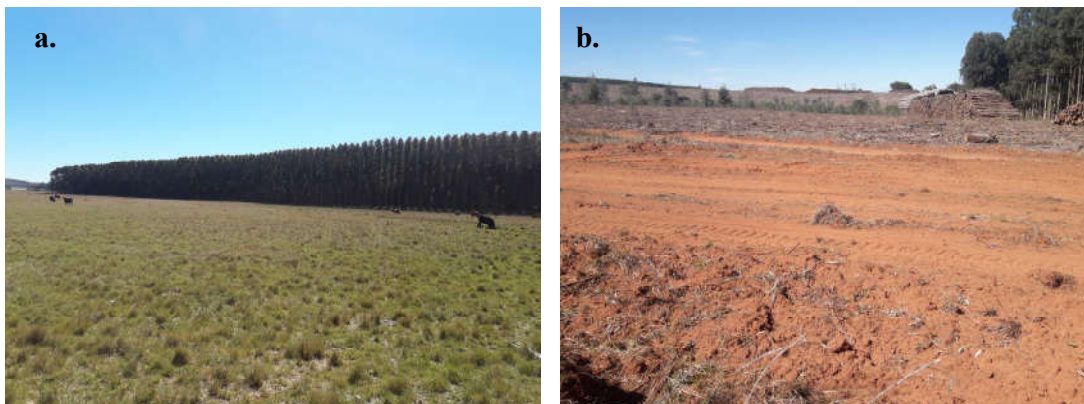


Figura 37. a) Silvicultura no sudoeste no município de São Francisco de Assis/RS; b) corte raso das árvores de eucalipto expondo o solo no município São Francisco de Assis/RS.

Fonte: Trabalho de campo - 08/2018.

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

A porção de solo exposto relaciona-se aos areais presentes no município (FIGURA 38). Estes, segundo o Atlas da Arenização: sudoeste do Rio Grande do Sul, são resultados da dinâmica hídrica e eólica, resultando inicialmente de processos hídricos. A porção de solo exposto do município representa 0,76% de sua área total. Estão associados a uma litologia propícia a sua formação, geomorfologia associada a baixas altitudes e declividades resultando solos frágeis.



Figura 38. Areal localizado na Formação Guará, à norte da área urbana municipal.

Fonte: Trabalho de campo - 08/2018.

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

Os corpos hídricos estão distribuídos em todo o município, representando 0,35% do total municipal. Eles representam os rios e afluentes (FIGURA 39-a) que percorrem o município, não sendo comum a presença de grandes açudes. Os presentes, muito provavelmente, são destinados a dessedentação animal (FIGURA 39-b), ou represas de água.

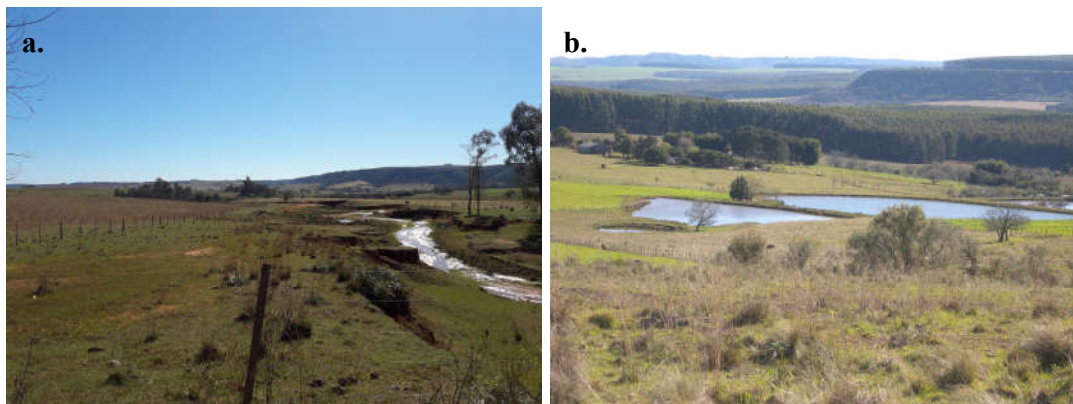


Figura 39. a) afluentes do arroio Miracatú no município São Francisco de Assis/RS; b) açude localizado na porção nordeste do município, provavelmente destinado a dessedentação animal.

Fonte: Trabalho de campo - 08/2018.

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

Por fim, a área urbana ocupa a menor porção municipal, apenas 0,27% (FIGURA 40-a), e nela que se desenvolvem as atividades ligadas ao setor terciário do município (FIGURA 40-b).



Figura 40. a) destaque da área urbana do município São Francisco de Assis/RS; b) hospital Santo Antônio, prestador de serviço do município.

Fonte: Trabalho de campo - 08/2018.

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

Caracterizado o município, a aplicação da metodologia geoambiental se explica por suas características particulares geograficamente. Desta forma, entende-se a importância de um instrumento de gestão válido que auxilie na tomada de decisão de uma área com características distintas e individuais.

5.2 Aplicação da metodologia Geoambiental automatizada no município de São Francisco de Assis/RS

A construção de um conjunto de mapas que auxilie no planejamento e gestão ambiental no âmbito municipal é muito importante. Georreferenciar uma área municipal, ou até mesmo um município como um todo e indicar quais são as porções territoriais que precisam de tomada de decisão por parte dos governantes, é uma ação que pode gerar inúmeras políticas positivas em relação a este.

Sendo assim, este documento se bem interpretado e usado de forma inteligente por parte da administração municipal, pode vir a salvar áreas em perigo ambiental, reabilitar espaços degradados e até mesmo intervir a localização de centros populacionais que não estejam de acordo com a legislação vigente. Desta forma, conhecer o município e suas nuances tende a ser fundamental para a preservação ambiental e para uma boa gestão pública.

5.2.1 Metodologia geoambiental automatizada aplicada para análise erosiva

A degradação do solo por erosão é um grave problema mundial da atualidade, o recurso solo é finito, não renovável na escala de duração da vida humana. A erosão é a forma mais prejudicial de degradação do solo. Pois além de reduzir sua capacidade produtiva para as culturas, ela pode causar sérios danos ambientais, como assoreamento e poluição das fontes de água.

A erosão consiste no processo de desprendimento e arraste das partículas do solo, ocasionado pela ação da água ou do vento, sendo a principal causa de degradação das terras agrícolas. A erosão hídrica é um processo natural relacionado à formação do relevo e dos solos, cuja intensidade pode ser aumentada a ponto de causar degradação ambiental, principalmente em função do uso agrícola com práticas inadequadas (LOMBARDI NETO et al., 1989).

Desta forma, a análise geoambiental busca considerar e pontuar áreas que precisam ser protegidas ambientalmente a fim de evitar processos como este. Assim, as análises dos textos consideraram quais variáveis os pesquisadores acreditavam mais expressivas para esta finalidade.

As variáveis selecionadas para o mapeamento Geoambiental foram, via de regra, as mais significativas, ou seja, as que mais se repetiram nos trabalhos analisados, e que assim, possuem afinidade dentro da proposta desta tese. Considerou-se que, estas variáveis ambientais, quando analisadas conjuntamente conseguem delimitar áreas potenciais e frágeis ambientalmente sendo capazes de produzir dados importantes para pesquisas deste cunho.

Alguns sinônimos foram considerados dentro das variáveis analisadas, por exemplo, considerou-se formação e cobertura vegetal como uma variável da vegetação. Além disso, (unidades de) relevo, fisiografia, declividade foram consideradas componentes da variável geomorfologia e por fim, atividade humana, uso e ocupação do solo e uso atual do solo como uso e ocupação da terra.

Desta forma, percebe-se que muitos trabalhos colocam em evidência as características ambientais marcantes na área de estudo, como dados específicos de geomorfologia, como declividade ou de solos, como profundidade da camada fértil, para caracterizar seus dados e assim conseguir os objetivos que se propõem. Vê-se que algumas pesquisas, em maioria, quando das mesmas universidades, possuem metodologias semelhantes, acredita-se ser por os pesquisadores serem vinculados ao mesmo laboratório ou o curso possuir por hábito usar da mesma metodologia. Essa consideração não é regra com os todos os trabalhos, uma vez que há instituições que apresentam metodologias distintas usando o termo geoambiental em seus títulos.

Ainda à respeito das variáveis, outras foram lembradas nos mais diversos trabalhos, muitas até tendo um número elevado de repetições, como são os casos da hidrologia/drenagem e suas variações, alguns estudos aparecem considerações sobre geotécnica, fauna (fauna silvestre) e outros. As variáveis mais lembradas que não foram incorporadas na proposta desta metodologia de estudo foram o clima e a associação hidrologia/drenagem.

Uma vez que a proposta de escala dos trabalhos são de 1:50.000, acredita-se que a variável clima seja dispensável, pois mesmo em áreas de transição climática, nesta escala não haveria diferenças tão acentuadas a ponto desta variável ser determinante no resultado final dos trabalhos. Apesar disso, é certo que uma avaliação climatológica como descrição da área de estudos é fundamental para a composição do zoneamento geoambiental, mas dentro do resultado final, ele não

evidenciaria ou seria responsável por apontar diferenças consideráveis nos resultados desta análise.

A respeito da não utilização da variável composta hidrologia/drenagem, se dá por sua evidência neste trabalho estar associada à questão do uso da terra e suas implicações na legislação vigente, não com sua distribuição pela área de estudo ou disponibilidade. Desta forma, acredita-se que para avaliar potencialidade e fragilidade ambiental a resposta do espaço relacionadas as leis que envolvem drenagem sejam relevantes para esta finalidade da pesquisa.

As variáveis ambientais mais utilizadas serão analisadas na metodologia geoambiental relacionando suas considerações a respeito de como devem ser indispensáveis para compor a pesquisa. Segundo Robaina et all, (2009) as dificuldades na elaboração do mapeamento incluem: selecionar, isolar, identificar e caracterizar as variáveis necessárias para a correta delimitação das unidades geoambientais.

Os parâmetros são analisados qualitativa e/ou quantitativamente, podendo ser, constantes ou variáveis no espaço e/ou tempo. Portanto, para a elaboração do mapeamento, é necessário ter clareza e exatidão dos parâmetros utilizados, bem como o cuidado com a repetição no uso destes. O ponto fundamental é definir as unidades pertinentes que realmente representem um determinado comportamento frente aos processos da área em estudo.

Considerando que este trabalho é em Geografia, estas serão muito mais afins com esta Ciência do que talvez com as ciências de raiz de cada uma das variáveis, como o caso da vegetação com a Biologia, os solos com a Agronomia, o uso e a ocupação da terra com as Ciências Sociais. Buscar-se-á, suas relações dentro da Geografia e como elas combinadas podem gerar dados relevantes a esta ciência e aos órgãos de gestão que poderão usufruir destes dados para tomar decisões a respeito de suas unidades de atuação.

5.2.1.1 Análise geológica

O mapeamento litológico apresenta através de uma análise integrada, a identificação e definição de diferentes tipos de rochas que compõem o substrato do meio físico e seus principais lineamentos estruturais (ROBAINA, et all, 2009). Na

tentativa de conhecer todos os aspectos do lugar onde se estuda Nascimento (2015, p.154) afirma que, pesquisas de ordem ambiental “requer (em) conhecimento detalhado de todos os aspectos e pormenores da superfície terrestre que influenciam nas atividades humanas ou que possam ser afetados por essas”.

O substrato rochoso é um dos fatores condicionantes mais importantes nos estudos que abordam susceptibilidade ambiental. Para Britto (2014, p.34) os fatores geológicos mais relevantes para estudo são: “a composição química das diferentes litologias, suas propriedades mecânicas, a presença de discontinuidades e o grau de intemperismo”. A identificação correta do substrato rochoso permite a identificação de discontinuidades e suas características, o grau de resistência das rochas entre outros fatores que interferem em processos superficiais e subsuperficiais (NASCIMENTO, 2015).

Ainda sobre o conhecimento da geologia (e geomorfologia) da área de estudo Franco et all (2009, p.166) afirma que é necessário “determinar zonas homogêneas e os processos envolvidos com a finalidade de tecer considerações sobre as possíveis medidas preventivas, reparadoras e minimizadoras dos problemas ambientais identificados.” Com isso, é possível estabelecer evidências acessíveis à investigação das características de interesse, com a fixação de critérios da área de conhecimento do pesquisador resultando assim na configuração espacial da distribuição dessas características.

O grau do processo intempérico na área pode ser fundamental para a identificação de áreas frágeis. Além disso, outras condições geológicas podem ser analisadas conforme preferência do pesquisador como: a presença de discontinuidades estruturais, como falhas, fraturas, juntas, planos de estratificação, xistosidade e diaclases. Estes processos podem indicar caminhos preferenciais para água o que pode acelerar o processo intempérico.

Desta forma, é possível entender que a geologia ambiental interage com várias ciências como a geografia, a biologia entre outras ciências que tem com âmbito a análise do meio ambiente, a fim de estabelecer e definir os relacionamentos entre os diversos meios que integram os sistemas ambientais. Assim, sua importância está diretamente relacionada à capacidade de apoio à gestão ambiental e ao planejamento e ordenamento territorial, bem como a capacidade de orientar pesquisas que tem por objetivo fundamentar análises naturais (SILVA E DANTAS, 2010).

5.2.1.2 Análise geomorfológica

Os estudos geomorfológicos são importantes nas análises ambientais uma vez que esta condicionam fatores como a dinâmica hidrológica e de maneira indireta, as características dos solos (BRITTO, 2014), além de ser a condicionante que fundamenta os aspectos legais de uso e ocupação do solo. Desta forma, fatores como declividade, forma das encostas e curvatura das vertentes são primordiais em estudos naturais.

A identificação das unidades de relevo possibilita a identificação das principais características das vertentes e conseqüentemente apresentam a distribuição das formas de relevo. A delimitação de unidades de relevo parte da definição dos parâmetros de vertente e de sua influência nos processos de dinâmica superficial, fundamentais para estudos geoambientais (ROBAINA, et al, 2009).

Além disso, a declividade que também é considerada um fator condicionante aos movimentos de massa, bem como dos locais de alocação de cultivos que dependam de maquinário para colheita e conseqüente uso da terra. Desta forma, Herz; De Biasi (1989) apud De Biasi (1992) definem como intervalos chaves os seguintes limites de declividade tendo em vista a legislação vigente no país (QUADRO 12).

LIMITE	CARACTERÍSTICA
< 5%	Limite urbano industrial, utilizado internacionalmente, bem como em trabalhos de planejamento urbano.
5 – 12%	Este limite possui algumas variações quanto ao máximo a ser estabelecido (12%), variando entre 10 – 13%, mas todos definem como limite máximo de emprego de mecanização agrícola.
12 – 30%	O limite de 30% é definido pela legislação federal (Lei – 6766/79), sendo o limite máximo para urbanização sem restrições, a partir da qual toda e qualquer forma de parcelamento far-se-á através de exigências específicas.
30- 47%	O código florestal fixa o limite de 25º, como limite máximo de corte raso, a partir do qual a exploração só será permitida se sustentada por cobertura de florestas (lei 4771/65 de 15.09.65)
> 47%	O artigo 10 do Código Florestal prevê que na faixa entre 25º e 45º não é permitida a derrubada de florestas, [...] só sendo tolerada a extração de toras, quando em regime de utilização nacional, que vise a rendimentos permanentes.

Quadro 12: Definição de classes das cartas clinográficas segundo Mário De Biasi (1992)

Fonte: De Biasi (1992)

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

Alguns autores complementam/alteram esses intervalos de declividade, estabelecendo limites mais precisos, podendo assim, auxiliar na identificação de áreas potenciais. Um exemplo é Granell-Perez (2001, p.78) que apresenta o seguinte tipo de classificação para cartas específicas de declividade (QUADRO 13)

DECLIVIDADES	MORFOLOGIA	PROCESSOS DE EROSÃO	ATIVIDADES
0° - 2°, 0% A 3,5%, Terreno plano ou quase plano.	Planície aluvial (várzea), terraço fluvial, superfície de erosão.	Sem perda de solos e escorregamentos	Agricultura mecanizada, urbanização, infraestruturas viárias.
2° - 5°, 3,5% a 8,7%, Declividade fraca.	Ondas suaves, fundos de vale, superfícies tabulares.	Início de solifluxão, escoamento difuso e laminar. Sulcos.	Agricultura com conservação ligeira. Aceitável para urbanização.
5° - 15°, 8,7% a 26,8%, Declividade média a forte.	Encostas de morros, relevos estruturais monoclinais do tipo cuesta.	Movimentos de massa, escoamento laminar, creep, escorregamentos. Sucos, ravinas.	Agricultura com conservação moderada a intensiva. Mecanização impossível >7°. Pouco apto para urbanização e infraestruturas.
15° - 25°, 26,8% a 46,6%, Declividade forte a muito forte.	Encostas serranas, escarpas de falha e de terraços.	Erosão linear muito forte, destruição dos solos, escorregamentos, queda de blocos.	Pecuária, florestamento. Não apto para urbanização e infraestruturas.
25° - 35°, 46,6% a 70%, Terreno íngreme ou abrupto.	Relevos estruturais tipo hogback, alcantilados costeiros, cristas.	Erosão linear muito forte, escorregamentos, queda de blocos, avalanches.	Uso florestal.
>35°, > 70%, Terreno muito íngreme ou escarpado.	Paredões e escarpas em canhões ou vales muito encaixados, cornijas.	Quedas em massa, escorregamentos, colapsos.	Limite para uso florestal.

Quadro 13: Relação entre declividades, morfologias, processos de erosão e atividades em diferentes intervalos de declividade.

Fonte: Granell-Péres (2001)

Britto (2014, p.35) afirma que por vezes a condicionante declividade “é utilizada de maneira predominante nos estudos de suscetibilidade e, em alguns casos, até de forma exclusiva”. Reafirmando assim, a importância desta variável neste estudo.

A forma da encosta no perfil e no plano e sua curvatura também indicam possíveis fragilidades no terreno, uma vez que condiciona o fluxo de água e de materiais sólidos ao longo da mesma, o conseqüente acúmulo de umidade (FERNANDES e AMARAL, 2003). Além disso, Britto (2014, p.35) afirma que

Em encostas convexas e divergentes, a água subterrânea é dispersada e as pressões neutras são menores, enquanto que em encostas côncavas e convergentes, o fluxo de água tende a se concentrar, tornando-as mais propícias a apresentarem pressões neutras elevadas e, desta forma, menores resistências

Desta forma, acredita-se que encostas convexas sejam mais estáveis que as planas e as côncavas, sucessivamente. Contudo, o acúmulo de fluxo possui grande importância quando se trata de desestabilização das encostas, uma vez que tem uma relação direta com a concentração dos fluxos de água superficial e subterrâneo e conseqüente saturação dos solos. (BRITTO, 2014).

Segundo Ross (2003) estudos que levam em conta a geomorfologia, estabelecem diretrizes referentes a variáveis como uso da terra e organização territorial, por exemplo, se tornando assim fundamental na organização do espaço. O entendimento do espaço para o planejamento vem a indicar as necessidades do homem e do meio ambiente visto que seus interesses que enlaçam e devem ser compreendidos como uma só realidade.

5.2.1.3 Análise de solos

O solo é um recurso natural não renovável muito importante para a humanidade, e sua qualidade é determinante para a produtividade e sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Esses fatores ou propriedades da qualidade do solo podem ser modificados ou melhorados por meio da adaptação de práticas de manejo, contudo algumas propriedades permanentes do solo, como profundidade, declividade, clima, textura e mineralogia, que contribuem significativamente para a sua qualidade, sejam muito pouco modificadas com o manejo (EMBRAPA, 2006).

Quando há análise de solos em estudos ambientais, geralmente são estas propriedades físicas as mais consideradas: textura, estrutura e espessura. Essas

são diretamente influenciadas pelo seu processo de formação. As características litológicas e os fatores climáticos que agem sobre si são quem vão ditar fatores suas características, além de questões de erosividade, entre outros.

A variedade de tipos de solo, segundo Robaina et al (2009), e sua distribuição espacial influenciam na eficiência dos usos e ocupações e a intensidade dos processos superficiais. Uma vez que o solo um recurso de renovação lenta, e podendo ser rapidamente degradado pela ação da erosão, o conhecimento da forma como a precipitação atua no ambiente no qual esteja inserido é fundamental para prever áreas frágeis (SANTOS et al, 2010).

Além disso, solos pouco espessos em contato direto com a rocha, gera uma situação de descontinuidade mecânica e hidrológica. Este processo impede o fluxo vertical da água, diminuindo sua capacidade de saturação, favorecendo sua remoção parcial ou total (FERNANDES e AMARAL, 2003), colocando em risco moradias e cultivos que estejam dispostos neste ambiente.

Neste ambiente a proposta de um planejamento territorial é fundamental. Estabelecer limites de onde é seguro a alocação de moradias também é uma função do poder público dentro de suas atribuições de governo. Contudo, sabe-se bem que nem sempre estes limites são respeitados, ocorrendo assim situações de invasão de áreas, no entanto o saber que estes locais são impróprios para assentar residências deveria ser suficiente para que a população considerasse o meio ambiente e em conseguinte sua segurança.

