



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

JÚLIO CÉSAR OLIVEIRA DE SOUZA

**IDENTIFICAÇÃO DE GEOSISTEMAS E SUA APLICAÇÃO NO
ESTUDO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO
MIGUEL – ALAGOAS**

Recife, Março de 2013.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

JÚLIO CÉSAR OLIVEIRA DE SOUZA

**IDENTIFICAÇÃO DE GEOSISTEMAS E SUA APLICAÇÃO NO
ESTUDO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO
MIGUEL – ALAGOAS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Departamento de Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos de Barros Corrêa

Co-orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Silvana Quintella Cavalcanti Calheiros

Recife, Março de 2013.

Catálogo na fonte
Bibliotecária Divonete Tenório Ferraz Gominho, CRB4-985

S729i Souza, Júlio César Oliveira.
Identificação de geossistemas e sua aplicação no estudo ambiental da bacia hidrográfica do rio São Miguel – Alagoas / Júlio César Oliveira de Souza. – Recife: O autor, 2013.
205 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos de Barros.
Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Silvana Quintella Cavalcanti Calheiros.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco.
CFCH. Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2013.
Inclui bibliografia.

1. Geografia. 2. Meio ambiente – Estudo. 3. Bacias hidrográficas. 4. Rios - Brasil. I. Barros, Antônio Carlos de (Orientador). II. Calheiros, Silvana Quintella Cavalcanti (Coorientadora). III. Título.

910 CDD (22. ed.) UFPE (CFCH2012-46)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIENCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – MESTRADO

JÚLIO CÉSAR OLIVEIRA DE SOUZA

**IDENTIFICAÇÃO DE GEOSISTEMAS E SUA APLICAÇÃO NO ESTUDO
AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO MIGUEL – ALAGOAS**

Dissertação defendida e APROVADA pela banca examinadora

BANCA EXAMINADORA

TITULARES:

Orientador: _____

Prof. Dr. Antonio Carlos de Barros Corrêa (UFPE)

Co-orientadora _____

Prof^a. Dr^a. Silvana Quintella Cavalcanti Calheiros (IGDEMA/UFAL)

1º Examinador: _____

Prof. Dr. Osvaldo Girão (UFRPE)

2º Examinador: _____

Prof. Dr. Gláucio José Marafon (UERJ)

Recife, Março de 2013.

Para Ana Paula, sempre...

AGRADECIMENTOS

Tantas pessoas foram direta e indiretamente essenciais na construção deste estudo e possivelmente, não haveria linhas suficientes para agradecê-las, mas tentarei aqui fazê-lo:

- Ao nosso pai criador, luz que se renova todos os dias e nos concede o ânimo, a coragem e a força para sempre levantarmos mesmo diante das mais variadas adversidades e desafios a que somos impostos;
- Ao professor Dr. Antônio Carlos de Barros Corrêa por ter aceito orientar este trabalho e encaminhá-lo da melhor forma;
- A professora Dr^a Silvana Quintella Cavalcanti Calheiros pela disposição em co-orientar esta dissertação, intervindo e sugerindo melhorias que foram preciosas para a condução deste estudo;
- Ao Geógrafo Esdras de Lima Andrade, por sua paciência, ensinamentos e dedicação no desvendamento do mundo que envolve o geoprocessamento e os SIG's: a gratidão será permanente;
- Ao professor Dr. José Vicente Ferreira Neto, da Universidade Federal de Alagoas, pois suas observações e sugestões fizeram que esta proposta existisse;
- A todos que fizeram e fazem o Campus Universitário Zumbi dos Palmares, da Universidade Estadual de Alagoas - docentes, servidores, alunos e colegas do “carro do André” - tenham a certeza que parte de minha motivação veio da torcida de vocês;
- A todo o corpo docente do curso de pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco pelas discussões e intervenções durante todo o período do cumprimento dos créditos: vocês ajudaram a ter “novos olhos” sobre um “velho mundo”;
- A Coordenação de Aperfeiçoamento de Profissionais para o Ensino Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado;
- Aos meus familiares pela energia positiva, incentivos e auxílio que sempre obtive para a concretização de toda a minha vida acadêmica;
- A minha amiga, meu “anti-estresse”, minha companheira, minha confidente, minha esposa, meu amor: **Ana Paula. Você** é a grande responsável pela concretização deste momento. Suas palavras de incentivo nos momentos certos, as críticas nas horas apropriadas, o ombro nas ocasiões de cansaço, o ouvido nos momentos de angústia... **Você** foi a maior força para que eu pudesse terminar este mestrado e realizar este sonho, muito obrigado!!!

“Por toda a parte o espaço geográfico é talhado na matéria ou diluído em uma substância móvel ou invisível. Ele é a falésia, a escarpa da montanha; ele é a areia da duna ou a grama da savana, o céu morno e enfumaçado das grandes cidades industriais, a grande ondulação oceânica [...] o homem é agenciado pelo ambiente geográfico: ele sofre as influências do clima, do relevo, do meio vegetal”.

Eric Dardel, em *O Homem e a Terra, natureza da realidade geográfica*, 2011.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Localização da bacia do rio São Miguel -----	25
Figura 02. Perfil transversal do estuário do Rio São Miguel: A. Setor ria, B. Setor lagunar -----	26
Figura 03. Modelo Digital de Terreno com os patamares altimétricos da bacia do rio São Miguel -----	27
Figura 04. Estrutura geológica da bacia do rio São Miguel -----	29
Figura 05: Temperatura Média Mensal na Área de Estudo -----	33
Figura 06. Classes de vegetação na bacia do rio São Miguel -----	34
Figura 07. Classes de solos na bacia do rio São Miguel -----	37
Figura 08. Classes geomorfológicas da bacia do rio São Miguel -----	40
Figura 09. Compartimentação geomorfológica da bacia do rio São Miguel -----	44
Figura 10. Perfil topográfico da cimeira estrutural Pernambuco-Alagoas, entre os municípios de Tanque d'Árca e Mar Vermelho -----	45
Figura 11. Escarpa em bloco falhado, serra de Tanque d'Árca -----	46
Figura 12. Escarpa em bloco falhado, serra da Lama -----	46
Figura 13. Perfil transversal da cimeira estrutural dissecada entre os municípios de Tanque d'Árca, Maribondo e Boca da Mata -----	46
Figura 14. Cimeira estrutural dissecada -----	47
Figura 15. Perfil transversal da cimeira estrutural conservada entre os municípios de Maribondo e Boca da Mata -----	47
Figura 16. Cimeira estrutural conservada no município de Maribondo -----	48
Figura 17. Escarpa cristalina estrutural, serra da Boa Vista, Maribondo -----	48
Figura 18. Escarpa cristalina estrutural, povoado Mata Verde, Maribondo -----	48
Figura 19. Perfil transversal da escarpa cristalina estrutural entre os municípios Belém e Anadia -----	49
Figura 20. Serra de Santa Rita, Boca da Mata -----	49
Figura 21. Perfil transversal do baixo planalto sedimentar costeiro no município de São Miguel dos Campos -----	50
Figura 22. Baixo Planalto Sedimentar, município de São Miguel dos Campos -----	50
Figura 23. Baixo Planalto Sedimentar, município de São Miguel dos Campos, acostamento da rodovia BR 101, onde se nota o afloramento da Formação Coqueiro Seco -----	51
Figura 24. 4º Patamar Tabuliforme, município de São Miguel dos Campos -----	52
Figura 25. Perfil transversal que mostra a depressão periférica entre os municípios de Tanque d'Árca e Maribondo -----	52
Figura 26. No 1º plano, a Serra da Nasceia e, no 2º plano, depressão periférica, município de Boca da Mata -----	53
Figura 27. Formações Colinosas (no 2º plano), município de Boca da Mata (1º plano)-----	54
Figura 28. Perfil transversal do modelado de formações colinosas no município de Anadia -----	54
Figura 29. Perfil transversal de formações colinosas amplas no município de Maribondo -----	55
Figura 30. Formações Colinosas amplas, município de Maribondo -----	55
Figura 31. Perfil transversal formações colinosas estreitas no município de Boca da Mata -----	56
Figura 32. Formações colinosas estreitas, município de Boca da Mata -----	56
Figura 33. Perfil transversal de colinas rebaixadas interiores entre os municípios de Boca da Mata e São Miguel dos Campos -----	57
Figura 34. Colinas rebaixadas interiores -----	57
Figura 35. Perfil transversal de colinas rebaixadas litorâneas entre os municípios de São Miguel dos Campos e Roteiro -----	58