Por sinal, não é apenas o uso do solo para moradia que por vezes ocasiona degradação, o entendimento dos cultivos agrícolas versus a perda de solo é importante em estudos geoambientais uma vez que esta tem levado a degradação progressiva deste solo, bem como de todo ambiente. Assim, identificar as propriedades do solo e relacionar com o uso, características e situação natural que ele se encontra, permite que se delimitem suas características geoambientais com precisão e desta forma possam-se criar políticas de gestão eficientes para estas áreas (MAFRA, 1999).

5.2.1.4 Análise da cobertura vegetal e uso da terra

O tipo de cobertura vegetal, presente numa área, tem grande influência sobre o escoamento superficial e a produção de sedimentos. O grau de cobertura do solo é que determina o aspecto fisionômico da vegetação podendo ser classificada em: campestre, arbustiva ou florestal, além disso, sua ocorrência também varia, podendo ser: original ou exótica (ROBAINA, et all, 2009).

A cobertura vegetal das bacias hidrográficas sofre várias modificações quer sejam naturais ou artificiais, e estas modificações produzem os mais variados impactos no meio ambiente. O escoamento superficial é um dos primeiros fatores a serem alterados quando a cobertura vegetal da bacia é modificada e, conseqüentemente, a produção de sedimentos.

O histórico de ocupação tanto rural como urbano expressam a intensidade e às formas diferentes de uso da terra. Todo esse processo provocou mudanças na cobertura vegetal (principalmente em ambientes rurais), resultando em uma paisagens composta vegetação secundária que se diferenciam em fisionomia, composição, idade, tipo de solo e, sobretudo, da natureza das intervenções que foram submetidas ao longo dos anos. Desta forma, segundo Cordeiro et all (2017, s/p) as modificações na “cobertura do solo, tanto por ações antrópicas (extração madeireira, desmatamento, agricultura de corte-queima e pecuária extensiva) como por causas naturais, representa um significativo impacto sobre a biodiversidade local” o que pode acarretar mudanças em todo o ecossistema local.

Esta modificação geralmente é causada pelo caráter agropastoril do município que acarreta a abertura de novas áreas para implantação de pastagens e com o conseqüente desmatamento da vegetação natural foram causa danos ambientais caracterizados principalmente pela erosão gradual e por fim, acentuada dos solos (LISBOA E FERREIRA, 2011). É preciso considerar as áreas de preservação permanente e suas modificações, uma vez que estas sem a cobertura vegetal podem comprometer a regulação do fluxo e da vazão dos cursos d’água e até mesmo a captação de água para as populações que vivem nessas regiões, muitas vezes vindo a prejudicar essa população com questões relacionadas ao desabastecimento ou até mesmo elevação de custos de tratamento de água (NEVES; SOUZA, 2013).

Os efeitos positivos advêm de uma área vegetada e conseqüentemente potencial a diversos usos. Britto (2014, p.37) cita alguns fatores positivos da presença de vegetação:

(1) interceptação e redistribuição da água da chuva pelos galhos e folhas, impedindo o impacto direto das gotas na superfície do terreno e retardando a infiltração de água no solo; (2) acréscimo de resistência do solo, devido ao reforço mecânico proporcionado pelas raízes das árvores, principalmente as pivotantes e profundas; (3) retirada da umidade do solo pelas plantas através da absorção e evapotranspiração, o que reduz a poropressão e incrementa a sucção matricial; e (4) proteção do solo da ação direta da chuva, do vento e do sol, reduzindo as variações bruscas de umidade e temperatura.

Além disso, trabalhos desenvolvidos pelo Instituto Floresta (SP) buscaram comprovar, que a presença de cobertura florestal em bacias hidrográficas promove a regularização do regime de rios e a melhora na qualidade da água. Assim, é possível indicar um potencial uso, por exemplo, para áreas que necessitem de abundância e qualidade de água, seja para posterior uso na lavoura ou até mesmo dessedentação humana e animal.

Em relação ao uso da terra De Nardin (2009, p.82) afirma que “o uso e ocupação das terras é um tema básico para o planejamento ambiental, pois retrata as atividades humanas que podem diagnosticar os impactos e as pressões sobre os ambientes naturais”. A avaliação da ação antrópica para identificação de áreas frágeis e potenciais é muito delicada. A relação que o indivíduo tem com a área que habita, o uso que sua família faz a anos de determinada área e como estes sempre lidaram com as consequência dos seus feitos faz com que muitas vezes estudos como esses sejam deixados de lado.

As formas de uso e ocupação da terra muito tem haver com as atividades socioeconômicas desenvolvidas pela população local e, por conseguinte, refletem o desenvolvimento do sistema técnico-científico deste. Desta forma, segundo Santos e Souza (2014, p.226) “as relações estabelecidas entre sociedade e natureza, denunciando o grau de conservação, preservação e degradação dos recursos naturais em face dos processos produtivos”.

O adensamento populacional, comum das áreas urbanas, desencadeia uma série de fatores não adequados para uma cidade como: crescimento físico desmesurado e desordenado, conurbação, conflito entre diversas atividades econômicas, retenção especulativa do solo urbano e produção de vazios urbanos infraestruturados, uso e ocupação de solos inadequados, expansão das periferias urbanas e formação de cidades-dormitório, segregação espacial da população de

baixa renda, aumento da poluição e da agressão ao meio ambiente, com o comprometimento dos recursos naturais (SILVA; DANTAS, 2010). Desta forma, tendo o substrato natural como palco dessas mudanças a identificação destas áreas permite entender como se dão as relações naturais e sociais nestes espaços, sendo que os dados de uso e ocupação da terra descrevem historicamente as mudanças que ocorrem nestes lugares (DE NARDIN, 2009).

Tratando de degradação de recursos naturais, as atividades ligadas a produção de alimentos, estão nas que mais agredem o solo por fatores como erosão ou manejo agrícola inadequado (MAFRA, 1999). A FAO (2015) estima que 33% do solo mundial está degradado por uso inadequado gerado por manejo incorreto, sendo que erosão, salinização, compactação, acidificação e contaminação estão entre os principais problemas (EMBRAPA, 2015)⁴⁵.

Apesar das estimativas em relação ao manejo incorreto do solo ser assustadoras, é necessário considerar que este espaço possa ser lugar da produção mineral, abastecimento de água para a população e de insumos básicos para a atividade industrial, de forma a compatibilizar a aptidão do meio físico e a preservação ambiental com o desenvolvimento econômico e a melhoria da qualidade de vida da população. Assim, é comum encontrar áreas adequadas à agricultura e de retirada de matérias-primas minerais para a construção civil, ocupadas por vilas populares, obrigando os agricultores e mineradores a buscarem áreas cada vez mais distantes dos centros consumidores, encarecendo o preço final dos produtos (SILVA; DANTAS, 2010).

Além disso, é necessário considerar a indicação de áreas frágeis que podem por em risco um conjunto de casas, um bairro ou até mesmo, às vezes, uma cidade inteira. Desta forma, cabe também aos governantes fazer uso destes documentos gerados como fruto de dissertações, teses ou até projetos de pesquisa e antecipar qualquer ação que possa a vir a salvar vidas.

Dentre as ações que promovem a fragilidade de áreas habitadas, Britto (2014, p.28) ajuda a destacar:

⁴⁵ Esta estimativa ainda afirma que: somente a erosão elimina 25 a 40 bilhões de toneladas de solo por ano, reduzindo significativamente a produtividade das culturas e capacidade de armazenar carbono, nutrientes e água. Perdas de produção de cereais devido à erosão foram estimadas em 7,6 milhões de toneladas por ano (EMPRAPA).

execução de cortes com alturas e inclinações acima de limites seguros; execução deficiente de aterros; remoção da cobertura vegetal; lançamento e concentração de águas pluviais e/ou servidas; disposição de resíduos sólidos urbanos nas encostas; escavações na base da encosta; obstrução da drenagem natural ou artificial pelo lançamento de lixo ou entulhos; sobrecarga das áreas edificadas; vibrações artificiais; atividades de mineração e cultivo de espécies impróprias

Desta forma, deve-se apontar como a área está servida de infraestrutura urbana para minimizar alguns destes itens, como a área industrial lida com seus resíduos, onde a população reside, quais são as características de suas moradias. Além disso, deve-se levar em conta como a população lida com a sua área verde, se há/houve retirada parcial ou total da vegetação nativa, se há cultivos ao redor das casas entre outras características que possam indicar fragilidades ambientais que prejudiquem estas famílias.

Deve-se tomar cuidado quando se trata de uso e ocupação da terra, principalmente em ambientes urbanos, pois geralmente eles serão mais frágeis ambientalmente. É necessário assim considerar analisar históricos de eventos ambientais, históricos de bairros entre outros, para que haja imparcialidade no relatório.

Contudo, não se afirma que as análises de uso e ocupação da terra em áreas rurais sejam mais fáceis ou menos trabalhosas. Porém, uma vez que o ambiente natural é menos modificado, a busca por dados já gerados e suas comparações são mais simples.

5.2.2 Procedimentos metodológicos para o mapeamento da fragilidade erosiva

Para realizar o mapeamento de fragilidade erosiva é necessário conhecimento dos SIG`s para que executar os passos fundamentais para elaboração dos mapas. Neste trabalho utilizou-se várias ferramentas do software ArcGis tanto para elaboração dos mapas base, quanto para elaboração do produto final.

Os mapas base para a definição do mapa de fragilidade erosiva foram a declividade, os solos, a litologia e o uso da terra, sendo atribuído pesos para cada

uma das variáveis presentes nos mapas base. Os mapas foram organizados em planos de informação no formato *Raster* com resolução espacial de 90 metros.

Após a definição dos pesos de cada uma das variáveis dos mapas base, os mesmos foram reclassificados através da ferramenta *reclassify* no SIG ArcGIS, onde foram atribuídos ao valor do pixel o peso da variável.

Os pesos definidos possuem as seguintes importâncias: o mapa de declividade, os pixels com declividades menores que 5% receberam o peso um (1), as declividades de cinco por cento a 15%, receberam peso dois (2) e, as declividades maiores que 15% receberam o peso três (3); o mapa litológico, a litologia definida pelo substrato de rochas vulcânicas recebeu o peso um (1), os substratos areníticos definidos como Formação Botucatu peso dois (2); as rochas da Formação Sanga do Cabral e Depósitos recentes receberam peso três (3); os substratos arenitos definidos como Formação Guará receberam peso quatro (4); já o mapa de solos, os tipos associados as classes dos Geissolo, Neossolo Litólico, Neossolo Litólico Chernossólico, Neossolo Flúvico Eutrófico e Planossolo receberam peso um (1); os tipos associados as classes dos Nitossolo Vermelho Eutroférico e Argissolo Bruno-Acinzentado, peso dois (2); os Argissolo Vermelho receberam peso três (3); os tipos associados as classes Latossolos Vermelho Distrófico, peso quatro (4) e; os tipos associados aos Neossolo Quartzarênico-órtico receberam peso cinco (5); por fim, para o mapa de uso, as áreas ocupadas por Corpos hídricos receberam peso zero (0), as áreas ocupadas por Florestas e matas ciliares receberam peso um (1), as áreas ocupadas pela Silvicultura receberam peso dois (2); as áreas ocupadas pelos Campos receberam peso três (3); as áreas ocupadas pela Agricultura pela Área Urbana receberam peso quatro (4) e as áreas ocupadas pelos Solo exposto receberam peso cinco (5). Considera-se que quanto maior o peso atribuído a variável, maior será sua suscetibilidade a processos erosivos, estes estão organizados no quadro 14:

A definição do mapa de fragilidade erosiva ocorreu pela operação de álgebra de mapas realizados no SIG, através da ferramenta *Raster Calculator*, que permite realização de cruzamento e operações matemáticas em planos de informações do tipo Raster. Foram realizadas duas operações de soma de Raster: na primeira operação definiu-se a soma dos pesos referentes aos mapas de Declividade, Litologia e Solos, sendo gerado o mapa definido como *Mapa de Fragilidade Fisiográfica*; na segunda operação foi realizada a soma dos pesos referentes aos

mapas de Fragilidade Fisiográfica e de Uso da Terra, sendo gerado o mapa definido como *Mapa de Fragilidade Erosiva*, processo organizado na figura 41.

PESO	VARIÁVEL	DECLIVIDADE	LITOLOGIA	USO DA TERRA E VEGETAÇÃO	SOLOS
0		-	-	Corpos hídricos	-
1	< 5%	Vulcânica	Florestas e Matas ciliares	GXve	
				RLdh	
				KLRLm	
				RYve	
				SXe	
2	5 – 15%	Botucatu	Silvicultura	NVef	
				PvaCal	
3	> 15%	Depósitos Recentes	Campo	PVa	
		Sanga do Cabral		PVal	
4	-	Guará	Agricultura	LVd	
			Área Urbana e Solo exposto		
5		-	-	-	RQo

Quadro 14. Pesos e variáveis utilizados no mapeamento de fragilidade erosiva no município de São Francisco de Assis / RS.

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

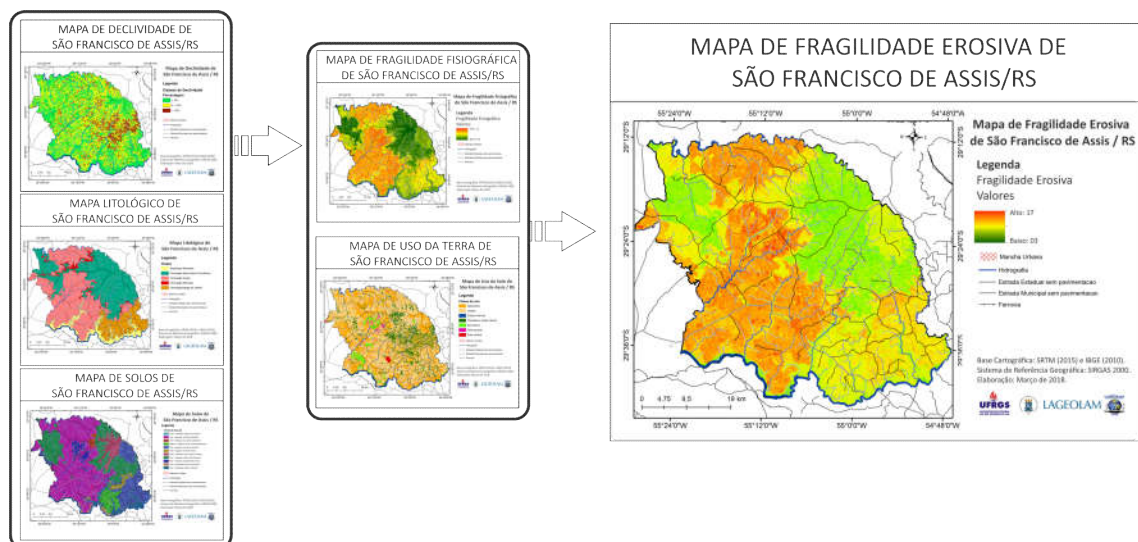


Figura 41. Fluxograma orientando os procedimentos para a produção do mapeamento de fragilidade erosiva no município de São Francisco de Assis / RS.
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

5.2.3 Resultados da metodologia geoambiental automatizada de análise erosiva do município de São Francisco de Assis/RS

Conforme Bertoni & Lombardi Neto (1990), os processos erosivos, são decorrentes de fatores, tais como: pluviosidade, declividade, comprimento do declive, capacidade de absorção da água pelo solo, resistência do solo à erosão e densidade da cobertura vegetal. Além disso, no estudo desenvolvido por Moreira (1992), 68% das voçorocas analisadas estavam instaladas em vertentes com declividades médias, entre nove por cento e 20%: do total, 19% em vertentes com declividades acima dos 20% e apenas 13% com declividades inferiores a nove por cento.

Lattanzi et all. (1974) verificaram que, quando a declividade da superfície do solo foi aumentada de dois para 20%, a erosão entre sulcos de um solo siltoso aumentou mais que o dobro. Bryan (1979) avaliando 10 tipos de solo em uma faixa de cinco a 58% de declividade observou que, para a maioria dos casos, uma função polinomial de segundo grau representou bem a relação entre erosão entre sulcos e a declividade da superfície do solo.

Conforme Amorim et all. (2001) o aumento observado na perda de solo, quando a declividade da superfície deste foi aumentada, tendo a taxa de escoamento permanecido constante ao longo de todo o teste, pode ser devido a três fatores: ao aumento no desprendimento de partículas de solo provocado pelo maior ângulo de impacto das gotas da chuva sobre a superfície do solo; à maior facilidade com que as partículas se movimentam no sentido da declividade pelo efeito da gravidade, para maiores declividades da superfície do solo e; ao aumento da velocidade de escoamento superficial. Para Salomão (1999) a relação entre declividade e erosão estabelece que inclinações a partir de oito por cento de declividade podem ser consideradas significativas.

Nesse estudo, define-se que a declividade de cinco por cento marca uma condição de inclinação onde os processos erosivos começam a ser significativos. Entre cinco e 15% de declividade ocorrem as formas de relevo mais características da área do município que são as colinas.

Com relação ao substrato litológico, o município encontra-se em grande parte no Sedimentos Gondwânicos e no Planalto, segundo compartimentação geológico-geomorfológica do estado do Rio Grande do Sul desenvolvido por Nogueira (1948), que dividiu em quatro regiões, até hoje, muito utilizadas: Litoral, Escudo Sul-rio-grandense, Sedimentos Gondwânicos e Planalto. Carraro et all., em 1974, utilizou a mesma lógica de Nogueira (1948) e publicou o Mapa Geomorfológico do Estado com quatro províncias: Escudo Sul-rio-grandense, Depressão Periférica, Planalto e Planície Costeira. Nessa condição o município de São Francisco de Assis/RS está localizada na unidade que, Carraro (op cit) denominou de Depressão Periférica e nas rochas vulcânicas do Planalto.

Recentemente, Robaina et all (2010), utilizando como base o Projeto Radam Brasil incorporado pelo IBGE, em 1986, estabeleceram uma divisão geomorfológica da Bacia do Ibicuí, composta pela Depressão Periférica e Planalto da Serra Geral. A Depressão Periférica do RS forma uma faixa E-W no estado e representa uma área deprimida formada pelo contato entre os terrenos de rochas sedimentares e as rochas cristalinas mais coesas. As altitudes são inferiores a 200m com substrato formado por uma sequência de coberturas sedimentares da Bacia do Paraná de origem Mesozóica, por vezes, recobertos pelos depósitos recentes Quaternários. Nessa unidade ocorrem amplas e alongadas formas de topos convexos, regionalmente, conhecidas como coxilhas onde os processos erosivos são significativos.

O Planalto da Serra Geral apresenta sua origem ligada ao vulcanismo que cobriu os sedimentos da Bacia do Paraná no final do Mesozóico. Essas sequências de rochas representam deposições na unidade geológica da Bacia do Paraná, que representa depressões alongadas na direção NE-SW, segundo a trama do substrato pré-cambriano (MILANI, 1997). As zonas de fraqueza do embasamento, correspondentes ao arcabouço brasileiro impresso nessa região, foram reativadas sob o campo compressional originado na borda do continente.

O pacote sedimentar aflorante, representa um registro sedimentar, que reflete o avanço dos sistemas continentais, na Bacia do Paraná, marcado por uma espessa sucessão flúvio-eólica que corresponde à Formação Sanga do Cabral (LAVINA, 1988). Na área do município, essa unidade está representada por arenitos fluviais que se caracterizam pela ocorrência comum de micas, concreções carbonáticas e fósseis vegetais. Subordinadamente ocorrem camadas de lutito vermelho, com

espessuras decimétricas, e de arenito fino, rosa ou laranja, com laminação cruzada acanalada. O mapeamento da CPRM (2006) classifica essas litologias como pertencentes à Formação Sanga do Cabral.

Segue as sequências sedimentares mais importantes, aflorantes no município, que são rochas sedimentares de origem ligada a fluxos aquosos, classificadas por Scherer et al. (2002), como Formação Guará de idade Mesozóica. O mais provável é que esta sedimentação tenha ocorrido no final do Jurássico. Segundo os Scherer et al. (2002), as camadas fluviais/eólicas da Formação Guará são correlacionáveis às da Formação Tacuarembó no Uruguai (Jurássico Superior/Cretácio Inferior). Essas rochas caracterizam-se por sua textura de areia com grânulos silicosos dispersos, estrutura, por vezes bem definida, de estratos cruzados acanalados e planares com “sets” curtos, médios, e plano-paralelas. A cimentação desses blocos de arenitos consiste em uma carapaça de óxido de ferro, bastante delgada e a medida que está “capa protetora” é rompida o substrato torna-se muito friável, tornando-se muito susceptível aos processos de dinâmica superficiais.

As rochas que encerram o ciclo deposicional da Bacia do Paraná, presentes na área de estudo, são do Jurássico-Cretácico, segundo Milani et al. (1994), compreendendo o intervalo do registro estratigráfico em que se posicionam os sedimentos eólicos da Formação Botucatu e as vulcânicas da Formação Serra Geral.

A Formação Botucatu constitui-se quase totalmente, em toda sua ampla área de ocorrência, por arenitos médios a finos, elevada esfericidade e aspecto fosco, róseos, exibindo estratificação cruzada tangencial, de médio à grande porte, indicando um ambiente eólico de deposição. Afloram em uma faixa estreita da área junto ao Rebordo do Planalto e em intercalações com rochas vulcânicas.

As rochas vulcânicas da Bacia do Paraná, no Rio Grande do Sul, estão apresentadas de forma geral nos trabalhos de Roisenberg & Viero (2000), Nardy et al. (2002), no trabalho de Wildner, et al. (2007).

O magmatismo fissural, que capeou a Bacia do Paraná no Mesozóico, está relacionado à desagregação do Continente Gondwana, formando uma espessa cobertura de lavas e uma intrincada rede de diques e soleiras. No Planalto estudos petrográficos mostram uma variação no teor de sílica que permite classificar as rochas desde basaltos até riolitos. Na área do município ocorrem segundo CPRM (2006), litologias das Fácies Gramado e Fácies Caxias. A primeira corresponde a

basaltos cinza escuros, maciços ou vesiculares com arranjo intergranular. A segunda está representada litótipos cinza, com estratificação horizontal característica, definidos como riódacitos.

Os depósitos recentes formam os depósitos de canal e de transbordamento dos rios, que compõem a área de estudo. O rio Ibicuí forma importantes depósitos de barra de meandro e barra de pontal, que têm importante papel econômico pela extração de areia. Na planície de inundação ocorrem os depósitos mais finos constituídos de silte a argila.

Com relação a erosão as litologias atuam diretamente e indiretamente. Diretamente, quando as erosões lineares afetam o próprio material rochoso e, indiretamente, pelo solo que se desenvolve sobre o substrato. Dessa forma, as rochas cristalinas vulcânicas são, diretamente, as menos suscetíveis, seguindo pelo litótipos do Botucatu, na área, pois estão afetados pelas rochas vulcânicas que conferem uma maior coesão. Os arenitos com intercalações de finos e concreções, da sequência de litótipos da Formação Sanga do Cabral tem média suscetibilidade e, os arenitos friáveis da Formação Guará apresentam, relativamente, mais alta suscetibilidade.

Os solos estão associados às diferentes condições de relevo e de substrato geológico presentes na área do município. Associado ao canal do rio Ibicuí, sobre os depósitos de barras de meandro ocorrem solos do tipo Neossolos Flúvicos que são solos minerais não hidromórficos. São formados por sobreposição de camadas de sedimentos aluviais recentes sem relações pedogenéticas entre elas, devido ao seu baixo desenvolvimento pedogenético. Geralmente apresentam espessura e granulometria bastante diversificadas, ao longo do perfil do solo. Na região não apresentam condições de suscetibilidade de erosão linear significativa, tendo sido classificado como suscetibilidade muito baixa.

Nas áreas de planas de planície de inundação ocorrem dois tipos de solos: Gleissolos e Planossolos. Os Gleissolos são solos minerais, hidromórficos, apresentando horizontes A (mineral) ou H (orgânico), seguido de um horizonte de cor cinza, resultado de modificações sofridas pelos óxidos de ferro existentes no solo (redução) em condições de encharcamento durante o ano todo ou parte dele. Os Planossolos Háplicos ocorrem tipicamente em áreas de cotas baixas, planas a suave onduladas. São, geralmente, pouco profundos, com horizonte superficial de cores claras e textura arenosa ou média (leve), seguido de um horizonte B de

textura média ou argilosa, pouco permeável, com cores de redução, decorrente de drenagem imperfeita. Ambos os solos foram definidos como de baixa suscetibilidade a erosão linear.

Nas áreas de encostas íngremes os solos são do tipo Neossolos Litólicos, que compreendem solos rasos, por vezes com alto teor de matéria orgânica superficial gerando horizonte Chernossólico e onde geralmente a espessura dos horizontes sobre a rocha não ultrapassa 50cm, foram definidos como de baixa suscetibilidade a erosões lineares.

Em uma área do Centro-Norte do município, associado a rochas vulcânicas básicas com exposição da estrutura vesículo-amigdalóide de topo de derrame, desenvolvem solos do tipo Nitossolos Vermelhos, argilosos, estrutura em blocos fortemente desenvolvidos, com diferenciação de horizontes pouco notável. Esses solos foram definidos como de pouca suscetibilidade a erosão, devido ao conjunto de ligantes que confere uma estrutura resistente.

Os Argissolos Bruno-Acinzentados apresentam cores bruno-acinzentadas devido à restrição de drenagem e ao substrato de lamitos e arenitos finos no qual se desenvolvem. Apresentam cores mais escuras na parte superior do solo devido aos elevados teores de matéria orgânica, e espessura média ao redor de 60cm - 80cm. Considerou-se de baixa a média suscetibilidade erosiva.

Associado a sequências, relativamente mais permeáveis dos arenitos da Formação Sanga do Cabral, ocorrem os Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA) que apresentam horizonte de acumulação de argila, B textural (Bt), com cores vermelho-amareladas devido à presença da mistura dos óxidos de ferro hematita e goethita. São solos com profundidade podendo atingir um metro, bem estruturados e bem drenados. Ocorrem, também, a nordeste da área do município, sobre substrato de rochas vulcânicas ácidas. Apesar de desenvolverem os horizontes característicos, apresentam pouca espessura, ao redor de 60cm. Há predominância do horizonte superficial A do tipo moderado e proeminente, apresentam principalmente a textura média/argilosa. Foram definidos como de média suscetibilidade erosiva na região.

O solo predominante do município está representado por Latossolos Vermelhos que se desenvolvem sobre arenitos da Formação Guará. Apresentam cores vermelhas acentuadas devido aos teores mais altos e à natureza dos óxidos de ferro presentes no material originário em ambientes bem drenados, e características de cor, textura e estrutura uniformes em profundidade. São profundos e porosos, de

textura média com teor alto de areia fina. Esses solos foram classificados como de alto potencial erosivo.

Os solos de maior potencial erosivo são os Neossolo Quartzarênicos que se desenvolvem sobre os arenitos Guará e muitas vezes associados aos Latossolos, especialmente, em uma porção no centro do município. Esta classe de solo ocorre em relevo plano ou suave ondulado, apresenta textura arenosa ao longo do perfil e cor amarelada uniforme, abaixo do horizonte A, que é ligeiramente escuro.

5.2.3.1 Fragilidade erosiva natural

O cruzamento dos parâmetros que definem a composição da encosta (rocha/solo) com as condições de inclinação (declividade) definiu as áreas de fragilidade natural no município visualizadas na figura 42.

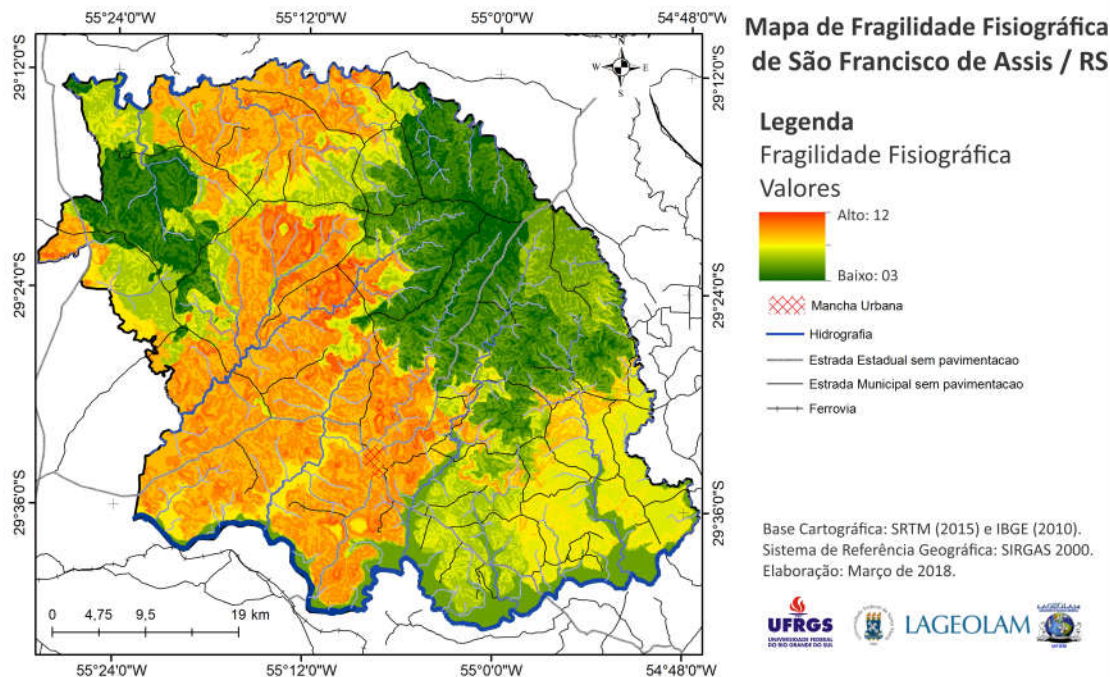


Figura 42. Mapa de Fragilidade Fisiográfica de São Francisco de Assis/RS. Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

As áreas de muito baixa fragilidade compõem 19% do total e estão localizadas a NE e NW da área do município, onde ocorre um relevo de colinas suaves em encostas compostas por rochas vulcânicas e solos rasos. Ocupando

23% do total do município, ocorrem as áreas de baixa fragilidade que se associam as áreas de muito baixa fragilidade em porções do relevo mais inclinado.

Já as áreas com média s fragilidade erosiva representam 21% do total e se localizam nas porções mais inclinadas das encostas e em uma grande área a SE do município associada a colinas de arenitos finos com camadas coesas que limitam os processos erosivos. Por fim, a alta fragilidade marca uma ampla área central do município associado a arenitos com solos arenosos e espessos em relevo de colinas, constituindo 35% do total da área do município. Além disso, nas porções mais inclinadas associados as bordas de morros e morrotes de arenitos ocorrem área com muito alta fragilidade, compondo três por cento da área total do município.

5.2.3.2 Fragilidade erosiva em relação ao uso da terra

A fragilidade erosiva é uma relação entre as condições fisiográfica definidas pelas condições de relevo, litologias e solos e o uso e ocupação (FIGURA 43).

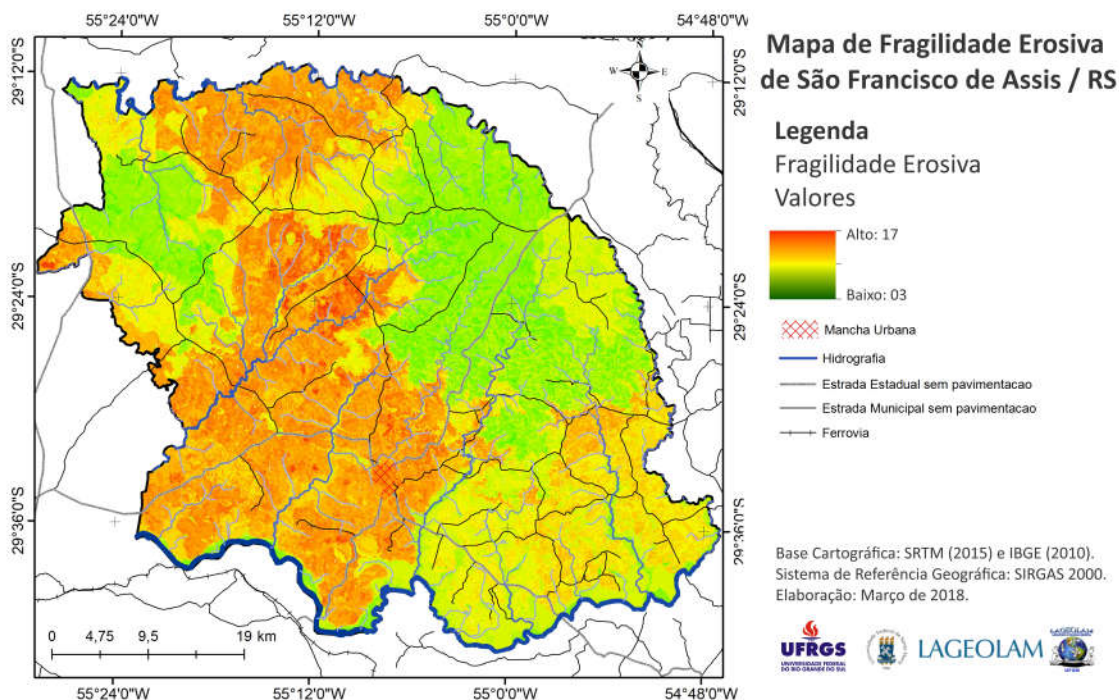


Figura 43. Mapa de Fragilidade Erosiva de São Francisco de Assis/RS.
Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

As áreas com mais baixa fragilidade, ocorrem na porção NW do município, e estão relacionadas as áreas onde a vegetação natural arbórea é mantida. Situações de maior possibilidade de desenvolvimento do processo de erosão estão muito localizadas e restritas a áreas onde pequenas propriedades desenvolvem cultivos como milho fumo e cana-de-açúcar.

A baixa fragilidade corresponde às áreas de solos rasos e argilosos, desenvolvidos em rochas vulcânicas ocupadas por campo com uso de pecuária. Ocorrem associadas às áreas de muito baixa fragilidade na região NE e são as mais importantes na porção NW.

No município áreas com média fragilidade ocorrem no extremo NE-E e a NW, formado por solos em vulcânicas ou arenitos com contribuição de vulcânica onde os usos predominantes são de lavouras.

No extremo SE do município sobre um substrato de arenitos com maior matriz argilosa e camadas coesas devido a cimentação ocorrem condições de média a alta fragilidade devido ao intenso uso agrícola.

Associados ao substrato de arenitos com solos muito frágeis, que compõem a porção Central do município, condições de média fragilidade são dadas pela presença de uso com silvicultura, com vegetação em estágio avançado de desenvolvimento. Condições de médias as altas fragilidade ocorrem onde o campo está mantido e o uso de pecuária; condições altas de fragilidade se associam as áreas de lavouras e muito alta quando a cobertura do solos é muito baixa. Nessas áreas, associados a base de degraus de rocha e morrotes, no contato com solos friáveis, ocorrem ravinas e voçorocas.

A validação do mapeamento deu-se no trabalho de campo, realizado dia 27 de agosto de 2018. Neste foram coletados 32⁴⁶ pontos de amostragem dentro do município, onde em 17 havia processos erosivos superficiais, especializados na figura 44.

O ponto três (FIGURA 45) encontra-se com 102 metros de elevação, coordenadas de latitude 692138 sul e longitude 6719104 oeste na formação Sanga do Cabral. O uso ao seu redor é de lavoura e pastagem, possuindo processo de ravinamento raso com fundo plano. Ocorrem pelo deslocamento associado a contato

⁴⁶ O ponto um foi localizado fora do município, por isso não é contabilizado na análise.

solo com a rocha. No mapa de fragilidade erosiva ele é menos representativo, sendo de fragilidade média uma vez que declividade é baixa e solo é argiloso (PvaCa1).

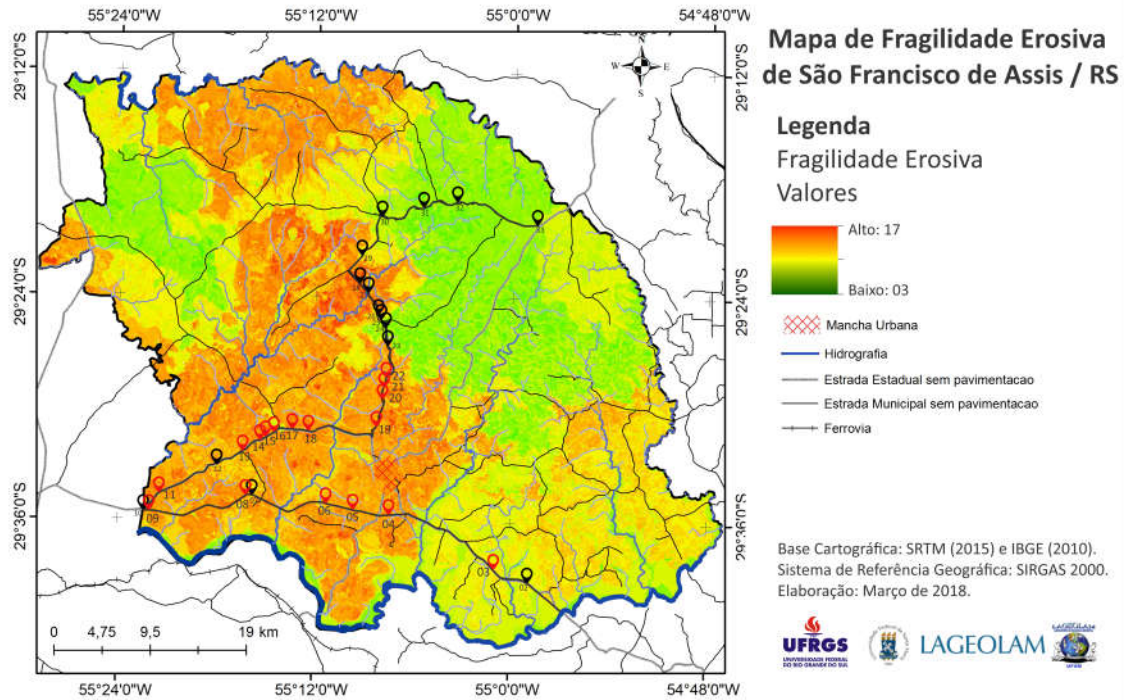


Figura 44. Mapa de Fragilidade Erosiva com a espacialização dos pontos do trabalho de campo no município de São Francisco de Assis/RS, realizado em 27 de agosto de 2018. Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

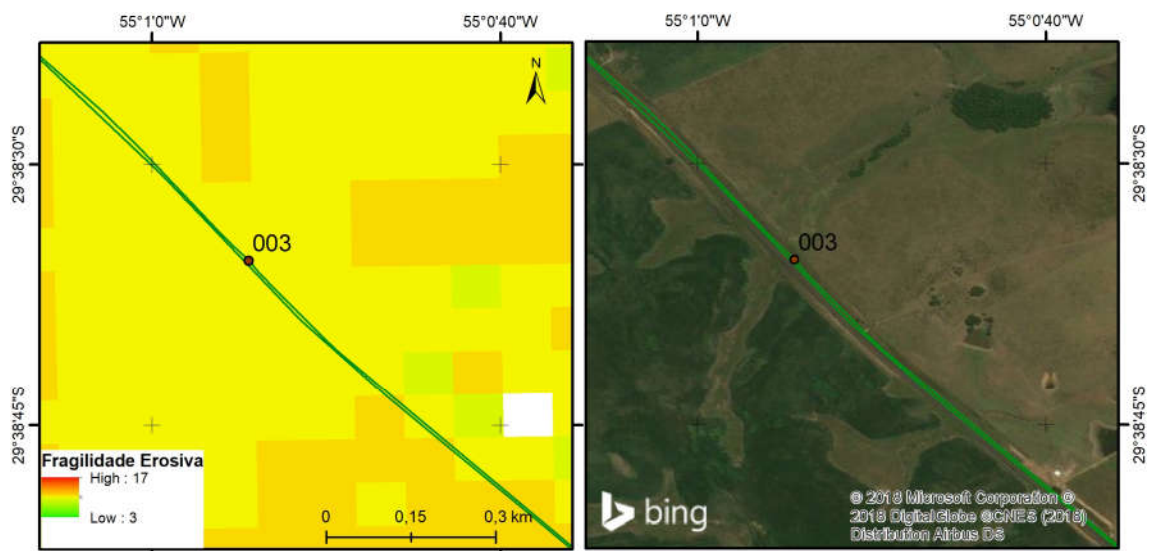


Figura 45. Ponto de validação 03 - município de São Francisco de Assis/RS. Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

O ponto quatro (FIGURA 46), com 136 metros de elevação, coordenadas de longitude 681792 sul e latitude 6724564 oeste, está localizado na formação Guará, seu entrono possui relevo de colinas com cornijas e morrotes de rocha arenítica mais resistente e uso da terra como campo nativo. Como o solo é arenoso, ocorrem processos erosivos lineares nas bases da cornija ao norte. O fluxo de água concentrado e a variação da resistência da rocha entre o topo coeso e a base friável propiciam o processo erosivo.

A fragilidade erosiva é representativa, uma vez que as combinação das variáveis de onde se encontra, como litologia – Formação Guará, declividade média e solos – LVd, elevam sua classe para médio-alta.