Figura 36. Colinas baixas litorâneas -----	58
Figura 37. . Perfil transversal da planície sedimentar flúvio-marinho-lagunar no município de Roteiro -----	59
Figura 38. Terraços marinhos quaternários -----	60
Figura 39. Falésia exumada pela erosão marinho-lagunar -----	60
Figura 40. Terraço pleistocênico e holocênico -----	60
Figura 41. Perfil transversal que mostra a hipsometria do terraço no município de Roteiro -----	61
Figura 42. Laguna do Roteiro, em seu baixo curso -----	61
Figura 43. Rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio São Miguel -----	64
Figura 44. Perfil Longitudinal do rio São Miguel -----	66
Figura 45. Perfil Longitudinal do rio Jamoatá -----	67
Figura 46. Cultivo intensivo de cana-de-açúcar, município de São Miguel dos Campos -----	69
Figura 47. Pequena criação de gado na várzea d rio São Miguel, município de São Miguel dos Campos -----	69
Figura 48. Pesca de crustáceos ma laguna do Roteiro, município de Barra de são Miguel ----	69
Figura 49. Cultivo de coco, município de Roteiro -----	69
Figura 50. O relevo é o principal elemento integrador da paisagem -----	83
Figura 51. Taxonomia do relevo -----	85
Figura 52. Modelo de integração dos elementos componentes da paisagem nas diferentes escalas de articulação -----	92
Figura 53. Os fatores componentes da paisagem e as formas derivadas -----	95
Figura 54. Estruturação dos geossistemas e suas conexões, conforme Bertrand (2007) -----	106
Figura 55. Representação do Sistema GTP, conforme Bertrand (2007) -----	107
Figura 56. Concepção metodológica de Monteiro (2000) para o estudo do geossistema -----	108
Figura 57. Estruturação dos geossistemas e suas conexões, conforme Bólos y Capdevila (1981) -----	110
Figura 58. Sistemas componentes de uma bacia hidrográfica -----	118
Figura 59. Elementos para o reconhecimento do meio físico em uma bacia hidrográfica -----	132
Figura 60. Ordem dos fatores geoecológicos formadores da paisagem -----	134
Figura 61. Geossistemas componentes da bacia do rio São Miguel -----	147
Figura 62. Geofácies componentes da bacia do rio São Miguel -----	148
Figura 63: Migmatito aflorante na calha do rio São Miguel, município de Maribondo -----	149
Figura 64. Granito carreado na calha do rio São Miguel, município de Maribondo -----	149
Figura 65. Geofácie da escarpa cristalina estrutural, município de Maribondo -----	151
Figura 66. Escarpa cristalina estrutural, município de Tanque d' Arca -----	151
Figura 67. Geofácie da cimeira estrutural conservada, município de Maribondo -----	152
Figura 68. Terraço fluvial no já rio São Miguel, município de Maribondo -----	152
Figura 69. Geofácie da cimeira estrutural dissecada, município de Maribondo -----	153
Figura 70. Geofácie da cimeira estrutural dissecada, município de Maribondo -----	153
Figura 71. Geofácie das Serras Isoladas, município de Maribondo -----	154
Figura 72. Serra de Santa Cruz, município de Boca da Mata -----	154
Figura 73: Geofácie da Depressão do Médio São Miguel, município de Anadia -----	155
Figura 74: Pequeno vale na Depressão do Médio São Miguel, município de Anadia -----	155
Figura 75: Geofácie das Serras Isoladas Rebaixadas, município de Anadia -----	156
Figura 76: Geofácie Serras Isoladas Rebaixadas, município de Anadia -----	156
Figura 77: Vale do médio São Miguel, no Geossistema do Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros, município de São Miguel dos Campos -----	157
Figura 78: Geossistema do Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros, próximo à planície	

flúvio-lagunar, município de Roteiro -----	157
Figura 79: Geofácia do 1° Patamar Tabular do Baixo São Miguel, em contato com a planície flúvio-lagunar, município de Roteiro -----	158
Figura 80: Aspecto da base do 1° Patamar Tabular do Baixo São Miguel, município de Roteiro -----	158
Figura 81: Cume da Geofácia do 2° Patamar Tabular do Baixo São Miguel, município de São Miguel dos Campos -----	160
Figura 82: Aspecto do Vale na Geofácia do 2° Patamar Tabular do Baixo São Miguel, município de São Miguel dos Campos -----	160
Figura 83: Aparência assumida pelo vale fluvial na Geofácia do 3° Patamar Tabular do Médio São Miguel, município de São Miguel dos Campos -----	161
Figura 84: Os terraços fluviais da Geofácia do 3° Patamar Tabular do Médio São Miguel possuem dois níveis, município de São Miguel dos Campos -----	161
Figura 85: A Geofácia do 4° Patamar Tabular do Médio São Miguel está bastante atacada pela erosão laminar, município de São Miguel dos Campos -----	162
Figura 86: Vale fluvial na Geofácia do 4° Patamar Tabular do Médio São Miguel, município de São Miguel dos Campos -----	162
Figura 87: A Geofácia das Encostas de Contato está bastante atacada pela erosão laminar, que desagrega muitos sedimentos, município de Barra de São Miguel -----	163
Figura 88: Aspecto das Geofácia das Encostas de Contato, laguna do Roteiro na parte inferior município de Barra de São Miguel -----	163
Figura 89: Aspecto da Geofácia das Colinas Isoladas Tabulares município de São Miguel dos Campos -----	164
Figura 90: Aspecto das Vertentes na Geofácia das Colinas Isoladas Tabulares município de São Miguel dos Campos -----	164
Figura 91: Geofácia das Colinas Baixas Litorâneas município de Roteiro -----	165
Figura 92: Pequeno Leque Aluvial no sopé da Geofácia das Colinas Baixas Litorâneas município de Roteiro -----	165
Figura 93: Falésia no Geossistema da Planície Costeira, município de Barra de São Miguel ----	166
Figura 94: Dunas no Geossistema da Planície Costeira, município de Roteiro -----	166
Figura 95: Material depositado pela abrasão flúvio-marinha na base da falésia, na Geofácia da Planície Sedimentar Flúvio-Marinho-Lagunar, município de Barra de São Miguel -----	167
Figura 96: Terraços flúvio-marinho de dois estágios, Geofácia da Planície Sedimentar Flúvio-Marinho-Lagunar, município de Barra de São Miguel -----	167
Figura 97: Neossolo lítólico e neossolo Quartzarênico depositado pela abrasão flúvio-marinha, na Geofácia da Planície Sedimentar Flúvio-Marinho-Lagunar, município de Roteiro ---	168
Figura 98: Organossolo associado à apicuns, na Geofácia da Planície Sedimentar Flúvio-Marinho-Lagunar, município de Barra de São Miguel -----	168
Figura 99. <i>Rerum per octennium in Brasilia et alibi nuper gestarum, sub praefectura Illustrissimi Comitiss Mauritti, Nassoviae.</i> Em destaque, o rio São Miguel -----	173
Figura 100. Mapa de Uso do Solo na Bacia do rio São Miguel -----	177
Figura 101: Pequeno cultivo de sequeiro no Geossistema da Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas, município de Tanque d'Árca -----	178
Figura 102: Queima de lixo desencadeia outros processos impactantes, município de Maribondo -----	178
Figura 103: Cultivo de cana-de-açúcar no Geossistema da Depressão Periférica, município de Anadia -----	179
Figura 104. Criação de pecuária de corte no Geossistema da Depressão Periférica, município de Anadia -----	180

Figura 105: Cultivo de cana-de-açúcar no Geossistema do Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros, município de São Miguel dos Campos -----	182
Figura 106: Fábrica de Extração de calcário para a fabricação de cimento, no Geossistema do Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros, município de São Miguel dos Campos -----	182
Figura 107: Ravina da base da Geofácie da Colina Baixa Litorânea, Geossistema do Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros, município de Roteiro -----	183
Figura 108: Queimada de vegetação de restinga no sopé da Geofácie da Colina Baixa Litorânea, no Geossistema do Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros, município de Roteiro -----	183
Figura 109. Turismo de lazer no Geossistema da Planície Costeira, município de Roteiro ----	184
Figura 110: Turismo de segunda residência próximo à laguna do Roteiro, no Geossistema da Planície Costeira, município Barra de São Miguel -----	185
Figura 111: O cultivo de cana-de-açúcar domina a paisagem no Geossistema da Planície Costeira e suprime a vegetação nativa por meio de queimadas município de Roteiro -----	186
Figura 112. Zoneamento Geográfico da Bacia do rio São Miguel -----	195

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Precipitação anual de 2006 a 2011 -----	31
Tabela 02: Média Mensal da Precipitação Acumulada entre 2006 e 2011 -----	31
Tabela 03: Média de Temperatura dos Postos na bacia Hidrográfica do rio São Miguel -----	32
Tabela 04: Identificação das cartas topográficas usadas -----	140
Tabela 05: Zonas Geográficas propostas para a bacia do rio São Miguel -----	199

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Municípios Situados na Área de Estudo -----	24
Quadro 02: Compartimentação geomorfológica da Bacia do Rio São Miguel ----	42-43
Quadro 03: Morfodinâmica associada aos compartimentos regionais -----	62-63
Quadro 04: Aspectos Fisiográficos das Sub-bacias Hidrográficas -----	66
Quadro 05: Classificação das Unidades de Paisagens, conforme Bertrand (2007) -----	104
Quadro 06: Sequência das etapas e dos processos de degradação dos geossistemas -----	136
Quadro 07: Classificação dos Geossistemas e geofácies da bacia hidrográfica do rio São Miguel -----	140-141
Quadro 08: Geossistemas e Geofácies da bacia do rio São Miguel -----	169-172
Quadro 09: Dinâmica Natural e Impactos Ambientais Recorrentes -----	175
Quadro 10: Área mínima de proteção segundo a largura dos cursos d'água, conforme o Código Florestal -----	189
Quadro 11: Diretrizes de Uso na ZAPP -----	191
Quadro 12: Diretrizes de Uso na ZCUI -----	192
Quadro 13: Diretrizes de Uso na ZRUA -----	192
Quadro 14: Diretrizes de Uso na ZSUA -----	193
Quadro 15: Diretrizes de Uso na ZIUA -----	193
Quadro 16: Diretrizes de Uso na ZUEM -----	194
Quadro 17: Diretrizes de Uso na ZURB -----	194

RESUMO

IDENTIFICAÇÃO DE GEOSISTEMAS E SUA APLICAÇÃO NO ESTUDO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO MIGUEL – ALAGOAS

O estudo da natureza pela geografia no âmbito acadêmico tem a preocupação de desvelar os mecanismos que regem o funcionamento do meio natural e como os seus componentes interagem e permitem o relacionamento com as partes que o integram. Dentre as teorias geradas pela geografia na perspectiva da conexão entre as partes de um todo, a noção de análise integrada trazida pela teoria geral dos sistemas de Bertalanffy (1975) fora adaptada por Sotchava (1977) na perspectiva de agregar os elementos componentes do meio natural e o fator humano e assim, partições territoriais que guardam certa interação entre seus componentes passam a denominar-se de geossistema e podem ser avaliadas dentro desta concepção. Pautado nesta expectativa, este estudo buscou identificar e analisar os geossistemas e os geofácies da bacia hidrográfica do rio São Miguel, localizada na porção centro-meridional-leste do estado de Alagoas. Para tal, adotou-se o relevo como o eixo central no reconhecimento dos geossistemas devido a sua plasticidade aos modos de uso humano, diante das transformações do ambiente pela integração dos sistemas físicos, socioeconômicos e bióticos. Foi realizado o levantamento diagnóstico através da utilização de ferramentas tecnológicas de geoprocessamento e de SIG como os softwares SAGA-UFRJ 2007 e Quantum GIS 1.8.1 tendo como base cartográfica, as cartas topográficas do IBGE na escala 1:50.000 e da SUDENE, na escala 1:100.000 que serviram de apoio para o mapeamento temático de toda a bacia. Este estudo foi fundamental para a identificação dos geossistemas e de suas geofácies na área de estudo. O reconhecimento da dinâmica ligada ao uso do solo de cada geossistema permitiu também conhecer as transformações ambientais que ocorreram na bacia ao curso dos anos e os seus efeitos na estrutura natural da mesma. Foram realizadas quatro campanhas de campo para a validação secundária de dados e serviram também para uma visão perspectiva de toda a área de estudo. A revisão teórica demonstrou que o estudo da natureza na geografia física pode ser feito sob vários prismas, mas que ao se adotar o geossistema nesta função, há de se reconhecer suas limitações no tocante a um método de campo adaptado as condições naturais brasileiras, pois estas ainda advêm de práticas que emanam da geografia européia. Portanto, a partir destes estudos, foi sugerida uma proposta de zoneamento geográfico para toda bacia, considerando a característica de cada sistema ambiental e suas limitações de uso, visando sugerir novas formas de ocupação daquele espaço. Assim este trabalho ao final, mostrou que a abordagem geossistêmica é uma interessante ferramenta teórico-metodológica que pode ser aplicada ao estudo da natureza na geografia.