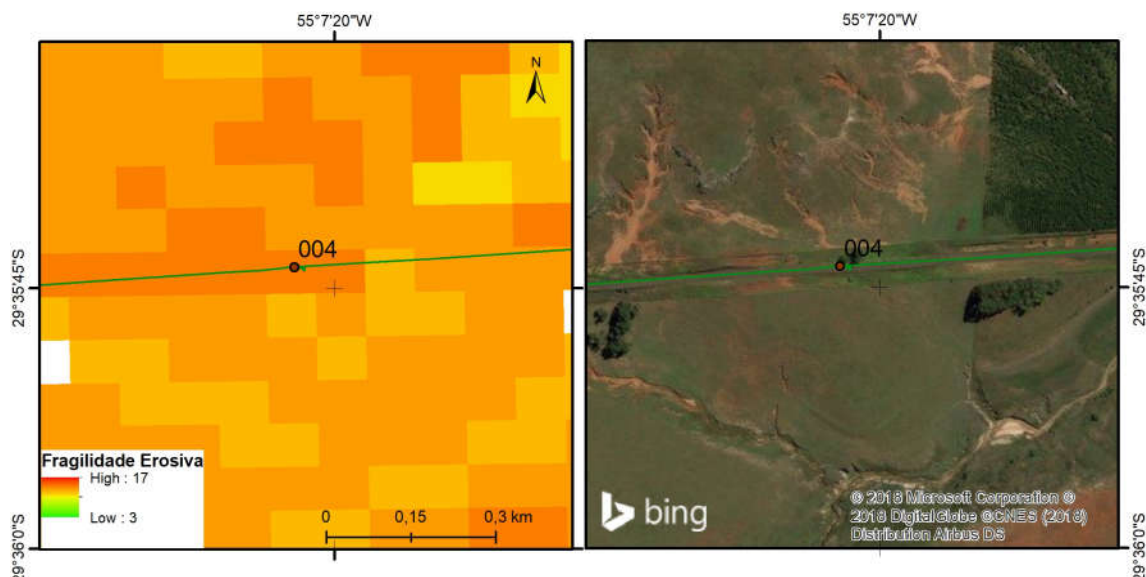


Figura 46. Ponto de validação 04 - município de São Francisco de Assis/RS. Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

No ponto cinco (FIGURA 47) a elevação é de 148 metros, coordenadas de longitude 678239 sul e latitude 6725124 oeste. No entorno deste local ocorrem erosões lineares na base dos morrotes.

A fragilidade erosiva é média para alta, sendo representativa dentro do mapa final, uma vez que há uma combinação de variáveis de peso alto como litologia – Formação Guará, declividade de baixa a média e, solo – LVd.

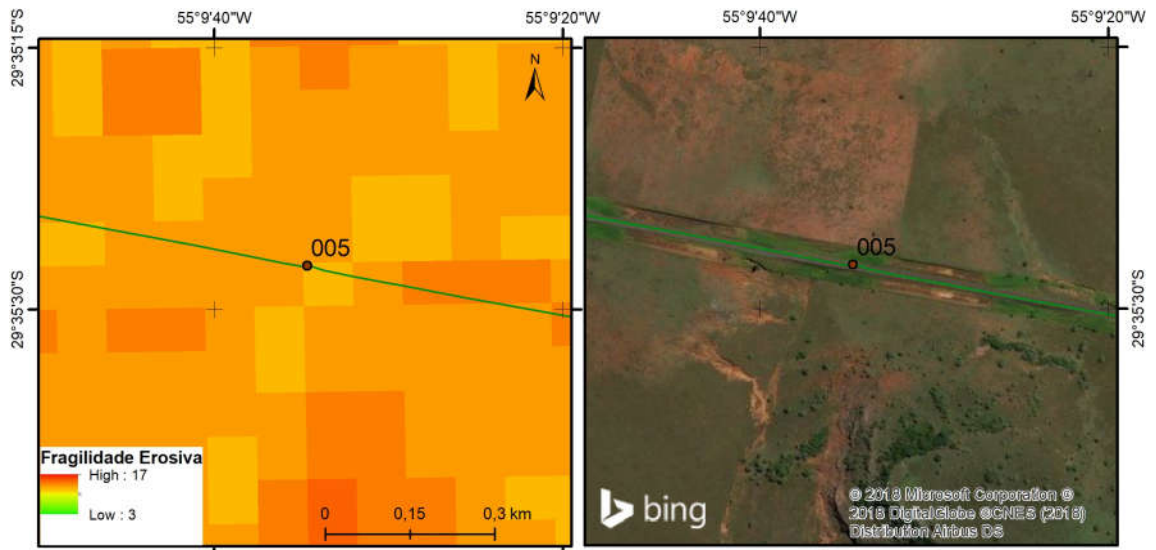


Figura 47. Ponto de validação 05 - município de São Francisco de Assis/RS.
Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

Já no ponto seis (FIGURA 48), a elevação é de 113 metros e possui coordenadas de longitude 675548 sul e latitude 6725738 oeste. Ao seu redor, ocorrem erosões em ravinas. O uso da terra predominante é campo e lavoura. Sua localização é próxima ao ponto cinco, desta forma, apresenta praticamente as mesmas condições de variáveis, sendo a declividade baixa do ponto seis a principal diferença.

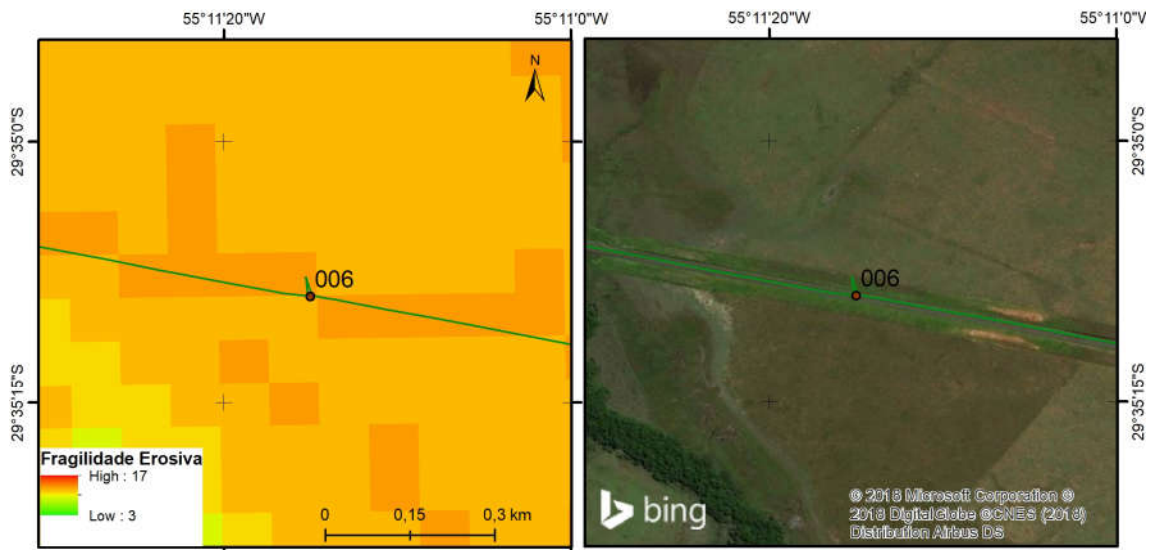


Figura 48. Ponto de validação 06 - município de São Francisco de Assis/RS.
Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

No ponto oito (FIGURA 49) a elevação é de 129 metros, coordenadas de longitude 677649 sul e latitude 6726623 oeste. Nas redondezas ocorrem erosões lineares profundas, com processos erosivos ativos, que afetam a porção friável da rocha. O ponto está localizando entre plantações de eucalipto que começaram a ser extraídos.

Apresenta praticamente as mesmas condições de variáveis que os pontos cinco e seis, sendo de fragilidade média a forte.

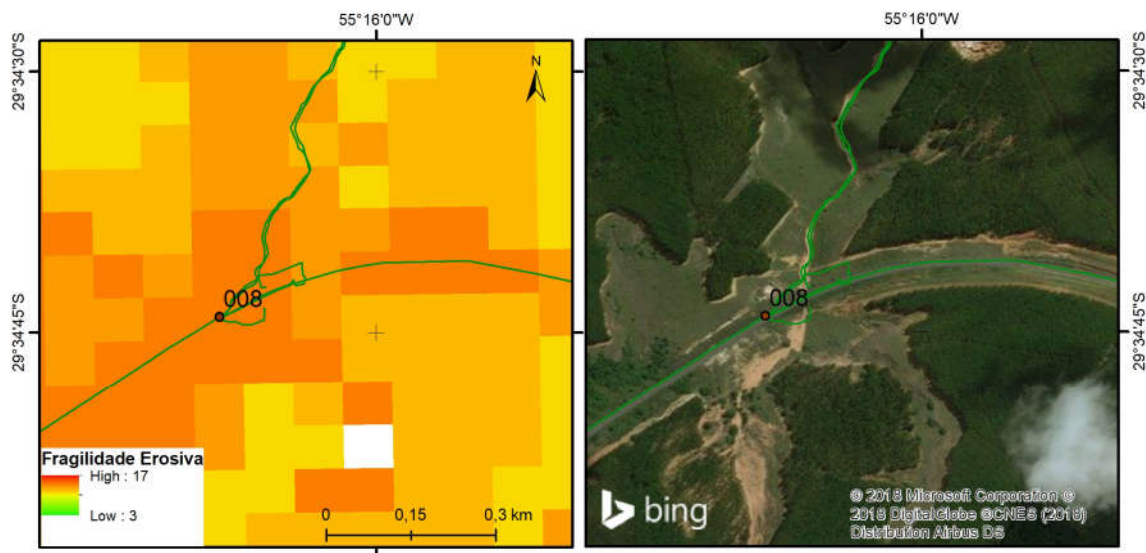


Figura 49. Ponto de validação 08 - município de São Francisco de Assis/RS. Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

No ponto nove (FIGURA 50) a elevação é de 115 metros, coordenadas de longitude 677965 sul e latitude 6725164 oeste. Há um areal desenvolvido no topo da colina ao norte. Os usos ao redor são principalmente de lavoura e campo nativo com butiá-anão. Existem voçorocas desenvolvidas no contato dos limites que seguram as plantações ao sul (FIGURA 51-a) e há manchas de areia próximo a rodovia, também em campo nativo (FIGURA 51-b).

O mapa de fragilidade erosiva identifica o solo exposto como uma variável de peso alto e, desta forma, alerta que a área possui propensão maior para erosão. As demais variáveis também possuem peso alto como a litologia – Formação Guará, solos – LVd, uso – predominante de agricultura.

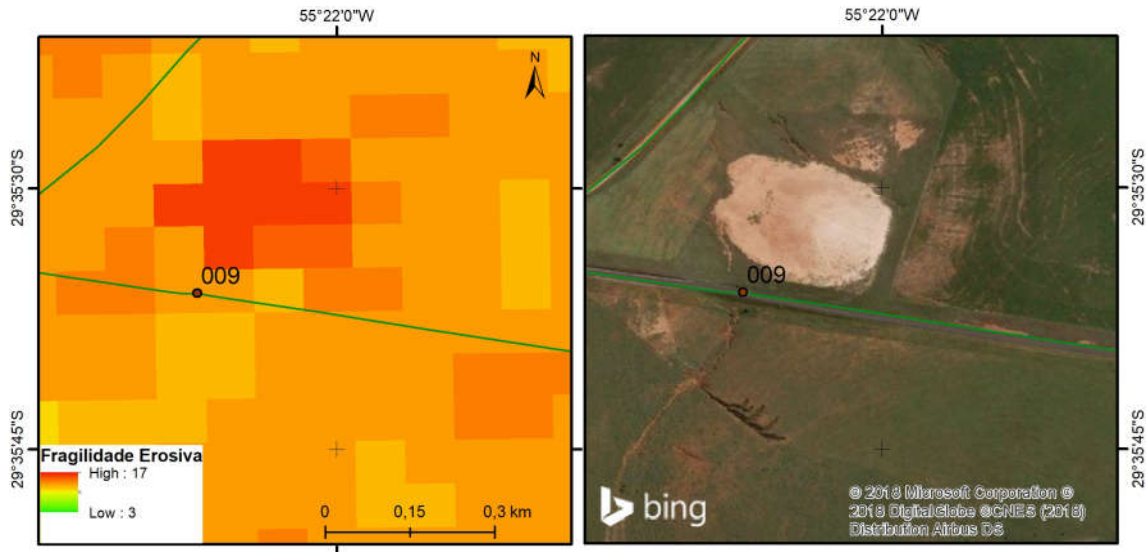


Figura 50. Ponto de validação 09 - município de São Francisco de Assis/RS.
Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

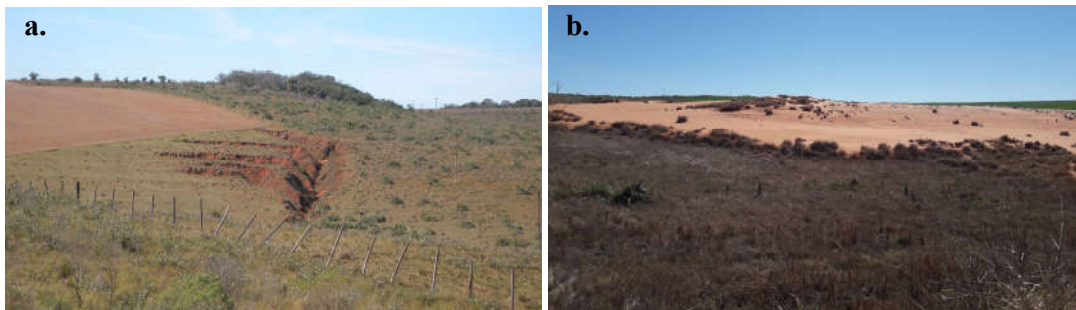


Figura 51. a) As voçorocas no contato das plantações com o campo nativo; b) manchas de área em campo nativo.

Fonte: Trabalho de campo realizado em 27 de agosto de 2018.

Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

No ponto 11 (FIGURA 52) a elevação é de 114 metros, com coordenadas de longitude 662150 sul e latitude 6728383 oeste. Na porção oeste – noroeste – norte, há pequenas manchas arenosas no campo indicando a fragilidade do solo.

Em relação a representação no mapa de fragilidade erosiva, o ponto 11 possui uso de campo, amenizando a soma da fragilidade, contudo as variáveis solos, e litologia são altas no ponto de análise.

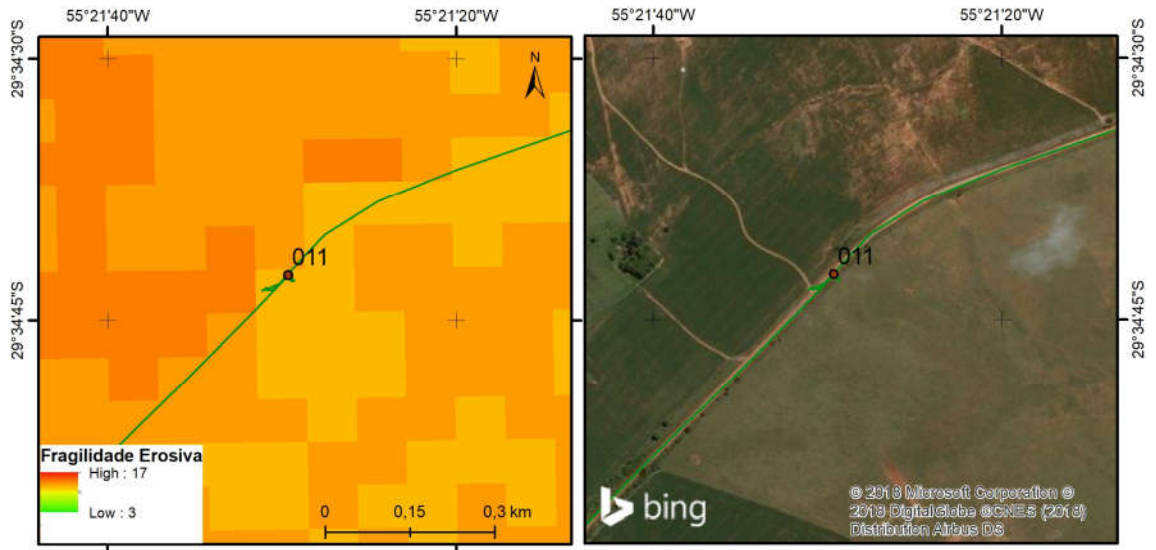


Figura 52. Ponto de validação 11 - município de São Francisco de Assis/RS.
Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

No ponto 13 (FIGURA 53) a elevação é de 157 metros, com coordenadas de longitude 667342 sul e latitude 6730953 oeste. O ponto está localizado na formação Guará, e ao seu redor existem erosões lineares profundas e campos com pecuária (FIGURA 54-a) principalmente a nordeste - leste.

A representação no mapa de fragilidade erosiva ao redor do ponto 13 é amenizado pelo uso da terra ser em sua maioria de silvicultura e campo (FIGURA 54-b).

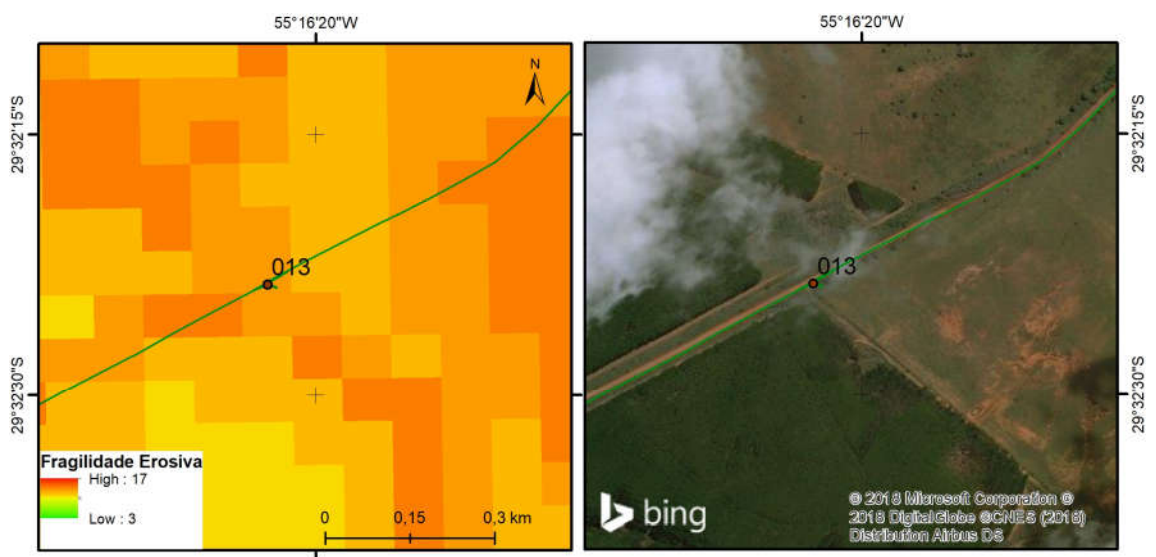


Figura 53. Ponto de validação 13 - município de São Francisco de Assis/RS.
Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

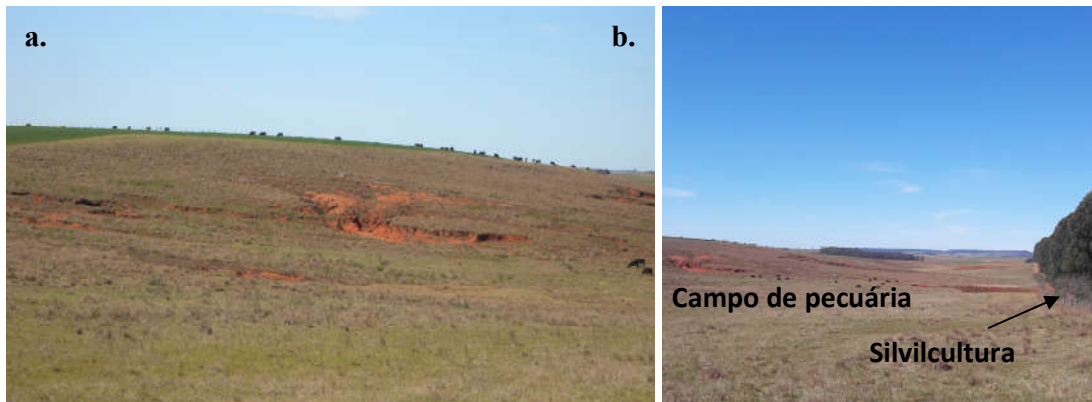


Figura 54.a) erosão linear na colina e campos de pecuária; b) uso de campo de pecuária e silvicultura.

Fonte: Trabalho de campo realizado em 27 de agosto de 2018.

Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

Os pontos 14, 15, 16 e 17, encontram-se muito próximos geograficamente, possuindo, segundo o mapa de fragilidade erosiva, semelhanças em suas variáveis. Os três pontos se encontram na Formação Guará, com solo Lvd e usos predominantes de campo e lavoura. Diferenciam-se relativamente pouco em relação a declividade que é de baixa a média. Desta forma apresentam uma fragilidade erosiva de média a alta.

No ponto 14 (FIGURA 55) a elevação é de 191 metros, com coordenadas de longitude 669111 sul e latitude 6732039 oeste. Há colinas ao norte do ponto, com manchas de areia (FIGURA 56).