Palavras-chaves: Estudo Ambiental, Geossistemas, Geofácies, Bacia Hidrográfica, Rio São Miguel, Zoneamento Geográfico.

RESUMEN

IDENTIFICACIÓN DE GEOSISTEMAS Y SU APLICACIÓN ESTUDIO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RIO SAN MIGUEL-ALAGOAS

El estudio de la naturaleza por la geografía sigue consolidándose en el ámbito académico cada vez más que esta ciencia viene preocupándose en desvelar los mecanismos regentes del funcionamiento del medio natural y cómo sus componentes interactúan de manera de permitir la relación con las partes que lo integran. Entre las teorías creadas por la geografía en la perspectiva de la conexión entre las partes de un todo, la noción de análisis integrada traída por la teoría general de los sistemas de Bertalanffy (1975), fuera adaptada por Sothava (1977) en la perspectiva de añadir los elementos componentes del medio natural al factor humano: nace así, el geosistema y porciones territoriales, como las cuencas hidrográficas, pueden ser valoradas adentro de esta concepción. Basada entonces, en esta expectativa, este estudio buscó analizar la cuenca hidrográfica del río San Miguel, ubicado en la porción centro meridional leste del estado de Alagoas, debajo del enfoque geosistémico, visando sugerir nuevas formas de ocupación de aquel espacio. Tomando el relieve como el punto central para la identificación de los geosistemas debido a su plasticidad las formas del uso humano, se buscó una integración de los sistemas físicos, socioeconómicos y bióticos y cómo estos transforman el ambiente. Para tal, fue realizado el levantamiento diagnóstico a través de la utilización de herramientas de geoprocésamiento como los softwares SAGA-UFRJ 2007 y Quantum GIS 1.8.0 tomando como base cartográfica, las cartas topográficas del IBGE en la escala 1:50.000 y de la SUDENE, en la escala 1:100.000 que sirvieron de apoyo para el levantamiento geomorfológico, pedológico, fitogeográfico, geológico y altimétrico de la cuenca hidrográfica. Este trabajo fue fundamental para la identificación de los geosistemas y de sus geofacies en la área de estudio. El reconocimiento de la dinámica prendida al uso del suelo de cada geosistema permitió conocer las transformaciones ambientales que ocurrieron en la cuenca hidrográfica al curso de los años y los efectos en la estructura natural. Fueron hechas cuatro alzamientos del campo para la validación de las informaciones secundarias fue ejecutado y sirviendo también para una visión perspectiva de todo el área. La revisión teórica demostró que el estudio de la naturaleza en la geografía física puede ser hecho debajo varios prismas, más que al adoptar el geosistema en esta función, hay de ser reconocido sus limitaciones en el tocante a un método del campo adaptado las condiciones naturales brasileñas, pues estas aún advienen de prácticas que proceden de la geografía europea. Por lo tanto, apartado de los estudios, fue sugerida una propuesta de zonamiento geográfico para toda la cuenca, considerando la característica de cada geosistema y geofacies y sus limitaciones del uso. Así al final este trabajo, demostró que la abordaje geosistémica es una interesante herramienta teórico metodológica que se puede ser aplicada al estudio de la naturaleza en el ámbito de la geografía.

Palabras llaves: Estudio Ambiental, Geosistemas, Geofacies, Cuenca Hidrográfica, Río San Miguel, Zonamiento Geográfico.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	18
I. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	24
1.1. Altimetria	26
1.2. Geologia	28
1.3. Clima	30
1.4. Vegetação	33
1.5. Solos	36
1.6. Características Geomorfológicas	40
1.6.1. Compartimentação Geomorfológica Regional da Bacia do Rio São Miguel	41
1.6.2. Morfodinâmica dos Compartimentos Regionais	62
1.7. Comportamento e Características Hidrográficas do rio São Miguel	63
1.8. Uso e Ocupação	67
2. O ESTUDO DA NATUREZA NA GEOGRAFIA FÍSICA EM UMA PERSPECTIVA GEOSSISTÊMICA	71
2.1. A Geografia Física e o Estudo da Natureza	71
2.2. A Análise da Geografia Física: O Relevo como um Ponto de Partida ao Estudo Integrado da Natureza	78
2.3. A Visão Sistêmica Aplicada à Geografia Física	87
2.4. Os Geossistemas como um Método à Abordagem da Paisagem e da Natureza em Geografia Física	93
2.5. Os Estudos Geossistêmicos em Bacia Hidrográfica	110
2.6. O Zoneamento como uma Proposição ao Estudo dos Geossistemas em Bacias Hidrográficas	120
3. METODOLOGIA	131
3.1. Base Cartográfica	139
3.2. A Carta de Unidades Geossistêmicas	139
4. OS GEOSSISTEMAS E AS GEOFÁCEIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO MIGUEL	143
4.1. O Relevo da Bacia do Rio São Miguel na Perspectiva dos Sistemas Físicos ----	149
4.1.1. Geossistema Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas	150
4.1.1.1. GeofÁCIE da Escarpa Cristalina Estrutural	150
4.1.1.2. GeofÁCIE da Cimeira Estrutural Conservada	151
4.1.1.3. GeofÁCIE da Cimeira Estrutural Dissecada	152
4.1.1.4. GeofÁCIE das Serras Isoladas	153
4.1.2. Geossistema da Depressão Periférica	154

4.1.2.1 Geofácia da Depressão do Médio São Miguel -----	155
4.1.2.2. Geofácia das Serras Isoladas Rebaixadas-----	156
4.1.3. Geossistema do Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros -----	157
4.1.3.1. Geofácia do 1º Patamar Tabular do Baixo São Miguel -----	158
4.1.3.2. Geofácia do 2º Patamar Tabular do Baixo São Miguel -----	159
4.1.3.3. Geofácia do 3º Patamar Tabular do Médio São Miguel -----	160
4.1.3.4. Geofácia do 4º Patamar Tabular do Médio São Miguel -----	161
4.1.3.5. Geofácia das Encostas de Contato -----	162
4.1.3.6. Geofácia das Colinas Isoladas Tabulares -----	163
4.1.3.7. Geofácia das Colinas Baixas Litorâneas -----	165
4.1.4. Geossistema da Planície Costeira -----	166
4.1.4.1. Geofácia da Planície Sedimentar Flúvio-Marinho-Lagunar -----	167
 5. A GÊNESE DAS PAISAGENS NA BACIA DO RIO SÃO MIGUEL -----	 173
5.1. Uso do Solo no Geossistema da Cimeira Estrutural Pernambuco- Alagoas -----	178
5.2. Uso do Solo no Geossistema da Depressão Periférica -----	179
5.3. Uso do Solo no Geossistema do Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros -----	181
5.4. Uso do Solo no Geossistema da Planície Flúvio-Costeira -----	183
5.5. Sugestão de Zoneamento Geográfico dos Geossistemas da Bacia Hidrográfica do Rio São Miguel -----	186
5.5.1. Zoneamento Geográfico da Bacia do Rio São Miguel -----	188
5.5.1.1. Zoneamento Geográfico do Geossistema da Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas -----	196
5.5.1.2. Zoneamento Geográfico do Geossistema da Depressão Periférica -----	197
5.5.1.3. Zoneamento Geográfico do Geossistema do Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros -----	197
5.5.1.4. Zoneamento Geográfico do Geossistema da Planície Costeira-----	198
 CONCLUSÃO -----	 201
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	 205

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das ciências nos últimos anos tem sido acompanhado por uma reformulação da compreensão das bases que sustentam o mundo orgânico e inorgânico; o universo humano e o seu congênere natural. Explicar como o “todo” funciona é um objetivo buscado, principalmente, desde o grande alvorecer da ciência a partir do século XVI, onde a nossa visão de mundo sofre uma drástica reviravolta.

A Terra conhecida passa a ser redesenhada, pois se amplia o ecúmeno então já experimentado por outro novo; uma nova alteridade é ambicionada quando os horizontes geográficos das ciências são alargados e céu, mar e terra se conectam como unidades uníssonas que buscam, parafrasando Alberti (1989)¹, contar as coisas que se aprende com a natureza, ou seja, explicar as ferramentas que regem o mundo natural.

Capra (1982) menciona que o sistema-mundo hoje conhecido e a sua visão derivada, tem suas linhas mestras essenciais traçadas entre os séculos XVI e XVII e neste: “a nova mentalidade e a nova concepção do cosmo propiciaram à nossa civilização ocidental aqueles aspectos que são características da era moderna. Eles tornaram-se a base do paradigma que dominou a nossa cultura nos últimos trezentos anos [...]” (p. 49).

O mundo medievo é radicalmente alterado, particularmente após a compreensão daquele não como um universo orgânico, vivo e espiritual, mas, funcionando segundo a interação de várias “peças” e “engrenagens” que se “movem”. A ciência, adotando então a metáfora da máquina, abre as portas para o mundo moderno. O natural, agora, é (des) humanizado e lançado ao solo frio das ciências experimentais.

Este frutífero período da produção do conhecimento científico teve diversos atores que deram substanciais contribuições para a construção de um método que deveria ser empregado na busca do desvendamento dos segredos que a “caixa de pandora” do mundo

¹ ALBERTI, V. *História oral: a experiência do CPDOC*. Rio de Janeiro: Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil, 1989.

natural abrigava em seu seio. Abrí-la significaria encontrar respostas, endireitar novos olhares acerca da realidade premente e pintar a retina com os raios coloridos das coisas visíveis, numa paráfrase indireta a Kepler acerca do funcionamento do universo e da natureza.

O meio natural sofre avanços consideráveis em sua interpretação, passando de uma visão organicista de herança grega e chegando-se a uma compreensão funcionalista própria da idade moderna. Este mundo primitivo encontra respaldo em vários campos da ciência, que visam explicá-lo, mesmo que à custa de “tortuosos” e “fatigantes” experimentos, como os adotado por Francis Bacon, mas hoje bem mais amenos, dado o desenvolvimento da ciência na era atual.

A Geografia, como conhecimento que também se propõe interpretar o meio natural, agrega, ao seu quadro epistemológico, o fator humano, este muitas vezes apartado das explicações sobre o próprio ambiente elementar, visto que desde o advento do *homo sapiens*, é clara a intervenção humana na crosta terrestre.

Santos (1992) faz um interessante comentário acerca desta função que homem passa a exercer na Terra desde o seu florescer técnico, pois conforme o autor, com a presença da humanidade:

[...] a natureza está sempre sendo redescoberta, desde o fim de sua história natural e a criação da natureza social, ao desencantamento do mundo, com a passagem de uma ordem vital a uma ordem racional. Mas agora, quando o natural cede lugar ao artefato e a racionalidade triunfante se revela através da Natureza instrumentalizada, esta, portanto domesticada, nos é apresentada como sobrenatural (p. 96)

Com esta redescoberta, é inegável que o homem passa, agora, a ser também um fator geológico, geomorfológico e climático (SANTOS, *op cit*) ao ir de uma ação “interacionista” a um “intervencionista”, pois o próprio modo de vida adotado pela humanidade nos alça a desencadear efeitos antrópicos com um caráter cada vez mais cumulativo e continuados, deixando de lado os cataclismos naturais, que são momentos, passamos a conviver os eventos gerados pela ação humana na crosta.

Pellogia (2005) reforça esta concepção ao lembrar que:

[...] de fato, um dos aspectos mais significativos – e certamente o mais evidente – da ação do homem sobre a superfície da Terra é a modificação do relevo. Essa ação especificamente geomorfológica, assim considerada, aparece com a expressão resultante da modificação ou neocriação de processos morfoesculturais (erosivos) e de seus depósitos correlativos [...] (p. 24).

É, deste modo, na perspectiva de compreender estes novos arranjos que vem sendo dado ao funcionamento do meio natural é que a Geografia lastreia novas possibilidades de estudo deste meio, dado que os diversos ambientes que formam a epiderme terrestre sofreram graus variáveis de intervenção humana e, apartá-la do estudo da natureza, é deixar de fazer um exercício de interpretação mais consistente da própria realidade natural terrena.

Um destes exercícios feitos pela Geografia, parte do princípio da ampla interação dos elementos do meio natural entre si e com o estrato humano, o que gera, ao final, um quadro de dependência humana dos recursos advindos dos componentes primários da Terra. Assim, a concepção geossistêmica é fixada como uma possibilidade de analisar o “todo” ambiental sem excluir a “parte” antrópica.

Iniciado no extinto bloco soviético com Sotchava (1969) a noção de geossistema é pensada, na escola de geografia russa, como uma possibilidade metodológica de grande potencial para fazer esta ponte entre a natureza e o homem é que a ciência geográfica busca em suas abordagens. Várias outras escolas de Geografia do leste europeu passam a investir nesta perspectiva trazida pelo geossistema e com Bertrand (1979) e Bólos (1981) no oeste do continente europeu, novas contribuições aprofundam ainda mais a abordagem iniciada com a geografia russa.

No Brasil as análises elaboradas por Christofolletti (1979); Monteiro (2000); Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2007) estão entre algumas contribuições de caráter nacional na direção do geossistema como instrumento teórico e metodológico aplicável ao estudo das paisagens geográficas de maneira integral.

Canali (2004) atesta que ao tomar a noção de geossistema como uma estrutura concreta de operacionalização do conceito de paisagem, o mesmo pode ser visto como “integrando os subsistemas potencial ecológico de determinado espaço no qual há uma exploração biológica, podendo ser influenciado na estrutura e expressão espacial por fatores sociais e econômicos” (p. 178). Assim é factível afirmar que o geossistema tem por princípio

balizador de estudo a conectividade e totalidade dos sistemas naturais formadores do “todo” ambiental.

Enquanto um dos componentes dos sistemas naturais, a bacia hidrográfica é um meio capaz de reunir em seus limites, um grande e variado conjunto ambiental que interage de maneira intensa e imediata em toda a sua extensão, provocando transformações nas estruturas mórnicas, climáticas, vegetais, pedológicas e geológicas circunscritas em seu interior.

Como unidade natural, a bacia hidrográfica é vista como a célula básica de propostas voltadas ao planejamento e gestão ambiental e territorial, pois são muitos os atores que se relacionam com a mesma e que, direta ou indiretamente, exercem intervenções em sua dinâmica natural. O cenário que é hoje arranjado pelos sistemas econômicos aponta para um agravamento do uso dos recursos naturais, fato que acarreta em uma crise ambiental e social em variados níveis.

Encontrar mecanismos que favoreçam a gestão do território, através de diretrizes mais factíveis com o atual estágio de desenvolvimento dos processos produtivos, é uma saída que pode ser buscada no sentido de resguardar, de maneira equitativa, os próprios recursos naturais para as futuras gerações e destes, a água é dos mais importantes. Na bacia hidrográfica observamos um mais íntimo contato da humanidade com os recursos hídricos, pois são muitos, os usos e formas de ocupação que são feitos na mesma.

É nessas condições que estudos que permitem analisar de maneira integralizada a bacia hidrográfica como uma das peças que formam o ambiente é que encontram respaldo. Mesmo existindo diversas metodologias que são úteis a tal abordagem, o que permite a comparação da mais apropriada ao tipo de trabalho que se pretende realizar, itens como uso e ocupação, potencial de exploração, deficiências, comportamento e susceptibilidade ambiental estão presentes em boa parte das ações de investigações que são executadas.

Desde modo, este estudo buscou realizar, a partir da abordagem geossistêmica, a análise da bacia hidrográfica do rio São Miguel, sistema hídrico localizado na porção centro meridional leste de Alagoas e com foz no litoral médio do referido estado, na perspectiva de contribuir para o processo de reconhecimento ambiental da mesma e referenciar medidas de ocupação daquele território.

O estudo teve como eixo integrador central a compartimentação geomorfológica que é encontrada na bacia, pois as formas de relevo que se organizaram são os indicativos de processos que tiveram na interação dos elementos naturais, sua principal causa de construção. Também vale justificar que o relevo é palco primário onde acontece de modo evidente, as interações do homem com a natureza e aonde são concretizadas as transformações advindas deste interm e logo, são elementos aplicáveis a análise geossistêmica.

Sendo assim, os objetivos deste estudo são:

- Identificar e mapear os compartimentos geomorfológicos da bacia;
- Reconhecer e delimitar os geossistemas e os geofáceis, buscando prováveis interações entre os sistemas físicos e as condições ambientais e altimétricas;
- Aplicar a perspectiva da análise geossistêmica nos estudos de caracterização fisiográficas de ambientes naturais;
- Propor um zoneamento ambiental da área considerando a interação dos diversos agentes que interagem e alteram o espaço estudado;
- Demonstrar que as mudanças ocorridas pelo uso e ocupação do solo promoveram alterações na bacia hidrográfica do rio São Miguel e em seus componentes geossistêmicos.

A caracterização da área de estudo abrangeu o capítulo I deste trabalho, onde um quadro diagnóstico da bacia hidrográfica do rio São Miguel foi delineado, sendo que este foi bastante útil na identificação dos geossistema da bacia. As informações de caráter orográfico foram representadas através de cartogramas, sendo que estes tiveram por apoio o mapa-base do Plano Estadual de Recursos Hídricos de Alagoas (PERH, 2006).

Para chegar aos objetivos indicados, foi procedida uma discussão acerca da Geografia física e sua aplicação ao estudo da natureza no capítulo II, onde foi realizado um breve retrospecto das influências acadêmicas no estudo do meio natural e como estes influenciaram a própria Geografia, tomando para o desenvolvimento da discussão, o relevo como o cerne principal considerado no estudo da natureza em uma perspectiva sistêmica.

Para aprofundar a análise proposta, considerações acerca do paradigma dos geossistemas tomou parte da discussão teórica, que adota a bacia hidrográfica como a unidade ambiental voltada ao estudo e a interpretação do geossistema como um instrumento viável ao planejamento e zoneamento ambiental.

Como o relevo foi o eixo central na identificação dos geossistemas da bacia do rio São Miguel, o capítulo III faz um abordagem da compartimentação geomorfológica local, onde a determinação das famílias de formas da bacia e as suas respectivas características foi a base para o estudo principal deste trabalho. A metodologia e a estratégia que norteou este trabalho foi exposta no capítulo IV.

O capítulo V trará o estudo e a identificação dos geossistemas e das geofácies da bacia mediante o uso das tecnologias de geoprocessamento e SIG. Os dados expostos neste capítulo serão sistematizados utilizando-se principalmente os softwares SAGA-UFRJ (versão 2007) e Quantum GIS 1.8.1. Foram executadas quatro campanhas à campo (duas no mês de março de 2012 e duas no mês de janeiro de 2013) na perspectiva de validar alguns dados e informações levantadas em fontes secundárias de pesquisa, e de modo particular, as feições do relevo. As informações obtidas nesta etapa foram essenciais na proposta de um zoneamento geográfico para a bacia, consideração a feita em um subitem neste mesmo capítulo.

O zoneamento geográfico da bacia hidrográfica do rio São Miguel visa ser um produto que poderá relevar o grau de intervenções que estão sendo infligidas sobre a área e para isto, a proposição advinda da análise dos geossistema mostra-se bastante usual, pois a bacia hidrográfica como um sistema ambiental se sujeita a inúmeros danos ambientais, que são gerados de seu convívio com o antrópico.