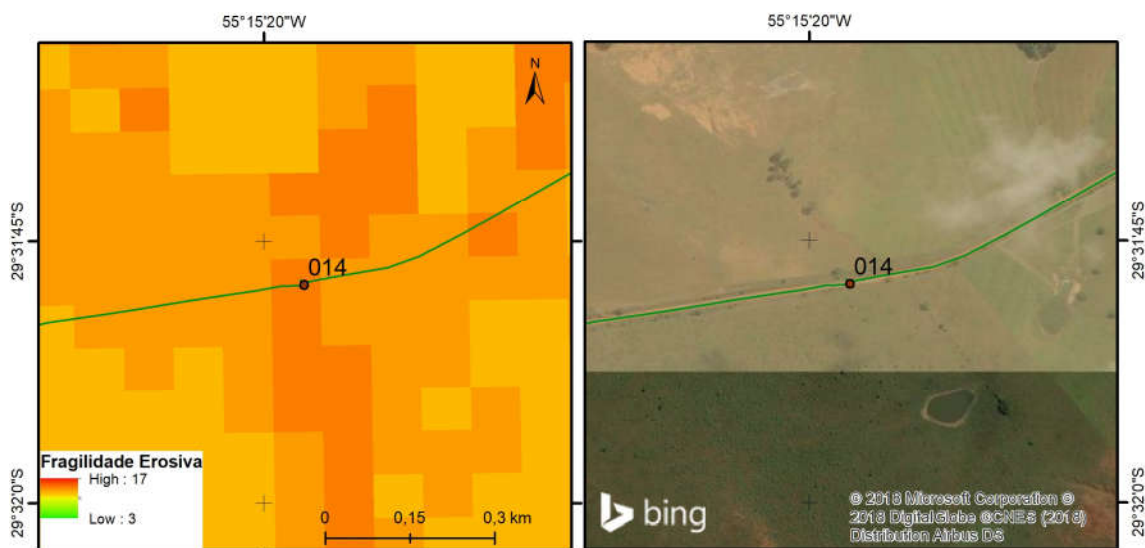


Figura 55. Ponto de validação 14 - município de São Francisco de Assis/RS.

Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).



Figura 56. Colinas com manchas de areia.
 Fonte: Trabalho de campo realizado em 27 de agosto de 2018.
 Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

No ponto 15 (FIGURA 57) a elevação é de 178 metros, com coordenadas de longitude 669779 sul e latitude 6732387 oeste. Há colinas ao norte do ponto com manchas de areia e campo de pecuária, além de ravinas junto aos morrotes e vegetação de florestas.

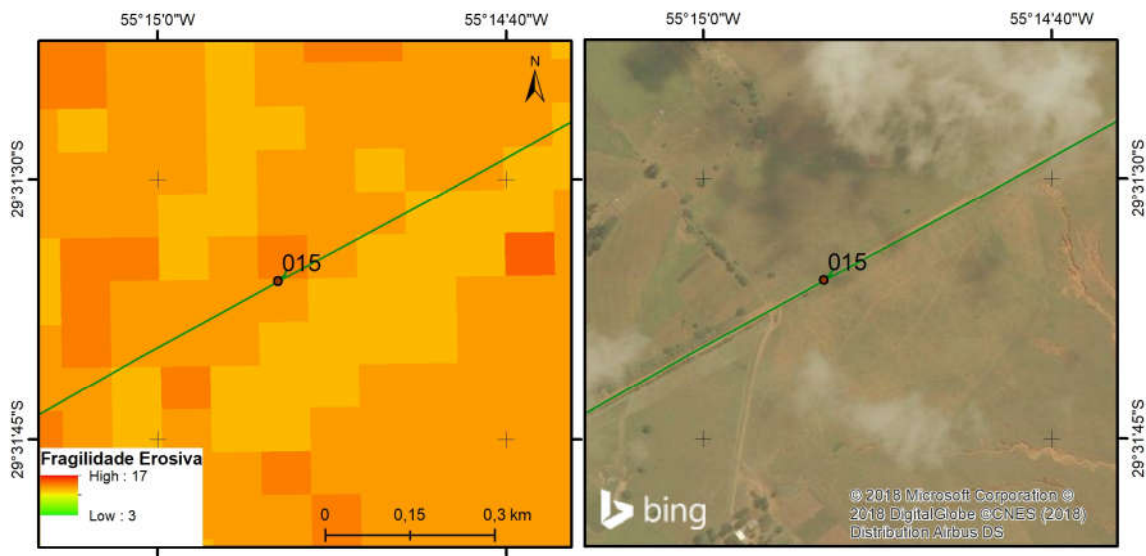


Figura 57. Ponto de validação 15 - município de São Francisco de Assis/RS.
 Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

No ponto 16 (FIGURA 58) a elevação é de 171 metros, com coordenadas de longitude 660487 sul e latitude 6732836 oeste. Ocorrência de voçoroca em degrau a leste - sudeste intensificando a fragilidade (FIGURA 59).

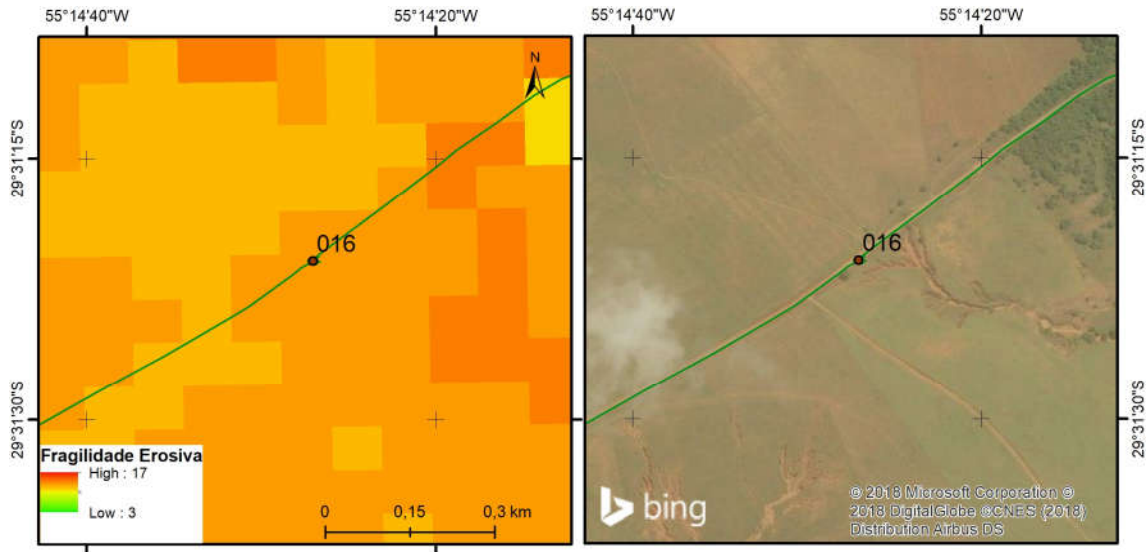


Figura 58. Ponto de validação 16 - município de São Francisco de Assis/RS.
Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).



Figura 59. Voçoroca em degrau.
Fonte: Trabalho de campo realizado em 27 de agosto de 2018.
Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

No ponto 17 (FIGURA 60) a elevação é de 166 metros, com coordenadas de longitude 662260 sul e latitude 6733106 oeste. Ao norte há manchas de areia com plantações de eucalipto, associada à base de encosta erodida (FIGURA 61).

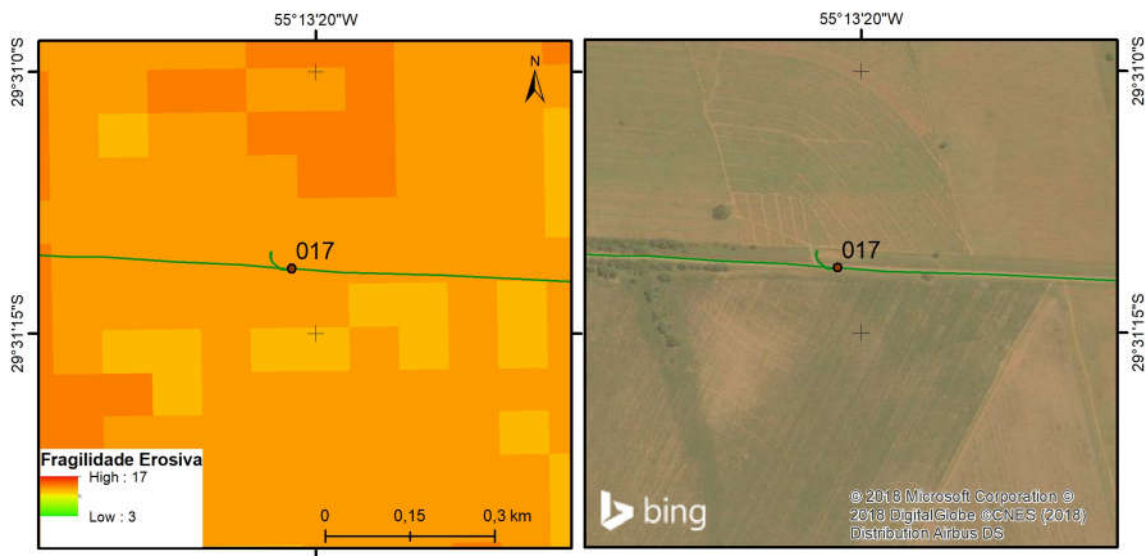


Figura 60. Ponto de validação 17 - município de São Francisco de Assis/RS.
Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).



Figura 61. Associação de encosta erodida com uso de silvicultura.
Fonte: Trabalho de campo realizado em 27 de agosto de 2018.
Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

No ponto 18 (FIGURA 62) a elevação é de 158 metros, com coordenadas de longitude 663849 sul e latitude 6732883 oeste. Áreas de voçorocas ao sul do ponto, associadas a antigas plantações de eucalipto (foi cortada expondo a erosão) (FIGURA 63).

O ponto 18 se diferencia dos demais pontos próximos, pois ele tem ao sul uma macha de solo Rqo e, há solo exposto, resultado da extinção da silvicultura, como uso da terra resultando em uma mancha de fragilidade máxima.

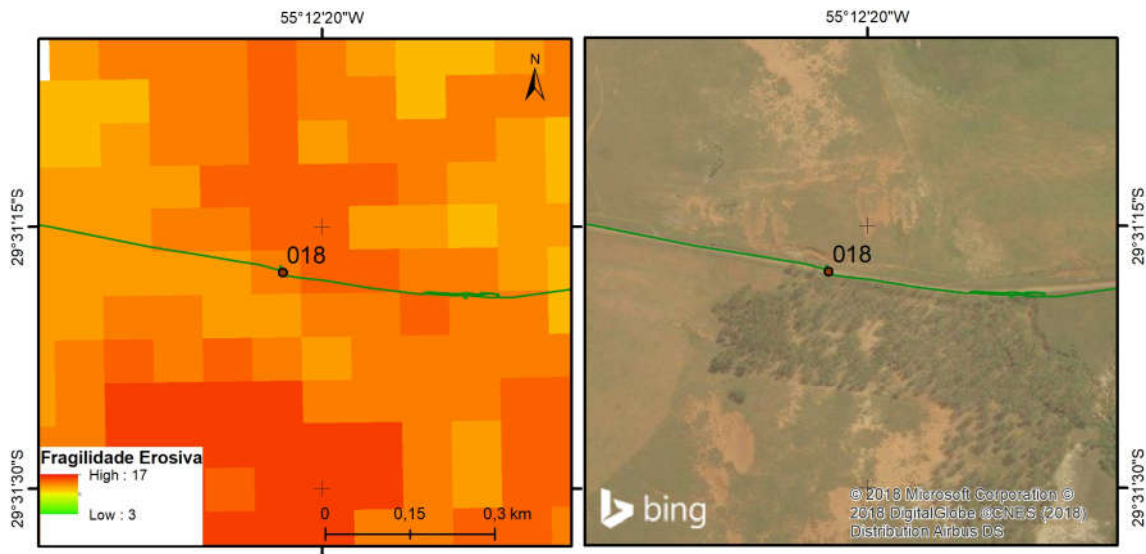


Figura 62. Ponto de validação 18 - município de São Francisco de Assis/RS.
Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).



Figura 63. Áreas de voçoroca associadas a antigas plantações de eucalipto.
Fonte: Trabalho de campo realizado em 27 agosto de 2018.
Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

No ponto 19 (FIGURA 64) a elevação é de 163 metros, com coordenadas de longitude 660603 sul e latitude 6733231 oeste. Ao leste do ponto há uso da terra é solo exposto/areais (FIGURA 65-a), formando voçorocas. Existe uma linha de eucalipto plantados junto ao areal para barrar a ação do vento (FIGURA 65-b).

O ponto 19 se encontra na Formação Guará. O ponto de fragilidade extrema localiza-se em uma macha de solo RQo, declividade média - alta e solo exposto. Já o entorno possui uso da terra misto de campo e agricultura, solo LVd e declividade baixa - média.

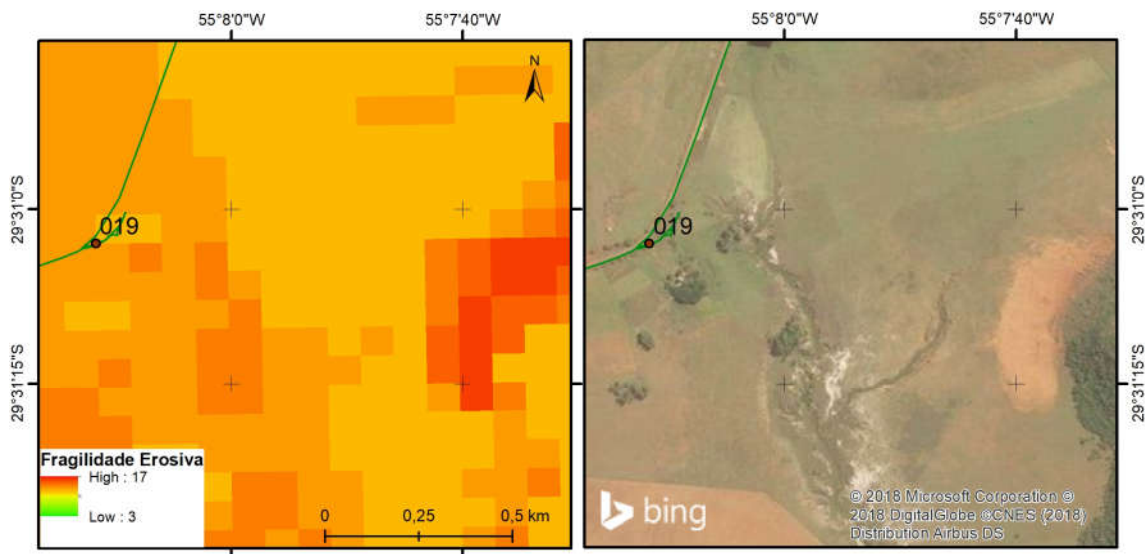


Figura 64. Ponto de validação 19 - município de São Francisco de Assis/RS.
Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

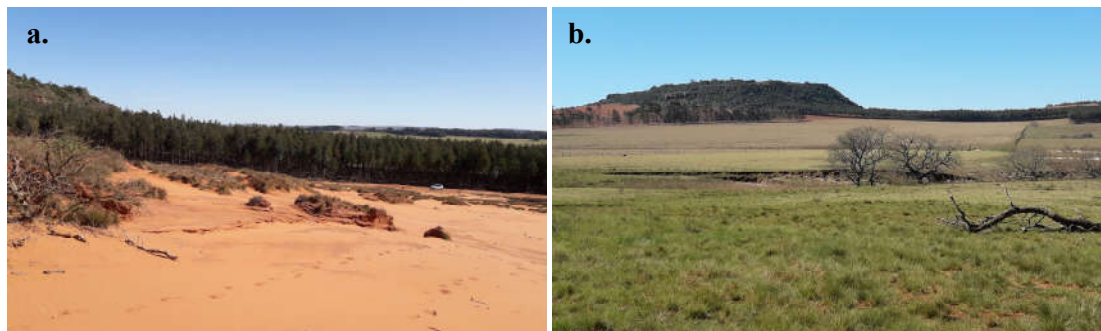


Figura 65. a) Áreas de solo exposto/areais; b) eucaliptos usados como barreira para a ação do vento.
Fonte: Trabalho de campo realizado em 27 de agosto de 2018.
Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

Da mesma forma que os pontos anteriores, os pontos 20, 21 e 22 estão localizados muito próximos geograficamente. Estão sobre a Formação Guará, solo LVd, uso predominante de campo e agricultura e declividades de médias a baixas.

Sendo assim, a fragilidade erosiva destes pontos também é classificada de média a alta, sendo uma faixa de significativa fragilidade identificada no mapa.

Desta forma, o ponto 20 (FIGURA 66) de elevação 163 metros, está nas coordenadas de longitude 681196 sul e latitude 6736029 oeste. Seu redor possui, relevo de colinas com processo erosivo linear profundo.

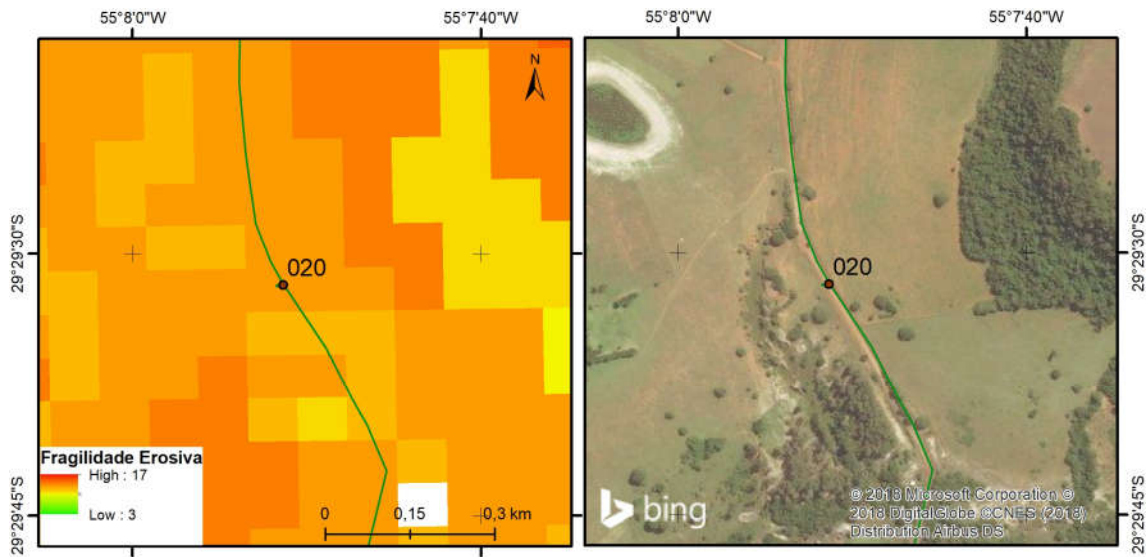


Figura 66. Ponto de validação 20 - município de São Francisco de Assis/RS.
Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

O ponto 21 (FIGURA 67) tem elevação de 164 metros, com coordenadas de longitude 681343 sul e latitude 6737187 oeste. Há nordeste há processos erosivos na borda do serro e início de cultivo de silvicultura (FIGURA 68).

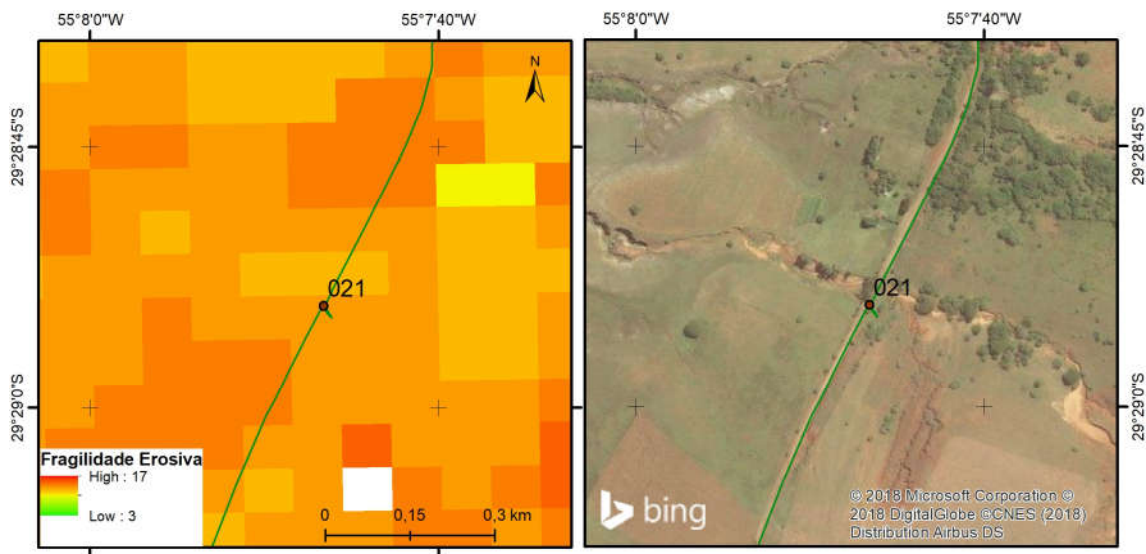


Figura 67. Ponto de validação 21 - município de São Francisco de Assis/RS.
Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).



Figura 68. Processo erosivo na borda do serro com início do cultivo de silvicultura.
 Fonte: Trabalho de campo realizado em 27 de agosto de 2018.
 Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

Já o ponto 22 (FIGURA 69) a elevação é de 175 metros, com coordenadas de longitude 681540 sul e latitude 6738101 oeste. Ao sudoeste do ponto há associação de cerros e colinas com erosões lineares diversas (FIGURA 70) aumentando a fragilidade erosiva local.

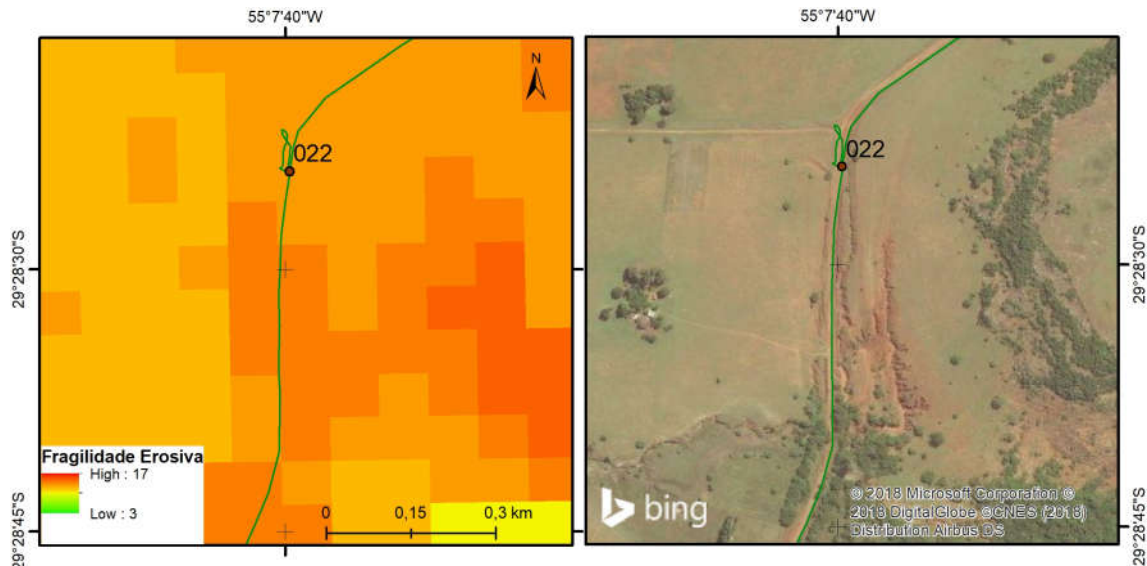


Figura 69. Ponto de validação 22 - município de São Francisco de Assis/RS.
 Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).



Figura 70. Processos erosivos lineares na colina e no cerro.
Fonte: Trabalho de campo realizado em 27 de agosto de 2018.
Org.: LAGEOLAM/UFSM e; OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2018).

Essas associações ajudam a validar o mapa de fragilidade erosiva quando, com ajuda do trabalho de campo indicam os lugares onde ocorrem processos de erosão como erosão linear ou voçorocas e esses são destacados no mapa em si. Os registros fotográficos ajudam a descrever os pontos de maior fragilidade ambiental.

Desta forma, afirma-se que o mapa de fragilidade erosiva é válido uma vez que, em campo, a fragilidade do meio é comprovada.

5.2.4 Considerações a respeito do estudo de caso

Diversos trabalhos acadêmicos são desenvolvidos na área de estudo, evidenciando o quão é frágil a área em que o município de São Francisco de Assis/RS. Desta forma, o mapa de fragilidade erosiva resultado do estudo geoambiental proposto nesta tese, deixa visível a necessidade de políticas públicas de proteção das áreas frágeis ambientalmente, uma vez que o uso da terra evidencia esta fragilidade.

A análise sistêmica das variáveis escolhidas para o estudo, juntamente com a metodologia multicriterial aplicada através dos SIG's permite que os o produto final desta pesquisa indique como é o comportamento do ambiente, possibilitando interpretações das mais diferentes áreas do conhecimento. Estas são permitidas pela análise conjunta das variáveis que compõem o mapa de fragilidade erosiva expondo a área de estudo em todas as suas nuances.

A modificação do meio ambiente para implantação de atividades antrópicas é uma realidade na área de estudo, causando modificação da paisagem natural para atender as necessidades da população. Desta forma, a geografia, juntamente com a análise sistêmica considera o entendimento das relações entre sociedade e natureza na interpretação de seus estudos permitindo que seja claro o quanto da atuação do homem modifica/altera o espaço geográfico.

Fica claro então o porquê da necessidade do cruzamento multicriterial envolver não apenas atributos físicos da paisagem, mas também o estudo de uso da terra, que, é essencial em estudos de fragilidade e potencialidade ambiental. Além disso, este cruzamento possibilita diagnósticos de impactos ambientais automatizados quando aliados a tecnologia de SIG`s.

Todas essas análises integradas permitem uma visão totalizadora da área reforçando a importância de associar variáveis para um estudo ambiental completo. Através de todas estas considerações, o município mostrou-se sensível ambientalmente, uma vez que a fragilidade erosiva é, em sua maioria, de média a forte.

6. CONCLUSÕES

Com a finalidade de contribuir com os estudos geográficos que condizem com planejamento e gestão ambiental, mais especificamente com potencialidade e fragilidade ambiental, esta tese teve como objetivo geral analisar os conceitos e parâmetros usados para produzir análises, mapeamentos e zoneamentos Geoambientais tendo como base bibliografias nacionais e internacionais disponíveis e divulgadas academicamente. Este objetivo teve como intuito verificar se os mapeamentos geoambientais tinham uma metodologia própria e qual seria esta.

Desta forma, conclui-se que, apesar de as análises serem de cunho ambiental, os parâmetros e metodologias utilizadas variam de universidade, curso e até mesmo dos objetivos do pesquisador, sendo então o termo geoambiental utilizado para diversas metodologias. O mesmo vale para a escala de trabalho, apesar do escala 1:50.000 ser a mais representativa, a área da análise dita a escala que será utilizada para a pesquisa.

Os objetivos específicos permitiram essas conclusões de forma que: a) a construção do banco de dados, orientada na qualificação deste trabalho orientou que fosse escolhido 82 trabalhos para esta análise, representando publicação de todo o país, e que as avaliações fossem feitas através desta amostragem. Verificou-se que, nem todos os trabalhos ditos Geoambientais utilizavam-se de análises de variáveis para cumprir seus objetivos, sendo que alguns deles usavam deste termo para se referir a análises ambientais específicas de seus objetivos;

b) em relação aos conceitos utilizados para os trabalhos geoambientais, percebeu-se que o termo geoambiental abordado na maioria dos artigos analisados, mais tem haver com o objetivo dos trabalhos do que com a ideia de algum autor ou metodologia específica. Uma vez que por vezes visam o termo com a Teoria Geral dos Sistemas, e trabalham com dados de fragilidade e potencialidade do meio ambiente natural associando a análise integrada das variáveis ao estudo geoambiental, e também, há autores que entendem o termo geoambiental de uma forma particular, mais voltada aos objetivos de suas pesquisas, usando o termo como sinônimo de análises realizadas na natureza somente.

Uma vez que se conclui que a melhor escala para estes trabalhos é a de 1:50.000, definimos através deste trabalho que a melhor definição para trabalhos que usam esta metodologia é: análise geoambiental são aquelas realizadas em

escala de 1:50.000 que utilizam obrigatoriamente os parâmetros ambientais: geologia, geomorfologia, solos e uso e ocupação da terra para compor seus resultados e de suas relações geram dados de fragilidade e potencialidade ambiental.

c) através da verificação dos parâmetros utilizados nas bibliografias para efetuar os zoneamentos Geoambientais, foi possível perceber que apesar dos objetivos dos trabalhos analisados, muitas vezes serem distintos, as considerações feitas por eles em relação ao objeto de análise são parecidos uma vez que estudam, em sua maioria, o meio ambiente. Desta forma, as variáveis mais utilizadas nestes estudos foram: geomorfologia, geologia, solos, uso da terra (vegetação em conjunto com ação antrópica);

d) os exames das metodologias de zoneamentos Geoambientais, indicam a necessidade imprescindível do uso dos SIG's para seu sucesso, uma vez que a automatização dos processos através das ferramentas disponíveis pelo software garante agilidade e precisão nos resultados além de um menor custo

e) a proposta de teste da metodologia geoambiental deu-se no município de São Francisco de Assis/RS. Realizaram-se dois mapeamentos geoambientais: análise fisiográfica, que uniu os mapas de geomorfologia - declividade, geologia e solos, e que unido com o mapa de uso da terra gerou o mapa de fragilidade erosiva. A metodologia usada no mapeamento foi a multicritério que pressupõe a consideração de diversos fatores que condicionam a ocorrência de diferentes potencialidades e suscetibilidades. O cruzamento dessas variáveis, como prevê o método da combinação de mapas com base heurística, constitui-se em um problema complexo, uma vez que cada fator influencia de maneira distinta. Através do mapeamento, pode-se concluir que: a baixa suscetibilidade corresponde às áreas de solos rasos e argilosos, desenvolvidos em rochas vulcânicas ocupadas por campo com uso de pecuária, que ocorrem associadas às áreas de muito baixa suscetibilidade na região NE e são as mais importantes na porção NW. As áreas com média suscetibilidade ocorrem no extremo NE-E e a NW, formado por solos em vulcânicas ou arenitos com contribuição de vulcânica onde os usos predominantes são de lavouras. No extremo SE do município sobre um substrato de arenitos com maior matriz argilosa e camadas coesas devido à cimentação ocorrem condições de média a alta suscetibilidade devido ao intenso uso agrícola. Associados ao substrato de arenitos com solos muito suscetíveis, que compõem a porção Central do

município, condições de média suscetibilidade são dadas pela presença de uso com silvicultura, com vegetação em estágio avançado de desenvolvimento. Condições de médias a altas suscetibilidade ocorrem onde o campo está mantido e o uso de pecuária; condições altas de suscetibilidade se associam as áreas de lavouras e muito alta quando a cobertura dos solos é muito baixa. Nessas áreas, associados a base de degraus de rocha e morrotes, no contato com solos friáveis, ocorrem ravinas e voçorocas.

Cumpridos os objetivos desta tese, acredita-se que foi possível pela base teórica, construída para ela, uma vez que, a análise sistêmica busca compreender estes estudos ambientais, abrangendo os recortes espaciais de atuação de seus elementos componentes e assim, estruturar em uma hierarquia sistêmica, as diferentes unidades que se inter-relacionam formando a paisagem ou outra unidade geográfica em estudo. Desta forma, não se afirma aqui que uma variável é mais importante ou significativa que a outra, ou que os estudos sistêmicos são indicados para todas as análises de meio ambiente. Contudo, ela foi fundamental para esta pesquisa.

Além disso, o conhecimento legal do zoneamento ambiental permitiu olhares distintos em relação ao estudo, uma vez que o zoneamento é um instrumento de gestão do uso do solo e organização ambiental que consiste na identificação de zonas ambientais e atribuição de usos e atividades compatíveis segundo as características potenciais e restritivas, buscando assim, o uso sustentável dos recursos naturais e o equilíbrio dos ecossistemas existentes. Ou seja, estamos amparados por lei ao realizar estudos desta ordem.

Por fim não poderia deixar de citar a importância dos SIG's nestes trabalhos. Sabe-se que hoje diversos são os usos dos SIG's dentro das universidades. Acredita-se que isto se dá por serem ferramentas indispensáveis quando se estuda o espaço geográfico proporcionando agilidade e confiabilidade nos dados gerados.

Sendo assim, acredita-se que esta pesquisa mostrou a usabilidade de um conceito, que quando não definido claramente, pode ser usado em pesquisas com objetivos distintos. Não se acredita que isto seja um problema de ordem maior, uma vez que as análises envolviam estudos de preservação ou caracterização ambiental.

Conclui-se então que os resultados desta tese, que aqui se apresenta, constitui-se em um exercício intelectual embasado em um posicionamento pessoal específico, e por isso passível de diferentes interpretações. Contudo acredita-se que

os dados apresentados fundamentam os argumentos aqui apresentados e firmam o posicionamento específico desta autora.

Como sugestão de futuros trabalhos acadêmicos geoambientais, acredita-se que foi dado um passo em relação conceito, escolhas das variáveis, escala e procedimentos que devem ser utilizados. Assim, espera-se que ele contribua com a continuação de pesquisas deste cunho e possa ajudar pesquisadores, instituições de ensino e os órgãos tomadores de decisão à entender a o meio ambiente e o cuidado que, para manutenção dele, deve ser tomado.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, Aziz Nacib. **As boçorocas de Franca**. Revista da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Franca, Franca, v. 1, n. 2, p. 5-27, 1968.

AB'SÁBER, Aziz Nacib. Bases geomorfológicas para o estudo do Quaternário no Estado de São Paulo. São Paulo, 1968. 299f. Tese (Provimento de Cátedra) – Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1968.

ALMEIDA, José Ricardo de; SUGUIO, Kenitiro. Caracterização geoambiental dos manguezais brasileiros e suas potencialidades para o ecoturismo. **Revista Nordestina de Ecoturismo**. V. 4, n. 1, p. 05-19. Aquibadã, 2011. Disponível em: < <http://www.sustenere.co/journals/index.php/nature/article/view/ESS1983-8344.2011.001.0001/100> >. Acesso em: 29 mar. 2016.

ALVES, Daniel Bordin; FIGUEIRÓ, Adriano Severo. Análise da configuração dos fragmentos de cobertura vegetal com base na definição de unidades de paisagem na área urbana de Santa Maria (RS). **Geografia Ensino & Pesquisa**. v. 17 n. 03. p. 209 – 228. Santa Maria, 2013. Disponível em < <https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/12523/pdf> >. Acesso em: 22 mar. 2016.

ALVES, Neise Mare de Souza; FONTES, Aracy Losano; SILVA, Débora Barbosa da; ALMEIDA, José Antônio Pacheco de. Dinâmica geoambiental, processos morfodinâmicos e uso das terras em Brejo Grande, baixo São Francisco - Sergipe. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 17, n. 03. p. 209 – 228. Santa Maria, 2013. Disponível em < <http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/geografia/article/view/12523> >. Acesso em: 23 jan. 2015.

AMORIM, Raul Reis; OLIVEIRA, Regina Célia de. Análise geoambiental dos setores de encosta da área urbana de São Vicente-SP. **Revista Sociedade & Natureza**. v. 19. n. 02. P. 123 – 138. Uberlândia, 2007. Disponível em: < <http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/9267/5704> >. Acesso em: 27 mar. 2016.

BANA E COSTA, Carlos A; ANGULO-MEZA, Lidia; OLIVEIRA, Monica de. **O método Macbeth e aplicação no Brasil**. Disponível em: < <http://www.uff.br/engevista/seer/index.php/engevista/article/view/484/217> >. Acesso em: 23 jan. 2016.

BRANDÃO, Pedro Christo; SOARES, Vicente Paulo; SIMAS, Felipe Nogueira Bello; SCHAEFER, Carlos Ernesto Gonçalves Raynaud; SOUZA, Agostinho Lopes de; MENDENÇA, Bruno Araújo Furtado de. Caracterização de geoambientes da floresta nacional do purus, Amazônia ocidental: uma contribuição ao plano de manejo. **Revista Árvore**. v. 34. n. 01. p. 379 – 391. Viçosa, 2010. Disponível em < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622010000100013&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt >. Acesso em: 27 mar. 2016.

BECKER, Berta K.; EGLER, Claudio A. G. **Detalhamento da metodologia para execução do zoneamento ecológico-econômico pelos estados da Amazônia Legal**. 1996. Disponível em: < http://www.egler.com.br/pdf/Metodo_ZEE.pdf >. Acesso em: 26 fev. 2016.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação**. Florianópolis: UFSC, 1994. 112 p.

BERTALANFFY, Ludwig von. **Teoria Geral dos Sistemas**. Tradução de Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes, 1973.

BERTALANFFY, Ludwig von. The Theory of Open Systems in Physics and Biology. **Science**. v.111. p. 23 – 29. Nova Iorque, 1950. Disponível em: < http://vhpark.hyperbody.nl/images/a/aa/Bertalanffy-The_Theory_of_Open_Systems_in_Physics_and_Biology.pdf >. Acesso em: 10 fev. 2016.

BERTRAND, Georges. **Le paysage entre la Nature et la Société**. In: Lá Théorie du paysage em France 1974-1994. p. 88 – 108. Champ Vallon, 1995. Disponível em: < <https://www.google.com.br/search?tbm=bks&hl=pt-BR&q=Le+paysage+entre+la+Nature+et+la+Soci%C3%A9t%C3%A9> >. Acesso em: 10 mar. 2016.

BONHAM-CARTER, G. F. **Geographic information systems for geoscientists: modelling with GIS**. Ottawa: Pergamon, 1996. 398 p.

BRAZ, Adalto Moreira, SOKOLOWSKI, Heloissa Gabriela Silva; FERREIRA, Lidiane Antonia, RODRIGUEZ, José Manual Mateo. Diagnóstico ambiental e planejamento da paisagem sobre uma perspectiva sistêmica: estudo da mineração de areia e brita no Rio Paraná, município de Três Lagoas (MS). **Revista Eletrônica da Associação do Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas/MS**. n. 22, p. 121 – 155. Três Lagoas, 2015. Disponível em: < <http://seer.ufms.br/index.php/RevAGB/article/view/1422> >. Acesso em 03 fev. 2016.

BRITTO, Mariana Madruga de. **Geoprocessamento aplicado ao mapeamento da suscetibilidade a escorregamentos no município de Porto Alegre, RS.** 166p. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: < <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/101208> >. Acesso em: 13 fev. 2016.

BURACZYNSKI, J. **Les revins en tant qu'indice d'intensité de l'érosion par la fait de l'homme.** In: COLÓQUIO ESTUDO E CARTOGRAFIA DE FORMAÇÕES SUPERFICIAIS E SUAS APLICAÇÕES EM REGIÕES TROPICAIS. São Paulo, 1983. Anais. São Paulo, FFLCH-USP, Dep. de Geografia, 1983. v.1. p.383-392.

CALDERANO FILHO, Braz; POLIVANOV, Helena; GUERRA, Antonio Jose Teixeira; CHAGAS, Cesar da Silva; CARVALHO JÚNIOR, Waldir de; CALDERANO, Sebastião Barreiros. Estudo geoambiental do município de Bom Jardim – RJ, com suporte de geotecnologias: subsídios ao planejamento de paisagens rurais montanhosas. **Revista Sociedade & Natureza.** v. 22. n. 01. p. 55 - – 73. Uberlândia, 2010. Disponível em: < <http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/98135704> >. Acesso em: 27 mar. 2016.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação.** São José dos Campos. INPE. 2001.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **MPV 547/2011.** Disponível em: < <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=523514> >. Acesso em: 21 abr. 2015.

____. **Plano Plurianual.** Disponível em: < <http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/orcamentobrasil/ppa/ppa-2016-2019> >. Acesso em: 26 fev. 2016.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. **Geoprocessamento para projetos ambientais.** São José dos Campos: INPE, 1996. 147 p.

CAMPOS, Lucila Maria de Souza; MELO, Daiane Aparecida de. Indicadores de desempenho dos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA): uma pesquisa teórica. **Produção Científica**, n. 3, v. 18, set./dez. 2008, p. 540-555. Itajaí, 2008.

CANEPPELE, Jean Carlo Gessi. **Espacialização da arenização a partir da Ecodinâmica e da Cartografia Ambiental.** 129p. Dissertação. (Pós Graduação em Geografia e Geociências), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

CAVALLARI, Ricardo Luis; TAMAE, Rodrigo Yoshio; ROSA, Adriano Justino. A importância de um sistema de informações geográficas no estudo de microbacias hidrográficas. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**. n. 11. Garça, 2007. Disponível em: <
http://www.faeF.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/b659XY730u80PB9_2013-5-3-11-28-57.pdf >. Acesso em: 31 mar. 2016.

CENTRO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR A DISTÂNCIA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (CEDERJ). **A teoria dos sistemas e a análise das organizações como sistemas abertos**. Disponível em: <
http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:4GFerWv3KYsJ:xa.yimg.com/kq/groups/18315139/1177250066/name/17417_Historia_do_Pensamento_Administrativo_Aula_16_Volume_02.pdf+&cd=9&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br >. Acesso em: 10 fev. 2016.

CHISTOFOLETTI, Antônio. Modelagem dos sistemas ambientais. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTOS DOS VALES DO SÃO FRANCISCO (CODEVASF). **Polígono das Secas**. Disponível em: <
<http://www2.codevasf.gov.br/osvales/vale-do-sao-francisco/poligono-das-secas/> >. Acesso em: 09 janeiro de 2019.

COELHO NETTO, Ana Luiza. Hidrologia de Encostas na Interface com a Geomorfologia. In: GUERRA, A.J.T., CUNHA,S.B. (org.) **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 93-148, 1995.

COHEN, Mattew J.; SHEPHERD, Keith D.; WALSH, Markus G. Empirical reformulation of the universal soil loss equation for erosion risk assessment in a tropical watershed. **Geoderma**, v.124, p.235-252, 2005.