Da mesma forma, o estudo da bacia hidrográfica visa sistematizar os conhecimentos sobre a natureza e sua estrutura, os elementos que a compõe, a maneira pela qual uns influenciam os demais, o papel de cada um deles na dinâmica geral da unidade ambiental e como o homem os modifica, criando novas estruturas morfo-ambientais na organização espacial do território. Assim, essa proposta considera também a importância ecológica, as fragilidades, limitações no tocante ao uso socioeconômico e a compatibilidade das atividades com as características geoecológicas.

I. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia de drenagem do rio São Miguel está situada na porção centro-meridional-leste de Alagoas entre a mesorregião do Leste Alagoano ou Zona da Mata e a Mesorregião do Agreste Alagoano (figura 01). Localmente, estende-se entre as microrregiões de São Miguel dos Campos, Maceió e Palmeira dos Índios.

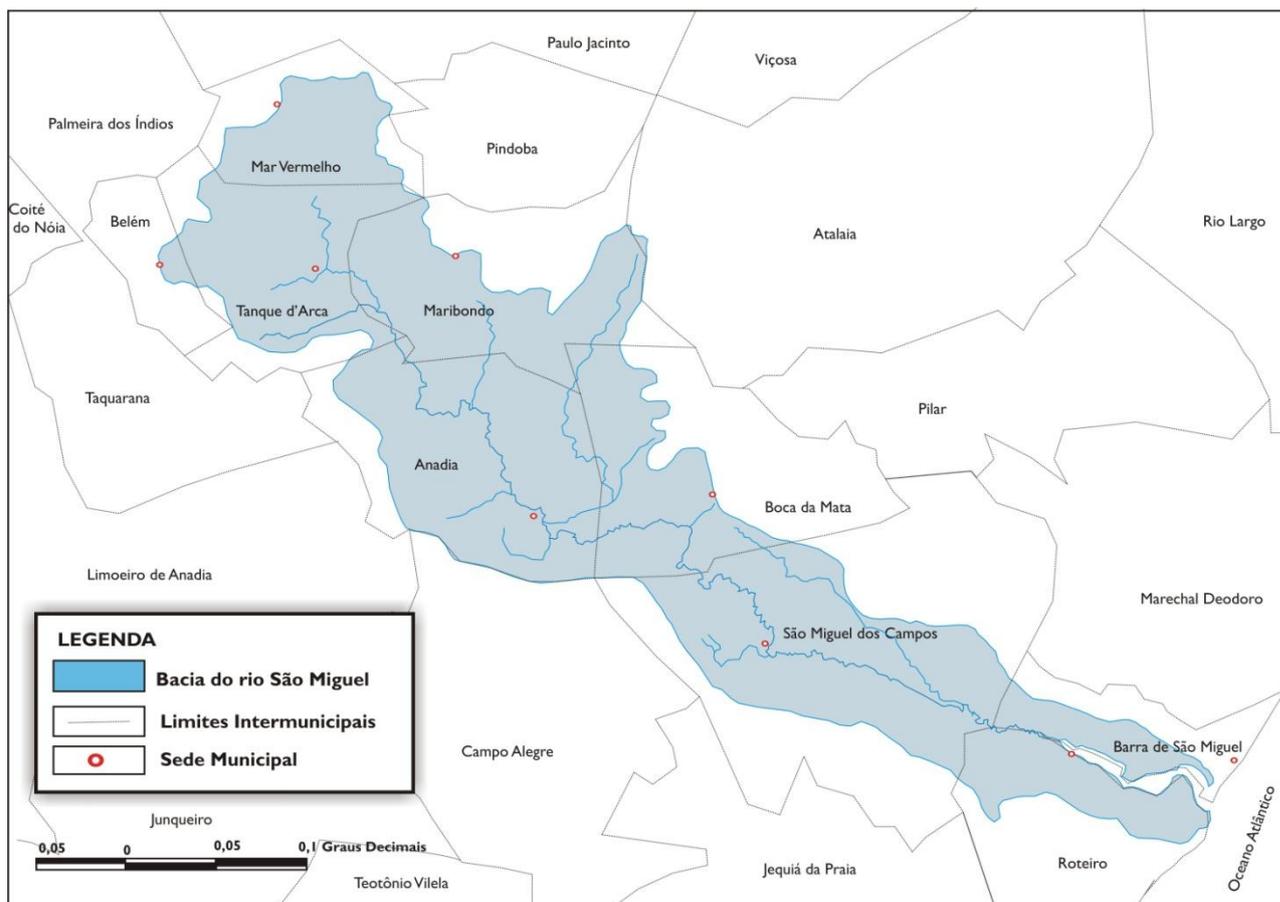
Os municípios que integram a referida bacia de drenagem são Belém, Mar Vermelho e Tanque d'Arca (alto curso); Maribondo, Anadia, São Miguel dos Campos e Boca da Mata (médio curso). Já no baixo curso e região estuarina-lagunar estão os municípios de Barra de São Miguel e Roteiro (quadro 01).

Quadro 01 – Municípios Situados na Área de Estudo

Municípios incluídos na bacia	Área municipal em km²	Área municipal incluída na bacia em km²
<i>Anadia</i>	189,471	170
<i>Barra de São Miguel</i>	76,612	15
<i>Belém</i>	48,196	0,5
<i>Boca da Mata</i>	186,568	70
<i>Maribondo</i>	171,279	160
<i>Mar Vermelho</i>	91,538	4
<i>Roteiro</i>	129,288	12
<i>São Miguel dos Campos</i>	360,846	140
<i>Tanque d'Arca</i>	155,959	53

Fontes: CARVALHO, 2002 e IBGE, 2010.

Figura 01: Localização da bacia do rio São Miguel



Fonte: IBGE, 1983 (adaptado por SOUZA, 2012).

A bacia drena uma área de 624 km², ao longo do curso de 90 km de extensão que perfaz o seu canal principal. A região estuarina do rio São Miguel está situada entre os municípios de Barra de São Miguel e Roteiro, onde este configura um estuário misto em laguna e “ria”. A laguna do Roteiro formou-se devido ao barramento do estuário por um

cordão de recifes de arenito paralelos ao litoral, juntamente com depósitos de sedimentos em forma de ilhas aluvionares e crôas arenosas. A laguna é um complexo flúvio-estuarino com aproximadamente 7,8 km² de extensão e de grande importância ambiental e ecológica para as comunidades de pescadores que habitam as proximidades do local (CALHEIROS; GUIMARES JÚNIOR, 2010). (Figura 02).

Figura 02. Perfil transversal do estuário do Rio São Miguel: A. Setor ria, B. Setor lagunar.



Fonte: Google Earth, 2012 (adaptado pelo autor)

As nascentes do rio São Miguel estão posicionadas nas encostas orientais do planalto da Borborema, de modo mais preciso, na serra de Tanque d'Arca, entre os municípios de Mar Vermelho e Tanque d'Arca a uma altitude aproximada de 588 metros, onde fluem os seus primeiros tributários formadores: Mata Verde, Tanque d'Árca, Cachoeira e Boca da Mata, que ao alcançarem as proximidades do município de Maribondo, unem-se e formam o rio Jamoatá. Este por sua vez ao chegar ao último município supracitado passa a se denominar São Miguel.

1.1. Altimetria

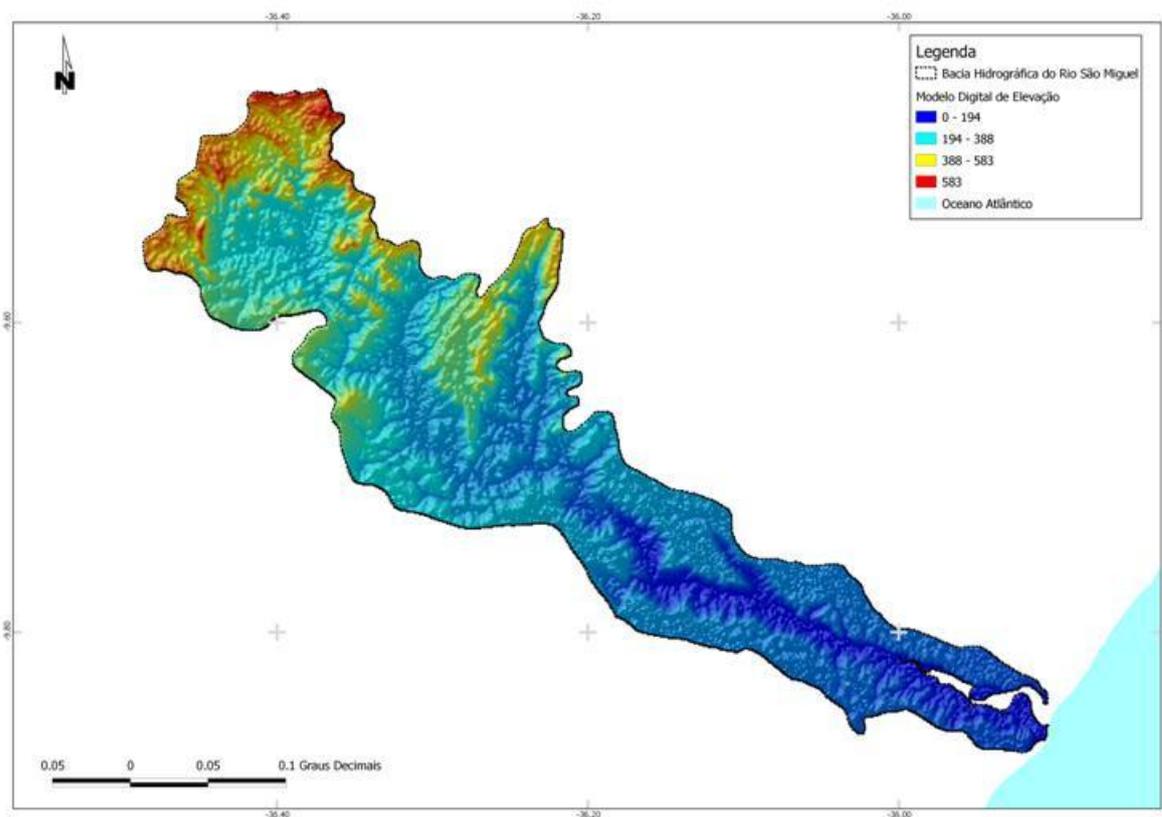
A bacia apresenta uma diferença altimétrica de aproximadamente 581 metros entre a sua a foz estuarina-lagunar que alcança uma altitude de 2 metros e suas cabeceiras com 583 metros. Entre estes extremos altimétricos, notam-se patamares com contas altimétricas de 200 a 500 metros respectivamente (figura 03).