CORDEIRO, Iracema Maria Castro Coimbra; RANGEL-VASCONCELOS, Livia Gabrig Turbay ; SCHWARTZ, Gustavo. **O manejo da floresta secundária na Amazônia Oriental**. Disponível em: <
<http://www.portaleditora.ufra.edu.br/nordesteparaense/WP/?p=138> >. Acesso em: 25 mar. 2018.

COSTA, Maria Tereza Souza Pereira da; OLIVEIRA, Niédja Maria Golvão Araújo e. Avaliação geoambiental da zona costeira do bairro de Candeias, Pernambuco. **Mercator**. v. 08. n. 17. p. 147 – 162. Ceará, 2009. <
<http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/301/25575> >. Acesso em: 22 mar. 2016.

DAL'ASTA, Ana Paula. **Elaboração de Zoneamento Geoambiental para o perímetro urbano de Santa Maria - RS**. 176p. Dissertação (Pós Graduação em Geografia e Geociências), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

DE NARDIN, Dionara; ROBAINA, Luís Eduardo de Souza. Zoneamento geoambiental no oeste do Rio Grande do Sul: bacia hidrográfica do arroio Miracatu. **Geografia**. v. 34. n. 01. p. 163 – 181. Rio Claro, 2009. Disponível em: < <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/3169/5198> >. Acesso em: 23 mar. 2016.

DE NARDIN, Dionara; ROBAINA, Luís Eduardo de Souza. Zoneamento geoambiental no oeste do Rio Grande do Sul: um estudo em bacias hidrográficas em processo de arenização. **Revista Sociedade & Natureza**. v. 22. n. 03. p. 487 - 502. Uberlândia, 2010. Disponível em: < <http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/9941> >. Acesso em: 27 mar. 2016.

DE BIASI, Mario. **A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção**. Revista do Departamento de Geografia. V.6. São Paulo: USP, 1992.

DECANINI, Monica Modesta Santos. SIG no planejamento de trilhas no parque estadual de Campos do Jordão. **Revista Brasileira de Cartografia**. n. 53. p. 97-110. Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: < <http://www.lsie.unb.br/rbc/index.php?journal=rbc&page=article&op=view&path%5B%5D=202&path%5B%5D=185> >. Acesso em: 31 mar. 2016.

DIAS, Rení Lepiani; OLIVEIRA, Regina Célia de. Zoneamento Geoambiental do litoral sul do estado de São Paulo. **Geografia**. v. 38. n. 02. p. 371 – 383. Rio Claro, 2013. Disponível em: < <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/8427/5941> >. Acesso em: 23 mar. 2016.

DINIZ, Noris Costa. Cartografia geotécnica por classificação de unidades de terreno e avaliação de suscetibilidade e aptidão. **Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental**. v. 2, n. 1. p. 29 – 77. São Paulo, 2012. Disponível em: < http://www.abge.org.br/uploads/revistas/r_pdf/cartografia.pdf >. Acesso em: 21 abr. 2015.

DUARTE, Paulo Araújo. **Cartografia Básica**. 2 ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 1988.

DUARTE, Paulo Araújo. **Escala Fundamentos**. 2 ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 1989.

DUARTE, Paulo Araújo. **Fundamentos de Cartografia**. 2 ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2006.

EASTMAN, J. Ronald. **IDRISI for Windows**: introdução e exercícios tutoriais. Tradução de Heinrich Hasenack e Eliseu Weber. Porto Alegre: UFRGS (Centro de Recursos Idrisi), 1998. 240 p.

EASTMAN, J. Ronald. **Idrisi Taiga**: Guide to GIS and image processing. Worcester: Clark Labs, 2009. 325 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Qualidade do solo e meio ambiente**. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/214941/qualidade-do-solo-e-meio-ambiente> >. Acesso em: 20 mar. 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Notícias**: Relatório da FAO com participação da Embrapa revela que 33% dos solos do mundo estão degradados. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/8104410/relatorio-da-fao-com-participacao-da-embrapa-revela-que-33-dos-solos-do-mundo-estao-degradados> >. Acesso em: 22 mar. 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema de Informações Geográficas**: aplicações na agricultura. Brasília: CPAC, 1993.

ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL. **Macrozoneamento do Estado do Mato Grosso do Sul**. Disponível em: < http://www.servicos.ms.gov.br/semade_download/Macrozoneamento%20Geoambiental%20de%20MS/Macrozoneamento%20Geoambiental%20de%20MS.pdf >. Acesso em: 28 out. 2015.

FERNANDES, Nelson Ferreira; AMARAL, Claudio Palmeiro do. Movimentos de massa: uma abordagem geológicogeomorfológica. In: GUERRA, A. J. T. E CUNHA, S. B. (org.) **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 4ª. ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2003. cap. 3, p. 123-194.

FERRARO, Lilian Maria Waquil; BERED, Ana Rosa; PAGEL, Silvia Mara. A unidade de paisagem natural como base espacial para gestão ambiental. In: VERDUM, Roberto; VIEIRA, Lucimar de Fátima dos Santos; PINTO, Bruno Fleck; SILVA, Luís

Alberto da. **Paisagem**: leitura, significados, transformações. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2012.

FITZ, Paulo Roberto. Uso de geotecnologias para o planejamento espacial. **Geografia**. v. 33. n. 02. p. 307 - 318. Rio Claro, 2008. Disponível em: < <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/3110> >. Acesso em: 31 mar. 2016.

FLORIANO, Eduardo Pagel. **Políticas de gestão ambiental**. 3ed. Santa Maria: UFSM-DCF, 2007. Disponível em: < <http://coral.ufsm.br/dcf/seriestecnicas/serie7.pdf> >. Acesso em: 06 maio 2018.

FONSECA, Silmara Guerra Ferraz da; ANDRADE, Marcio Roberto Magalhães de; OLIVEIRA, Antonio Manoel dos Santos. Unidades de conservação do município de guarulhos: avaliação com base em aspectos geoambientais e instrumentos de gestão. **Boletim Goiano de Geografia**. v. 34, n. 1, p. 55-72. Goiânia, 2014. Disponível em: < <https://www.revistas.ufg.br/bgg/article/download/29315/16674> >. Acesso em: 15 maio 2018.

FRANCO Gustavo Barreto; MARQUE Eduardo Antonio Gomes; CALIJURI, Maria Lúcia; GOMES, Ronaldo Lima. Cartografia geotécnica: estágio atual do conhecimento. **Caminhos da geografia**. v. 11. n. 35. p. 158 – 172. Uberlândia, 2010. Disponível em: < <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16134> >. Acesso em: 23 abr. 2015

FRANCO, Maria de Assunção Ribeiro. **Planejamento Ambiental para a cidade sustentável**. 2 ed. São Paulo: Annablume – Fapesp, 2008. Disponível em: < <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=nxNLntIYCIIC&oi=fnd&pg=PA9&dq=planejamento+ambiental&ots=EJE4eIKM7C&sig=F1Ctc-tuCodtXbN4d6awhYx3-PQ#v=onepage&q=planejamento%20ambiental&f=false> >. Acesso em: 14 maio 2018.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Teoria Geral dos Sistemas**. Disponível em: < moodle.fgv.br/cursos/centro_rec/docs/teoria_geral_dos_sistemas.doc >. Acesso em: 10 fev. 2016.

GARÓFALO, Danilo Francisco Trovó; FERREIRA, Marta Felicia Marujo. Análise geoambiental de bacias hidrográficas situadas em áreas de transição urbano-rural: uma aplicação na bacia do Ribeirão do Pântano, Alfenas (MG). **Geografia**. v. 38. n. 01. p. 141 – 155. Rio Claro, 2009. Disponível em: <

<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/7524> >. Acesso em: 23 mar. 2016.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. Disponível em: < <https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf> >. Acesso em: 07 mar. 2016.

GRANELL-PÉRES, Maria Del Carmen. **Trabalhando geografia com as cartas topográficas**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2001.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Sistema Ambiental Paulista: Pesquisas comprovam a importância da vegetação na produção de água**. Disponível em: < <http://www.ambiente.sp.gov.br/pesquisas-comprovam-a-importancia-da-vegetacao-na-producao-de-agua-com-qualidade/> >. Acesso em: 13 fev. 2018.

GUBITOSO, Silas; DULEBA, Wânia; TEODORO, Andreia C.; PRADA, Silvio Miranda; ROCHA, Marcelo M. da; LAMPARELLI, Cláudia Conde; BEVILACQUA, José Eduardo; MOURA, Débora Ogler. Estudo geoambiental da região circunjacente ao emissário submarino de esgoto do Araçá, São Sebastião (SP). **Revista Brasileira de Geociências**. v. 38. n. 03. p. 467 – 475. São Paulo, 2008. Disponível em < <http://rbg.sbgeo.org.br/index.php/rbg/article/view/1408> >. Acesso em: 26 mar. 2016.

INFOESCOLA: NAVEGANDO E APRENDENDO. **Síntese: Teoria Geral dos Sistemas**. Disponível em: < <http://www.infoescola.com/filosofia/sintese-teoria-geral-dos-sistemas/> >. Acesso em: 10 fev. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo 2010**. Disponível em: < <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=43&dados=1> >. Acesso em: 22 abr. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades: São Francisco de Assis**. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/sao-francisco-de-assis/panorama> >. Acesso em: 17 abr. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Geoambiental**. Disponível em: < <http://biblioteca.ibge.gov.br/> >. Acesso em: 28. out. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Zoneamento ambiental**. Disponível em: <

<http://www.ibama.gov.br/areas-tematicas/zonamento-ambiental> >. Acesso em: 23 fev. 2016.

JHA, V. C.; SAHA, S. Degradação geoambiental nas bacias de rios peninsulares em Jharkhand, Índia. **Revista Sociedade & Natureza**. v. 22. n. 02. p. 251 - 265. Uberlândia, 2010. Disponível em: < <http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/9932> >. Acesso em: 27 mar. 2016.

JIANG, H.; EASTMAN, J.R. **Application of fuzzy measures in multi-criteria evaluation in GIS**. International Journal of Geographical Information Science, London, v.14, n.2, p.173-184, 2000.

JUSBRASIL. **Lei nº 8.028, de 12 de abril de 1990**: organização da Presidência da República e dos Ministérios, e outras providências. Disponível em: < <http://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/109488/lei-8028-90> >. Acesso em: 23 fev. 2016.

KREITLOW, Jesã Pereira; NEVES, Sandra Mara Alves da Silva; NEVES, Ronaldo José; SERAFIM, Milson Evaldo. Zoneamento geoambiental da teca no município de Caceres/Mato Grosso - Brasil. **Ra'ega**. v. 31 p. 53 – 68. Curitiba, 2014. Disponível em < <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/raega/article/view/32948/23005> >. Acesso em: 25 mar. 2016.

LABOURIAU, Maria Lea Salgado. **História ecológica da Terra**. 2. ed. Sao Paulo:Edgard Blucher, 1994.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

LANG, Stefan; BLASCHKE. **Análise da paisagem com SIG**. São Paulo: Oficina dos textos, 2009.

LAVINA, Ernesto Luiz Correa. The Passa Dois Group. In: INTERNATIONAL GONDWANA SYMPOSIUM, 7, 1988. São Paulo. **Field excursion guide book**. São Paulo: Instituto de Geociências, 1988. p. 24-30. 1988.

LIMA, Flávia Jorge de; CESTARO, Luiz Antônio; ARAÚJO, Paulo Cesar de. Sistemas geoambientais do município de Crato/CE. **Mercator**. v. 09 n. 19. p. 117 – 128. Ceará, 2009. <

<http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/375/286> >. Acesso em: 22 mar. 2016.

LIMBERGER, Leila. Abordagem sistêmica e complexidade na geografia. **Geografia**.- v. 15, n. 2, p. 96 - 109. Londrina, 2006. Disponível em: < <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/6590/5978> >. Acesso em 22 mar. 2016.

LISBOA, Antonio de Melo; FERREIRA, Gilda Carneiro. Zoneamento Geoambiental aplicado ao planejamento da gestão ambiental e territorial do município de Colorado d'Oeste, RO. **Geociências**, v. 30, n. 2, p. 219 - 235, São Paulo, 2011. Disponível em: < <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/102959?show=full> >. Acesso em: 22 mar. 2016.

BERTONI, Jose; LOMBARDI NETO, Francisco. **A conservação do solo**. 3 ed. São Paulo: Ícone. 1989.

LUCENA, Luciana de Figueirêdo Lopes. A análise multicriterial na avaliação de impactos ambientais. **Rede Acadêmica de Ciência Econômica**. 1996. Disponível em: < www.race.nuca.ie.ufrj.br/eco/trabalhos/mesa3/7.doc >. Acesso em: 22 mar. 2016.

MACIEL, Valdevi de Lima. **Pesquisa sobre a história do município de São Francisco de Assis**. Disponível em: < <http://docplayer.com.br/19502365-Pesquisa-sobre-a-historia-do-municipio-de-sao-francisco-de-assis-valdevi-de-lima-maciel-historiador.html> >. Acesso em: 17 abr. 2018.

MAGRINI, Alessandra. Política e gestão ambiental: conceitos e instrumentos. **Revista Brasileira de Energia**. n. 02, v. 08, p. 01 – 08. Itajubá, 2001. Disponível em: < <https://new.sbpe.org.br/artigo/politica-e-gestao-ambiental-conceitos-e-instrumentos/> >. Acesso em: 06 maio 2018.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Atlas, 2010.

MARTINS, Alan Kardec Elias; SCHAEFER, Carlos Ernesto G. R.; SILVA, Elias; SOARES, Vicente Paulo; CORRÊA, Guilherme Resende; MENDONÇA, Bruno Araújo Furtado de. Relações solo-geambiente em áreas de ocorrência de ipucas na planície do médio Araguaia – estado do Tocantins. **Revista Árvore**. v. 30. n. 02. p. 379 – 391. Viçosa, 2006. Disponível em < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622006000200017&lng=pt&nrm=iso&tling=pt >. Acesso em: 27 mar. 2016.

MEIRELES. Antonio Jeovah de Andrade; et all Integração dos indicadores geoambientais de flutuações do nível relativo do mar e de mudanças climáticas no litoral cearense. **Mercator**. v. 04 n. 08. p. 109 – 134. Ceará, 2005. < <http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/103/75> >. Acesso em: 22 mar. 2016.

MENEZES, Daniel Junges; TRENTIN, ROMÁRIO, ROBAINA, Luís Eduardo de Souza, SCOTTI, Anderson Augusto Volpato. Zoneamento geoambiental do município de São Pedro do Sul – RS. **GEOgrafias**. v. 07, n. 02, p. 68 – 80. 2011. Disponível em: < <http://www.igc.ufmg.br/portaldeperiodicos/index.php/geografias/article/viewFile/549/420> >. Acesso em: 23 mar. 2016.

MILANI, Edison Jose; FRANÇA, Almério Barros; SCHNEIDER, R. L. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da Petrobrás**. v. 8, nº1, p. 69 – 82. 1994.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA, FAZENDA E PLANEJAMENTO. **Relatório técnico**: (Terceiro volume da série Diretoria de Geociências). 1990. Disponível em: < http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/203/dgc_relac_1990.pdf >. Acesso em: 11 nov. 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Avaliação do ZZE**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/zoneamento-territorial/item/10418> >. Acesso em: 23 fev. 2016.

_____. **Diretrizes metodológicas**. 2006. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/destaques/item/7529-diretrizes-metodologicas> >. Acesso em: 23 fev. 2016.

_____. **Histórico do ZZE**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/zoneamento-territorial/item/8186> >. Acesso em: 23 fev. 2016.

_____. **Marcos legais**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/zoneamento-territorial/item/8749> >. Acesso em: 23 fev. 2016.

_____. **Programa ZEE Brasil**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/endere%C3%A7os-importantes/item/7531-programa-zee-brasil#> >. Acesso em: 24 fev. 2016.

____. **Outros tipos de zoneamento.** Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/destaques/item/8188-outros-tipos-de-zoneamento#> >. Acesso em 23 fev. 2016.

____. **Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente.** Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/governanca-ambiental/informacao-ambiental/sistema-nacional-de-informacao-sobre-meio-ambiente-sinima> >. Acesso em 23 fev. 2016.

____. **Zoneamento territorial.** Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/zoneamento-territorial> >. Acesso em: 23 fev. 2016.

MOREIRA, Andreise. **Planejamento ambiental do município de Barra Bonita, SC, na perspectiva das tecnologias de informação geográfica.** 217f. Dissertação (Pós-Graduação em Geografia e Geociências) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

MORIN, Edgar. **O Método: A Natureza da Natureza.** Tradução de Maria Gabriela de Bragança. Mira-Sintra/Europa-América Ltda., 1997.

NARDY, A.J.R., OLIVEIRA, M.A.F., BETANCOURT, R.H.S., VERDUGO, D.R.H., MACHADO, F.B. Geologia e Estratigrafia da Formação Serra Geral. **Revista Geociências**, v.21, n.2, p.15–32, 2002.

NASCIMENTO, Flávio Rodrigues do; SAMPAIO, José Levi Furtado. Geografia física, geossistema e estudos integrados da paisagem. **Casa da Geografia de Sobral.** v. 6, n. 1. p. 167 – 179. Sobral, 2004. Disponível em: < <http://www.uvanet.br/rcgs/index.php/RCGS/article/view/130/160> >. Acesso em: 30 jan. 2016.

NEVES, Carlos Eduardo das; MACHADO, Gilnei; HIRATA, Carlos Alberto; STIPP, Nilza Aparecida Freres. A importância dos geossistemas na pesquisa geográfica: uma análise a partir da correlação com o ecossistema. **Sociedade e Natureza.** v. 26, n. 2, p. 271-285. Uberlândia, 2014. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-45132014000200271 >. Acesso em: 30 jan. 2016.

NEVES, Pedro Dias Mangolini; SOUZA; Marta Luzia de. Caracterização Geoambiental da área de preservação permanente das nascentes do curso superior da Bacia do Córrego Mandacaru do município de Maringá: aspectos legais. **Geo UERJ.** v. 1, n. 24, p. 386-406. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: < <http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/viewFile/6920/5035> >. Acesso em: 30 jan. 2017

NUNES, João Osvaldo Rodrigues; SANT'ANNA NETO, João Lima; TOMMASELLI, José Tadeu Garcia; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade; PERUSI, Maria Cristina. A influência dos métodos científicos na geografia. **Terra livre**. v. 2, n. 27, p. 121 - 132. Presidente Prudente, 2006. Disponível em: < <http://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/terralivre/article/view/412/391> >. Acesso em: 01 fev. 2016.

OHARA, Tomoyuki; JIMÉNEZ-RUEDA, Jairo Roberto; MATTOS, Juércio Tavares de; CAETANO, Norton Roberto. Zoneamento Geoambiental da região do alto-médio Paraíba do Sul e a carta de aptidão pafica para a implantação de obras viárias. **Revista Brasileira de Geociências**. v. 33. n. 02. p. 161 – 172. São Paulo, 2003. Disponível em < <http://rbg.sbgeo.org.br/index.php/rbg/article/view/SR-23/756> >. Acesso em: 26 mar. 2016.

OLIVEIRA, Mateus Gleiser; et all. **Áreas suscetíveis a dinâmica da arenização: bacia hidrográfica do rio Ibicuí RS/Brasil**. In: XVI Jornadas de Jóvenes Investigadores de la Asociación de Universidades Grupo Montevideo. Montevideo. Anais, 2008.

ORELLANA, Margarida Maria Penteado. A Geomorfologia no contexto social. In: **Geografia e Planejamento**. São Paulo: Universidade de São Paulo – Instituto de Geografia, nº. 34, p. 1-25, 1981

PINTON, Leandro de Godoi; CUNHA, Cenira Maria Lupinacci de. Zoneamento Geoambiental e funcional da áreas urbana do município de Cubatão - SP. **Geografia**. v. 37. n. 03. p. 525 – 540. Rio Claro, 2014. Disponível em: < <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/issue/view/933/showToc5198> >. Acesso em: 23 mar. 2016.

PINTON, Leandro de Godoi; CUNHA, Cenira Maria Lupinacci da. Diagnóstico do estado geoambiental da área urbana do município de Cubatão (SP). **Revista Sociedade & Natureza**. v. 26. n. 02. p. 353 - 367. Uberlândia, 2014. Disponível em: < http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/24050/pdf_90 >. Acesso em: 27 mar. 2016.

PONS, Nivea Adriana Dias; PEJON, Osni José. Aplicação do SIG em estudos de degradação ambiental: o caso de São Carlos (SP). **Revista Brasileira de Geociências**. v. 38. n. 02. p. 295 - 302. São Paulo, 2008. Disponível em: < <http://rbg.sbgeo.org.br/index.php/rbg/article/view/1378> >. Acesso em: 31 mar. 2016.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA / CASA CIVIL. **Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002**: critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e outras providências. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4297.htm >. Acesso em: 23 fev. 2016.

____. **Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988**: institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7661.htm >. Acesso em: 23 fev. 2016.

____. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**: Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938compilada.htm >. Acesso em: 23 fev. 2016.

____. **Lei nº 10.683, de 28 de maio de 2003**: organização da Presidência da República e dos Ministérios, e dá outras providências. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.683compilado.htm >. Acesso em: 23 fev. 2016.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do Trabalho Científico**: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2013.

PUNTEL, Geovane Aparecida. A paisagem na geografia. In: VERDUM, Roberto; VIEIRA, Lucimar de Fátima dos Santos; PINTO, Bruno Fleck; SILVA, Luís Alberto da. **Paisagem**: leitura, significados, transformações. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2012.

QUINTAS, José da Silva. Introdução à gestão ambiental pública. 2 ed. Brasília: Ibama, 2006. Disponível em: < http://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/images/stories/biblioteca/educacao_ambiental/QUINTAS_Jos%C3%A9_Silva_-_Introdu%C3%A7%C3%A3o_%C3%A0_Gest%C3%A3o_Ambiental_P%C3%BAblica.pdf >. Acesso em: 15 maio 2018

RESENDE, A.S; GOES, M.H, SALLES, R.R.; SOUZA, L.B, DIAS, J.E. Assinatura ambiental de feições geomorfológicas com base em cartograma digital: o vale do Mazomba da bacia do Guandu. In: 5º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E GEOAMBIENTAL. **Anais...** São Carlos/SP, 2004.

ROBAINA, Luís Eduardo de Souza; TRENTIN, Romário; DE NARDIN, Dionara; CRISTO, Sandro Sidinei Vargas de. Métodos e Técnicas Geográficas Utilizadas na

Análise e Zoneamento Ambiental. **Geografias**, v.5, n. 2, p. 36 - 49. 2009. Disponível em: <http://www.igc.ufmg.br/portaldeperiodicos/index.php/geografias/article/view/486/358>. Acesso em: 12 fev. 2018.

RODRIGUES, Cleide. A teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**. v. 14, p. 69 – 77. 2001. Disponível em: http://www.geografia.fflch.usp.br/publicacoes/RDG/RDG_14/RDG14_Cleide.pdf. Acesso em: 11 fev. 2016.

ROCKETT, Gabriela Camboim; MARTINS, Eduardo Marques; TODT, Viviane; THUM, Adriane Brill; BARBOZA, Eduardo Guimarães. Geoprocessamento aplicado a análise ambiental: vulnerabilidade natural e perda de solo no Morro do Osso, Porto Alegre/RS. **Geografia**. v. 39. n. 03. p. 465 - 481. Rio Claro, 2014. Disponível em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/10260>. Acesso em: 31 mar. 2016.

ROISENBERG A; VIERO A. P. **O vulcanismo Mesozóico da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul**. In Holz. M.; De Ros, L. F. Geologia do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRGS, 2000.

RODRIGUES-CARVALHO, J.A; SILVA, A.P. da; CAVALEIRO, V.M.M. Cartografia geotécnica e ambiental de Portugal. In: 5º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E GEOAMBIENTAL. **Anais...** São Carlos/SP, 2004.

RODRIGUEZ, José Manoel Mateo; SILVA, Edson Vicente da. A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica. **Mercator**. v. 1, n. 1, p. 95 – 112. 2012. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/viewArticle/198>. Acesso em: 11 fev. 2016.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; SILVA, Edson Vicente da; CAVALCANTI, Agostinho Paula Brito. **Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: Edições UFC, 2010.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**. v. 08, p. 63 - 74, 1994. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47327/51063>. Acesso em: 12 fev. 2018.

SANTOS, Leonardo José Cordeiro; OKA-FIORI, Chisato; CANALLI, Naldy Emerson; FIORI, Alberto Pio; SILVEIRA, Claudinei Taborda da; SILVA, Julio Manoel França da. Mapeamento da vulnerabilidade geoambiental do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**. v. 37. n. 04. p. 812 – 822. São Paulo, 2007. Disponível em < <http://rbg.sbgeo.org.br/index.php/rbg/article/view/8410> >. Acesso em: 26 mar. 2016.

SANTOS, Glenio G.; GRIEBELER, Nori P.; OLIVEIRA, Luiz F. C. de. Chuvas intensas relacionadas à erosão hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, n.2, p.115–123, Campina Grande, 2010. Disponível e: < <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n2/v14n02a01.pdf> >. Acesso em: 13 fev. 2018.

SARAIVA, Fabiano. Considerações acerca da pesquisa em geografia física aplicada ao planejamento ambiental a partir de uma expectativa sistêmica. **RA'EGA**. n. 9, p, 83 – 93. Curitiba, 2005. Disponível em: < <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/raega/article/view/3449> >. Acesso em 21 fev. 2016.

SAATY, T. L. **Decision making with the analytic hierarchy process**. International Journal of Services Sciences, v. 1, n.1, 2008.

SALOMÃO, Fernando Ximenes de Tavares. **Processos erosivos lineares em Bauru (SP):** regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural. 1994. 200f. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

SCHRAMM, Patricia Arend Maass. **Silvicultura e percepção da paisagem no município de Cacequi/RS**. 74p. Dissertação (Pós Graduação em Geografia e Geociências), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

SENADO FEDERAL. **Artigo 225, 05 de outubro de 1988:** do meio ambiente. Disponível em: < http://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/CON1988_05.10.1988/art_225_.asp >. Acesso em: 06 maio 2018.

SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DO RIO GRANDE DO SUL (SEBRAE/RS). **Perfil das cidades gaúchas:** São Francisco de Assis. Disponível em: < http://ambientedigital.sebrae-rs.com.br/Download/PerfilCidades/Perfil_Cidades_Gauchas-sao_francisco_de_assis.pdf >. Acesso em: 23 abr. 2018.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo: SH-21.** Disponível em: < <http://www.cprm.gov.br/publique/Geologia/Geologia-Basica/Carta-Geologica-do-Brasil-ao-Milionesimo-298.html> >. Acesso em: 27 maio 2018.

SILVA, Cassio Roberto da; DANTAS, Marcelo Eduardo. **Mapas Geoambientais.** Disponível em: < http://www.cprm.gov.br/publique/media/mapas_geoambientais_SCGG.pdf >. Acesso em: 12 dez. de 2014.

SILVA, Claudio da. **Análise geoambiental do delta do assoreamento do reservatório Tanque Grande, Guarulhos/SP.** 142p. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental), Universidade de Guarulhos, Guarulhos, 2009.

SILVA, Iracema Reimão; SILVA, Sylvio Bandeira de Mello e. Caracterização geoambiental e de ocupação das praias da costa do dendê, litoral sul do estado da Bahia. **GeoSul.** v. 22. n. 44. p. 27 – 46. Florianópolis, 2007. Disponível em < <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/12608> >. Acesso em: 25 mar. 2016.

SILVA, Jorge Xavier; ZAIDAN Ricardo Tavares. **Geoprocessamento e análise ambiental.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

SILVA, Sâmara Rachel Ribeiro da; CHAVES; Iêde de Brito; ALVES; José Jakson Amâncio. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento geoambiental: Bacia Hidrográfica do Açude Camará – PB. **Mercator.** v. 09 n. 20. p. 217 – 138. Ceará, 2009. < <http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/431/317> >. Acesso em: 22 mar. 2016.

SOARES, Fátima. Diagnóstico geoambiental da bacia do litoral no Ceará. **Mercator.** v. 11 n. 06. p. 107 – 116. Ceará, 2007. < <http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/61/36> >. Acesso em: 22 mar. 2016.

SOARES, Fatima Maria. A paisagem como campo de estudo geográfico. **Cadernos do LOGEPA.** v. 4, n. 1, p. 47 – 54. João Pessoa, 2005. Disponível em: < <http://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/logepa/article/view/10997/6177> >. Acesso em: 08 mar. 2016.

SOARES, Jefferson Paulo Ribeiro; AQUINO, Claudia Maria Sabóia de. Análise sistêmica: contribuição teórico metodológica e aplicações no estado do Piauí. **ACTA**

Geográfica. v. 6, n. 13, p. 239 – 255. Boa Vista, 2012. Disponível em: < <http://revista.ufrr.br/index.php/actageo/article/view/829> >. Acesso em: 02 fev. 2016.

SOUSA, Lilian Sorele Ferreira. **Análise Geoambiental das Unidades de Conservação de Sabiaguaba (Fortaleza – CE)**. 133p. Dissertação (Pós-Graduação em Geografia), Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2009.

SOUZA, Marta Luzia; GASPARETO, Nelson Vicente Lovatto; NAKASHIMA, Paulo. Diagnóstico geoambiental da bacia do córrego Tenente em Mariluz, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**. v. 38. n. 02. p. 379 – 391. São Paulo, 2007. Disponível em < <http://rbg.sbgeo.org.br/index.php/rbg/article/view/1384/1076> >. Acesso em: 26 mar. 2016.

SOUZA, N. M; CELESTINO, V.R.R. Contribuição à análise de decisões em cartografia geotécnica com uso de geoprocessamento: sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica. In: 5º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E GEOAMBIENTAL. **Anais...** São Carlos/SP, 2004.

SOUZA, Tissiana de Almeida de. **Zoneamento Geoambiental do município de Praia Grande (SP): uma contribuição aos estudos sobre a Baixada Santista**. 149p. Dissertação (Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

SOUZA, Tissiana de Almeida de; CUNHA, Cenira Maria Lupinacci da. Representação da paisagem através da carta de unidades geoambientais em áreas litorâneas. **Mercator**. v. 13, n. 03, p. 105 – 119. Ceará, 2014. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/mercator/v13n3/1676-8329-mercator-13-03-0105.pdf> >. Acesso em: 11 jan. 2016.

SOARES, Jefferson Paulo Ribeiro; AQUINO, Claudia Maria Sabóia de. Análise sistêmica: contribuição teórico metodológica e aplicações no estado do Piauí. **ACTA Geográfica**. v. 6, n. 13, p. 239 – 255. Boa Vista, 2012. Disponível em: < <http://revista.ufrr.br/index.php/actageo/article/view/829> >. Acesso em: 02 fev. 2016.

SPÖRL, Christiane; ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. **GEOUSP**. n. 15, p. 39 – 49. São Paulo, 2004. Disponível em: < <http://www.geografia.fflch.usp.br/publicacoes/Geousp/Geousp15/Artigo3.pdf> >. Acesso em: 12 fev. 2018.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes; GUASSELLI, Laurindo Antonio. Paisagens (imagens e representações) do Rio Grande do Sul. In: VERDUM, Roberto; BASSO,

Luis Alberto; Suertegaray, Dirce Maria Antunes. **Rio Grande do Sul: Paisagens e Território em Transformação**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes; GUASSELLI, Laurindo Antonio; VERDUM, Roberto. **Atlas da Arenização: sudoeste do Rio Grande do Sul**. Disponível em: < <http://www.ufrgs.br/areais-pampa/> >. Acesso em 25 ago. 2018.

TOMINAGA, Lidia Keiko; PEJON, Osni José; BASTOS, Cezar Augusto. **Diagnóstico preliminar da cartografia geotécnica no Brasil**. 2004. Disponível em: < <http://www.redetec.org.br/publique/media/DiagnosticoCartografiaGeotecnica.pdf> >. Acesso em: 23 abr. 2015.

TRENTIN, Romário. Compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do Rio Itu - oeste do Rio Grande do Sul – Brasil. **Sociedade & Natureza**. v. 24, n. 1, Uberlândia, 2012. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-45132012000100011&lng=en&nrm=iso&tlng=pt >. Acesso em: 27 maio 2018.

TRENTIN, Romário. **Mapeamento geomorfológico e caracterização geoambiental da bacia hidrográfica do rio Itu – Oeste do Rio Grande do Sul – Brasil**. 215f. Tese (Pós Graduação em Geografia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2011.

TROPPEMAIR, Helmut; GALINA, Marcia Helena. Geossistemas. **Mercator**. v. 05, n. 10, p. 79 – 89. Fortaleza, 2006. Disponível em: < <http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/69/44> >. Acesso em: 15 fev. 2016.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **Decision-support systems for natural-hazards and land management issues**. Fact Sheet 2012-3001. Reston: United States Geological Survey, 2012. Disponível em: < <http://pubs.usgs.gov/fs/2012/3001/fs2012-3001.pdf> >. Acesso em: 26 mar. 2013.

VARGAS, Milton. **Introdução à Mecânica dos Solos**. São Paulo: Mcgraw-Hill do Brasil, Ed. Da Universidade de São Paulo, 1977.

VEDOVELLO, Ricardo. Aplicações da cartografia geoambiental. In: 5º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E GEOAMBIENTAL. **Anais...** São Carlos/SP, 2004.

VERDUM, Roberto. Perceber e conceber paisagem. In: VERDUM, Roberto; VIEIRA, Lucimar de Fátima dos Santos; PINTO, Bruno Fleck; SILVA, Luís Alberto da. **Paisagem**: leitura, significados, transformações. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2012.

VERDUM, Roberto. Referências da Geografia para responder às transformações na paisagem. **Geografias**. Edição especial III, Belo Horizonte, 2015. Disponível em : < <http://www.igc.ufmg.br/portaldeperiodicos/index.php/geografias/article/view/631/492> >. Acesso em 10 abr. 2016.

VETTORAZZI, Carlos Alberto. Avaliação multicritérios, em ambiente SIG, na definição de áreas prioritárias à restauração florestal visando à conservação de recursos hídricos. **Tese de doutorado (ESALq)**. Piracicaba. 2006.

WILDNER, Wilson. Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul. Escala 1:750000. CPRM, Serviço Geológico do Brasil. Porto Alegre, RS. 2006. Disponível em: < http://www.cprm.gov.br/publique/media/geologia_basica/cartografia_regional/mapa_rio_grande_sul.pdf >. Acesso em: 27 maio 2018.

WILDNER, Wilson, HARTMANN, L. A. & LOPES, R. C. **Serra Geral Magmatism in the Paraná Basin** - a new stratigraphic proposal, chemical stratigraphy and geological structures. In: I WORKSHOP PROBLEMS IN THE WESTERN GONDWANA GEOLOGY. Gramado, v .1, p. 189-197, 2007.

ZEBERA. Czechoslovakian stripe method and parallel developments. 1947. In: Dearman, W. R. **Engineering geological mapping**. Oxford: Butterworth-Heinemann LTDA, 1991. p. 68 – 89. Disponível em: < <https://books.google.com.br/books?id=D9v8BAAQBAJ&pg=PA68&lpg=PA68&dq=z ebera+1947&source=bl&ots=4ZPxcRoMoA&sig=OzVfQzyBI5lco0pWc-AEnnMaZi8&hl=pt-BR&sa=X&ei=FT44VazfOclWsAXc2YHYCQ&ved=0CB8Q6AEwAA#v=onepage&q=z ebera%201947&f=false> >. Acesso em: 22 abr. 2015.

LISTA DE ANEXOS

Anexo 01. Listagem dos trabalhos analisados

01. Artigo_BoletimGoianodeGeografia2008-Flávio Rodrigues do Nascimento
02. Artigo_BoletimGoianodeGeografia2014-Silmara Guerra Ferraz da Fonseca
03. Artigo_BoletimGoianodeGeografia2014-Jader de Oliveira Santos
04. Artigo_GeociênciasUNESP2009-Maria Ângela Bezerra
05. Artigo_GeociênciasUNESP2011-Cristiane Alessandra de Moura
06. Artigo_GeociênciasUNESP2011-Antônio de Melo Lisboa
07. Artigo_GEOgrafias-Daniel Junges Menezes et all
08. Artigo_GEOUERJ2013-Pedro Dias Mangolini Neves
09. Artigo_Mercator2011-Maria Tereza Souza Pereira da Costa
10. Artigo_Mercator2010-Sâmara Rachel Ribeiro da Silva
11. Artigo_Mercator2010-Flávia Jorge de Lima
12. Artigo_Mercator2005-Antonio Jeovah de Andrade Meireles
13. Artigo_Mercator2007-Fátima Maria Soares
14. Artigo_Mercator2014-Tissiana de Almeida de Souza
15. Artigo_12EGAL_Chistian Ricardo Ribeiro
16. Artigo_Revista Nordestina de Ecoturismo2011-José Ricardo de Almeida
17. Artigo_RevistaBrasileiradeGeomorfologia2007-Neise Mare de Souza Alves
18. Artigo_RGA2011-Cristiano Marcelo Pereira de Souza
19. Artigo_SimpósioBrasileirodeSensoriamentoRemoto2011-Sâmara Rachel Ribeiro da Silva
20. Artigo_Sociedade&NaturezaUberlândia2010-Dionara De Nardin
21. Artigo_Sociedade&NaturezaUberlândia2010-Braz Calderano Filho
22. Artigo_Sociedade&NaturezaUberlândia2014-Leandro de Godoi Pinton
23. Artigo_Tamoios2012-Carlos Marclei Arruda Rangel
23. Dissertação_INPESãoJosédosCampos2003-Fausto Luis Stefani
24. AntoniaVLCO_DISSERT
25. Dissertação_UECE2012-Emanuel Lindemberg

26. Dissertação_UECE2012-Icaro Paiva
27. Dissertação_UECE2012-Maria Antonia de Sena Neta
28. Dissertação_UFBA2005-Meirilane Rodrigues Maia
29. Dissertação_UFC2006-Abraão Levi dos Santos Mascarenhas
30. Dissertação_UFC2008-Ana Maria Ferreira dos Santos
31. Dissertação_UECE2012-Joselito Teles Gonçalves Jr
32. Dissertação_UFC2009-Francisca Sinha Moreira
33. Dissertação_UFC2009-Lilian Sorele Fereira Souza
34. Dissertação_UFMS2011-Valter de Carvalho Couto
35. Dissertação_UFRGS2009-Dionara De Nardin
36. Dissertação_UFSM2006-Dionisio Sacol Sangoi
37. Dissertação_UFSM2007-Romario Trentin
38. Dissertação_UFSM2009-Ana Paula Dallasta
39. Dissertação_UFSM2014-Tiele Lopes Cabral
40. Dissertação_UFSM2015-Anderson Augusto Volpato Scoti
41. Dissertação_UFU2009-Mirna Karla Amorim Silva
42. Dissertação_UFU2010-Beatriz Aparecida Bessa Florencia
43. Dissertação_UNESP Bauru 2012-Mascos Tanaka Riyis
44. Dissertação_UNESPRio Claro 2003-Antonio Pina Crisóstomo Neto
45. Dissertação_UNESPRio Claro 2006-Julia Zanin Shimbo
46. Dissertação_UNESPRio Claro 2004-Adenice Menquini
47. Dissertação_UNESPRio Claro 2009-Cristiane Alessandra de Moura
48. Dissertação_UNESPRio Claro 2010-Tissiana de Almeida Souza
49. Dissertação_UNESPRio Claro 2011-Leandro de Godoi Piton
50. Dissertação_UNESPRio Claro 2011-Rodrigo Valle Cezar
51. Dissertação_UNESPRio Claro 2011-Sabrina Cristina Martins
52. Dissertação_UNESPRio Claro 2012-Kátia Fernanda Pereira
53. Dissertação_UNESPRio Claro 2012-Vinicius Travalini
54. Dissertação_UNESPRio Claro 2013-Claudia Vanessa dos Santos Corrêa
55. Dissertação_UNESPRio Claro 2013-Tatiana Pilachevsky
56. Dissertação_UNESPRio Claro 2014-Ana Maria Carrascosa do Amaral
57. Dissertação_UNG 2008-Gabriela Lucia da Costa e Castro Gomes
58. Dissertação_UNG 2009-Claudio da Silva
59. Dissertação_UNG 2011_Valdeci B. Mangianelli

60. Dissertação_UNG2012-Maria Elisabete Dib Basilio
61. Dissertação_UNG2012-Rejane dos Santos Silva
62. Evento_Márcia Thelma Rios Donato Marino
63. Livro_Eloiza Elena Della Justina
64. Monografia_UNB2013-Pedro Coutinho Mendonça
65. Monografia_UNESPRioClaro2009-Daniel Bartolomeu
66. Monografia_UNESPRioClaro2009-Meire Mateus de Lima
67. Monografia_UNESPRioClaro2009-Ronaldo Batista Balthazar
68. Monografia_UNESPRioClaro2010-Yuri Arten Forte
69. Tese_UFRJ2012-Braz Calderano Filho
70. Tese_UNESPRioClaro2002-Davi Alfredo Maranesi
71. Tese_UNESPRioClaro2006-Norton Roberto Caetano
72. Tese_UNESPRioClaro2007-Fernanda Tonizza Moraes
73. Tese_UNESPRioClaro2009-Antonio de Melo Lisboa
74. Tese_UNESPRioClaro2009-Eloiza Elena Della Justina
75. Tese_UNESPRioClaro2012-Simone Emiko Sato
76. Tese_UNESPRioClaro2013-Valdecir Galvão
77. Tese_USPSaoCarlos 2000-Eduardo Goulart Collares
78. Tese_USPSaoCarlos2004_v1-Silvana Brandão Fontes
79. Tese_USPSaoCarlos2004_v2-Silvana Brandão Fontes
80. Tese_USPSaoCarlos2005-Sandra Fernandes da Silva
81. Tese_USPSãoCarlos2013-Edwardo Jose de Albuquerque Sobrinho
82. Tese_UFRJ2006-Patricia Helena Mirandola Avelino

Anexo 02. Arquivo digital.