A transição entre estes patamares não se dá por controles estruturais como rápidos ou cachoeiras, mas pela diferenciação do teor de sedimentos que vão sendo depositados ao longo do leito do rio, sendo no médio curso que notam estes elementos diferenciadores.

A paisagem vista ao longo da bacia também pode ser um indicativo da mudança altimétrica na qual encontramos transformações, principalmente na composição da

vegetação: na cota entre 0 e 194 metros predominam vegetações associadas a alta umidade e oferta hídrica como a subperenifólia de restinga e a perenifólia de mangue. Os municípios de Roteiro e Barra de São Miguel se inserem neste nível.

Figura 03. Modelo Digital de Terreno com os patamares altimétricos da bacia do rio São Miguel,



Fonte: IBGE, 1983 (adaptado por ANDRADE e SOUZA, 2012).

Os municípios de São Miguel dos Campos, Anadia e Boca da Mata estão incluídos entre as cotas 194 e 388 onde se mostra a vegetação de cerrado e subcaducifólia associadas à morfoestruturas dos baixos planaltos sedimentares e já entre as cotas 388 a 583 no predomínio do Planalto da Borborema ocorre a vegetação caducifólia e subcaducifólia associados a gnaises e granitos. Neste patamar, estão os municípios do alto curso da bacia: Tanque d'Arca, Maribondo, Belém e Mar Vermelho.

Para fins de classificação, adotaremos uma tipologia para nos referirmos aos devidos patamares: entre as cotas 0 e 194 chamaremos de *patamar flúvio-estuarino* por este incluir a área do baixo curso da bacia; entre as cotas de 194 e 388 adotaremos a denominação de *patamar de São Miguel dos Campos* por este encontram em maior

proporção no município homônimo e entre os níveis 388 e 583 chamaremos de *patamar de Tanque d'Arca* devido a mesma situação do patamar anterior.

1.2. Geologia

Na geologia da área (figura 04), encontram-se as seguintes unidades geológicas conforme dois grupos litológicos: **Cristalinos**: Suíte Intrusiva Itaporanga (Plúton sem denominação), Granitóides indiscriminados, Complexo Cabrobó (unidade 2), Belém do São Francisco e Complexo Nicolau – Campo Grande Granulito; **Sedimentar**: Depósitos Litorâneos Indiferenciados, Depósitos Fluvio-lagunar, Recifes, Formação Barreiras e Formação Coqueiro Seco.

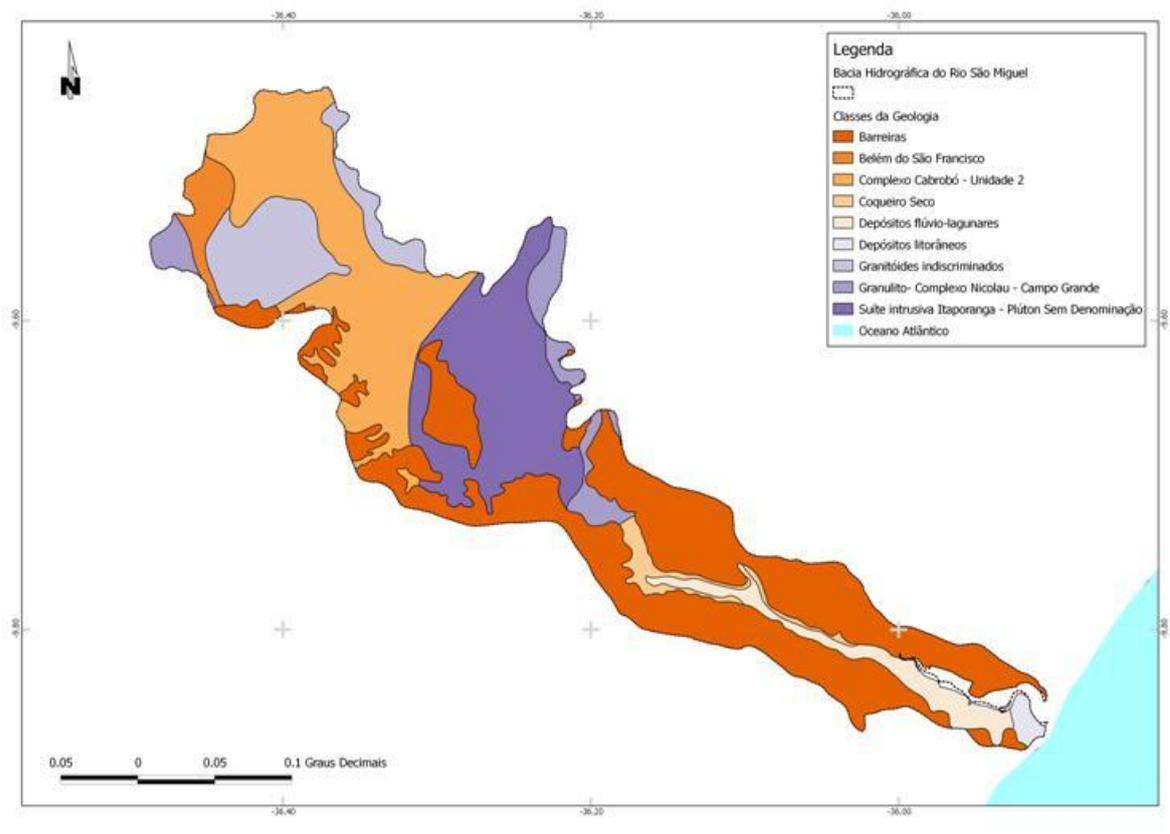
Na parte mais elevada e no trecho médio da bacia hidrográfica, conforme o Programa Estadual de Recursos Hídricos de Alagoas (PERH-AL, 2010) predomina o grupo litológico cristalino onde a área é capitaneada pelos Suíte Intrusiva Itaporanga (Plúton sem denominação) com a existência de granitos e granodioritos do neoproterozóico que se associam a dioritos em fase intermediária de mistura calcialcalinos com alto teor de potássio e metaluminosos; Granitóides Indiscriminados de natureza química não determinada; surge também o Complexo Cabrobó (unidade 2) com a existência de biotita, muscovita, xisto, gnaiss, leucognaiss, matagrauvaca, migmatito, quartzito, anfibólito e mármore do mesoproterozóico.

Ainda ocorre a formação Belém do São Francisco com ortognaisses claros e calcários, quartzitos e migmatitos e o Complexo Nicolau – Campo Grande com granulito, migmatito e paragneiss com formação ferrífera e rochas calcissilicática. Ambas as formação são oriundas do neoarquano. Um pequeno sistema de falhas é visto neste setor da bacia, entre os municípios de Tanque d'Árca e Maribondo. Estas unidades geológicas estão capeados pelos clásticos da Formação Barreiras (PERH-AL, 2010). À leste do meridiano 36° 10'w ocorre os sedimentos da bacia Alagoas-Sergipe que está separada do domínio cristalino por um sistema de falhas com direção geral NE-SW. Estes sedimentos normalmente afloram abaixo da cota 50 metros (SEPLAN, 1979).

No médio curso após aflorar o Suíte Intrusiva Itaporanga, começa a desenvolver-se uma litologia caracterizada pela deposição de sedimentos do período Cretáceo e Quaternário, que confere a partir desde trecho da bacia, características litológicas sedimentares. São: Depósitos Litorâneos Indiferenciados com areia, silte, argila, matéria

orgânica e presença de dunas com material bem selecionado; Depósitos flúvio-lagunar (areia, silte, argila e matéria orgânica), Recifes com arenito, calcário, calcáreo recifal. Este material colmatado dá origem a algumas ilhas lacustres que são vistas em toda a extensão da laguna do Roteiro, setor final da bacia (PERH-AL, 2010).

Figura 04. Estrutura geológica da bacia do rio São Miguel.



Fonte: IBGE, 1983 (adaptado por ANDRADE e SOUZA, 2012).

A Formação Barreiras com um amplo pacote de sedimentos argilosos intemperizados, intercalados com aluviões arenosos, arenito argiloso a conglomerático, argilo puro a arenoso e conglomerados e a Formação Coqueiro Seco do cretáceo com arenito impuro com intercalações de folhelho, siltito e calcário.

Ainda no médio curso do rio São Miguel, sob a bacia sedimentar de Alagoas é possível ver o afloramento da formação Coqueiro Seco do Cretáceo, sendo esta sobreposta pela Formação Barreiras que possui na região uma espessura de até 126 metros, como fora detectado em poços perfurados pela Petrobrás na área para prospecção de petróleo e gás

natural. Os coquínóides desta formação são utilizados na fabricação de cimento na cidade de São Miguel dos Campos.

1.3. Clima

O clima na região nordeste, apesar de sua localização na faixa climática equatorial, não apresenta uma distribuição de chuvas típicas normalmente verificadas nesta mesma porção. Kayano e Andreoli (2009) inferem que a região inclui três tipologias de climas com uma precipitação anual variando de 300 a 2.000 mm. O clima litorâneo úmido (do litoral da Bahia ao do Rio Grande do Norte); clima tropical (em áreas dos estados da Bahia, Ceará, Maranhão e Piauí) e clima tropical semi-árido (em todo o sertão nordestino). Mecanismos físicos interagem diretamente com as chuvas, são responsáveis pela sua distribuição na região.

O clima na região Nordeste, ainda para Kayano e Andreoli (IDEM), apresenta uma acentuada variabilidade interanual, particularmente no comportamento da precipitação, onde são vistos períodos anuais secos e outros extremamente chuvosos. Conforme as autoras, a região Nordeste é uma das principais áreas da América do Sul onde os sinais da variabilidade intersazonal são mais evidentes.

Dentro da perspectiva acima descrita, o clima da área de estudo é o litorâneo úmido, mas para fins de análise, a classificação climática adotada para a área de estudo neste trabalho será a de Köppen, que identifica para a bacia hidrográfica apenas o clima do tipo tropical úmido, mas com tendência ao clima tropical no extremo leste da bacia. A tipologia climática da bacia (**As'**)², conforme a classificação de Köppen descreve áreas onde há existe a concentração de chuvas entre os meses de março e agosto.

A estação seca ocorre entre a primavera e o verão com chuvas e eventuais trovoadas de norte e noroeste. A estação chuvosa está entre o outono-inverno, com chuvas de março que ocorrem vindas do norte e chuvas do principal período de sudeste, de abril-maio até junho-julho, mas com algumas interrupções. A montante da bacia, a precipitação anual varia de 1.100 a 1.400 mm e, na região de foz ultrapassa o valor máximo anterior: 1.400 mm

² Conforme o modelo de classificação de Köppen, o grupo climático do tipo **A** inclui climas tropicais chuvosos e não conhecem estação fria, o mês mais frio tem temperatura média superior a 18° C (megatérmico) e associado ao subgrupo **s'** são chuvas de inverno e estação seca no verão.

anuais. Na tabela 01, observamos a distribuição da precipitação entre os anos de 2006 e 2011.

Tabela 01: Precipitação anual de 2006 a 2011

Ano	<i>Usina Sinimbu (São Miguel dos Campos)</i>	<i>Usina Triunfo (Boca da Mata)</i>	<i>Usina Porto Rico (Anadia/Campo Alegre)</i>	<i>Usina Roçadinho (Barra de São Miguel)</i>	<i>Usina Roçadinho (Roteiro)</i>
2006	2016,1	1596,0	1487,6	-	-
2007	1843,8	1760,4	1713,6	-	-
2008	1854,9	1853,4	1423,6	2600,0	2494,5
2009	1928,1	1792,3	1507,6	2562,0	1933,5
2010	1631,1	1688,5	1592,9	1885,0	1996,0
2011	2160,1	1816,6	1775,9	2364,0	2248,0

Fonte: DHM/SEMARH, 2012.

Como se observa, as cinco áreas de aferição pluviométrica apresentaram altos volumes de precipitação, isto se dá devido aos sistemas atmosféricos atuam na área de estudo. Mesmo quando se analisa a média anual de precipitação, vista na tabela 02, também os valores mostram-se elevados. Este fato compete para a perenidade hídrica em toda a bacia e o amplo volume de material que é trabalhado pela ação pluvial.

Tabela 02: Média Mensal da Precipitação Acumulada entre 2006 e 2011

Ano	<i>Usina Sinimbu (São Miguel dos Campos)</i>	<i>Usina Triunfo (Boca da Mata)</i>	<i>Usina Porto Rico (Anadia/Campo Alegre)</i>	<i>Usina Roçadinho (Barra de São Miguel)</i>	<i>Usina Roçadinho (Roteiro)</i>
2006	168,0	133,0	123,9	-	-
2007	153,6	146,7	142,8	-	-
2008	1854,9	154,4	118,6	216,0	207,8
2009	154,5	149,3	125,6	213,5	161,1
2010	135,9	140,7	132,7	157,0	166,3
2011	180,0	151,3	147,9	197,0	187,3

Fonte: DHM/SEMARH, 2012.

Entre os meses de setembro a março está situado o período seco na bacia e entre os meses de abril a agosto ocorre a estação mais úmida da bacia estudada. Na área de estudo, os principais sistemas sinóticos que atuam são o Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), Ondas de Leste (DOL), o Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCANs) e um sistema de brisas marítimo-terrestre.

A localização da bacia também aponta para uma propensão da influência direta de frentes frias na área. Todos estes sistemas sinóticos atuam na produção de chuvas na área e também podem agir na produção de eventos extremos de precipitação.

A média de temperatura observada em postos de medição na bacia do rio São Miguel (tabela 03) mostra que a amplitude térmica da área apresenta uma variação pouco superior a 5° e que a média de temperatura na é de 22°. Outro fato que merece menção é que as temperaturas mais baixas estão compreendidas entre os meses de setembro a novembro e as mais altas nos meses de dezembro a março.

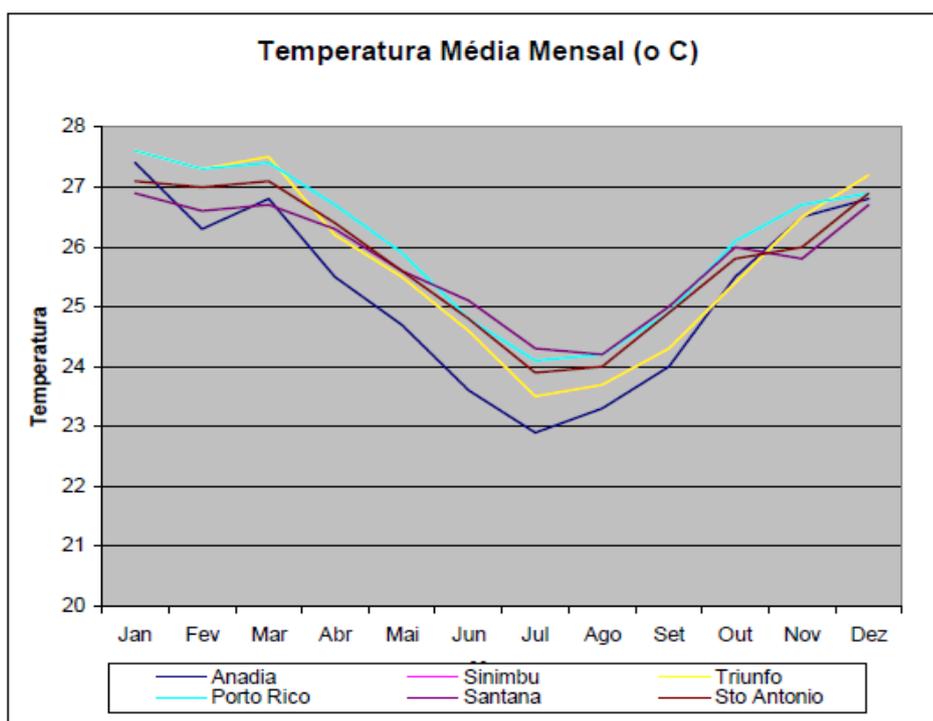
Tabela 03. Média de Temperatura dos Postos na bacia Hidrográfica do rio São Miguel

Temperatura					
Meses	Anadia	Sinimbú	Triunfo	Porto Rico	Média
Jan.	27,4	27,6	27,6	27,6	27,6
Fev.	26,3	27,3	27,3	27,3	27,1
Mar.	26,8	27,5	27,5	27,4	27,3
Abr.	25,5	26,2	26,2	26,7	26,2
Mai.	24,7	25,5	25,5	25,9	25,4
Jun.	23,6	24,6	24,6	24,8	24,4
Jul.	22,9	23,5	23,5	24,1	23,5
Ago.	23,3	23,7	23,7	24,2	23,7
Set.	24	24,3	24,3	24,9	24,4
Out.	25,5	25,4	25,4	26,1	25,6
Nov.	26,5	26,5	26,5	26,7	26,6
Dez.	26,8	27,2	27,2	26,9	27,0
Média	25,28	25,78	25,78	26,05	25,7

Fonte: DHM/SEMARH, 1979-1991.

Já entre os meses de junho a setembro, a porção sul da bacia possui as menores médias de temperatura (figura 05). Portanto, no segundo semestre é que se identificam as temperaturas mais baixas na bacia. Entre os meses de fevereiro a abril se mostram as temperaturas mais elevadas na área, principalmente na porção norte da bacia. O extremo sul da bacia responde pelos maiores valores de temperatura, com uma média que alcança 27,2°.

Figura 05: Temperatura Média Mensal na Área de Estudo

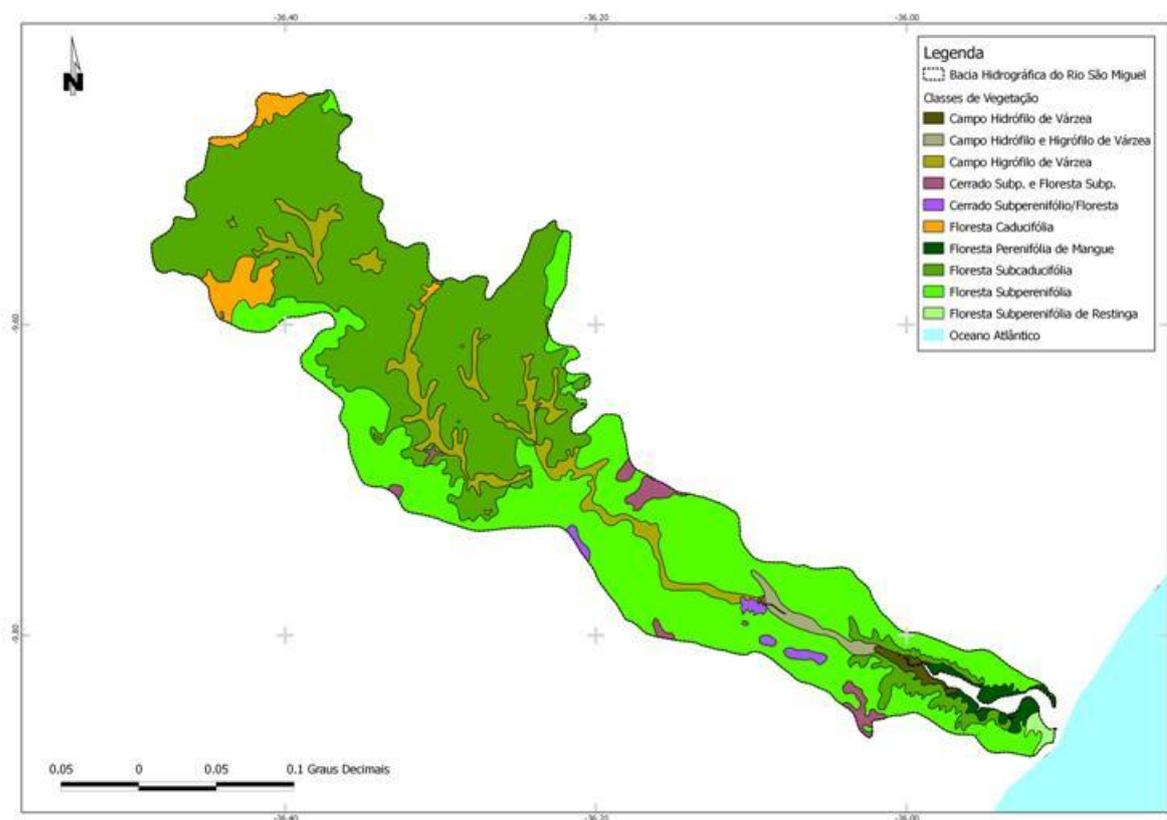


Fonte: DHM/SEMARH, 1979-1991.

1.4. Vegetação

Em decorrência do comportamento climático, a vegetação da área de pesquisa se condiciona às flutuações que os elementos do clima apresentam, principalmente a precipitação. No trabalho de Assis (1998) que também possui como base a classificação fisionômico-ecológica adotada pelo projeto RADAMBRASIL (1979) e oficialmente utilizada por órgãos governamentais, as classes de vegetação original (figura 06) da área estão divididas em Floresta Caducifólia, Floresta Subcaducifólia, Floresta Subperenifólia, Floresta Perenifólia de Mangue, Floresta Subperenifólia de Restinga, Cerrado (subperenifólia e Floresta) e Formações Pioneiras (Campo Hidrófilo e Higrófilo de Várzea). Devido ao comportamento climático observado na área de estudo, a vegetação apresenta-se uniforme, com pouca variação em sua fisionomia e porte.

Figura 06. Classes de vegetação na bacia do rio São Miguel.



Fonte: IBGE, 1983 (adaptado por ANDRADE e SOUZA, 2012).

Na cota de 600 metros, que corresponde ao alto curso do rio São Miguel, a vegetação correspondente é a Floresta Caducifólia que se caracteriza por uma estação biologicamente seca situada entre 120 e 150 dias durante o ano e que na área está entre os meses de outubro e abril, mas com variações de intensidade de um ano a outro. Em um estrato geológico oriundo do cristalino, a vegetação possui baixa diversidade e os espécimes se caracterizam por tamanhos reduzidos, queda de folhas em 50% e com altura máxima de 20 metros (ASSIS, 1998).

No médio curso do rio, ao atingir a cota de 400 metros, ocorrem remanescentes de Floresta Subcaducifólia que se caracteriza por uma estação seca típica de 90 a 120 dias anual, que na área está compreendida entre os meses de outubro e março. Os espécimes atingem alturas de até 30 metros, com 20% a 50% de seus indivíduos arbóreos com perca de folhas durante a estação sem chuva. Neste trecho da bacia, as temperaturas são mais elevadas, o que garante alta precipitação e o desenvolvimento das espécies vegetais.

Esta tipologia de vegetação, conforme Menezes (2010) estende-se por uma faixa estreita ao oeste da Floresta Ombrófila, sobre as rochas do embasamento cristalino e formas colinosas e de depressões periféricas do relevo. A Floresta Estacional Semidecidual também recobre os sedimentos do Grupo Barreiras representado pela morfoescultura dos planaltos sedimentares (tabuleiros costeiros).

Ainda no médio curso, já na cota de 250 metros, encontra-se um enclave de vegetação de cerrado subperenifólio e de floresta no entre os municípios de Boca da Mata e São Miguel dos Campos que se desenvolve devido a presença do solo podzólico vermelho-amarelo em ambos os municípios e do espesso pacote sedimentar que aflora na área. Tem espécies lenhosas de porte baixo (entre 5 e 8 metros) e herbáceas com altura máxima de um metro.

Já no baixo curso, a partir da cota dos 100 metros na região de foz, tem-se a ocorrência de Formações Pioneiras, onde o destaque se dá pela presença de Floresta Perenifólia de Mangue, extremamente homogêneos e que formam bosques que chegam a atingir os 25 metros de altura e que perfaz uma área de 584,42 hectares. A espécie observada frequentemente é a *Rhizophora mangle*; já as da família *Avicennia schaueriana* e *Avicennia germinans* são pouco frequentes. Esta formação margeia toda a laguna do Roteiro que também é ladeada pelas encostas dos planaltos sedimentares e possui uma série de ilhotas repletas de vegetação, canais e meandros.

Mas neste trecho a vegetação, principalmente os manguezais da laguna, sofre grande ação antrópica, aonde aglomerados urbanos, como a cidade de Barra de São Miguel, veio a se desenvolver nos terrenos da planície fluvio-lagunar-marinha. A maior das ilhotas da laguna, a denominada “ilha três corações” teve a sua vegetação de manguezal retirada para o plantio de coco-da-baía.

Em outros trechos, os manguezais perdem espaço e vão se misturando a uma vegetação ciliar quando não são ocupados pelos canais que circundam os tabuleiros sedimentares, mas em igual proporção, os ambientes urbanizados também reduzem o alcance da vegetação.

Ainda são encontradas formações vegetais do tipo pseudomórficas praianas herbáceas e rasteiras na pequena planície litorânea, que formam uma estreita Floresta Subperenifólia de Restinga. Na costeira arenosa, a estreita restinga, na margem esquerda, já na cidade de

Roteiro, os coqueirais antropizaram a vegetação nativa e se espalham até o limite dos manguezais.

Andrade (2010) assevera que a destruição da floresta outrora existente na área de estudo foi feita por etapas. “Primeiramente, os colonizadores nos séculos XVI, XVII e XVIII, destruíram as matas da várzea contíguas aos pastos que alimentavam seus rebanhos” (IDEM, p. 58). O surto canavieiro no fim do século XVIII e início do século XIX veio a extenuar as matas de várzeas e a das encostas dos tabuleiros e interflúvios.

A ocupação urbana também foi outro fator que condicionou a perda da vegetação original, onde o crescimento de algumas cidades ao longo da bacia foi acompanhado pela expansão da atividade açucareira também foi determinante na retirada da vegetação original. A exploração econômica mineral também deve ser considerado como um potencial risco à vegetação que ainda resta na bacia do rio São Miguel.

1.5. Solos

Em pesquisas documentais feitas, não foi encontrado nenhum mapeamento de solos que abrangesse toda a área da bacia, portanto, neste trabalho, a classificação a ser adotada seguirá a nomenclatura adotada pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA/CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS, 2006) que fornece características mais específicas sobre a pedologia local.

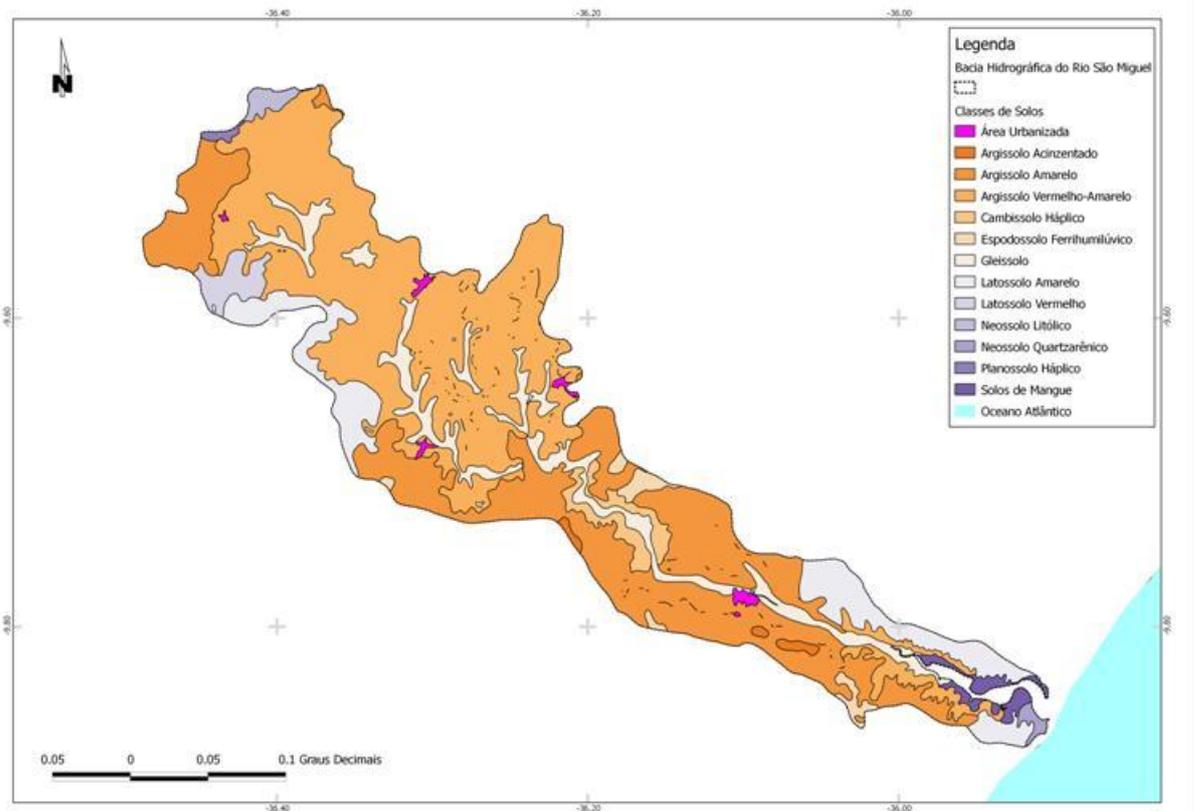
Assim, as classes apresentadas (figura 07) são, na realidade, o tipo de solo que predomina na bacia, sendo que os mesmos podem também representar associações com outros tipos diferentes de solos em variadas proporções.

Nesta classificação adotada pela EMBRAPA (2006) há a porcentagens de cada classe de solo. Assim tem as seguintes classes de solos da área:

- Argissolo Acinzentado;
- Argissolo Amarelo;
- Argissolo Vermelho-Amarelo;
- Cambissolo Háplico;
- Espodossolos Ferrihumilúvico;
- Gleissolo;
- Latossolo Amarelo;

- Latossolo Vermelho;
- Neossolo Litólico;
- Neossolo Quartzarênico
- Planossolo Háptico
- Solo de Manguê.

Figura 07. Classes de solos na bacia do rio São Miguel.



Fonte: IBGE, 1983 (adaptado por ANDRADE e SOUZA, 2012).

No alto e início do médio curso da bacia do rio São Miguel, predomina o solo Argissolo Acinzentado e Argissolo Amarelo com equivalente eutrófico. Conforme Guerra e Botelho (2009) são solos encontrados em clima seco, com ampla intensidade de erosão. De um modo geral, apresentam um horizonte B textural (Bt), caracterizado pelo acúmulo de argilas por iluviação, translocação lateral interna ou formação no próprio horizonte.

Entre os horizontes A e B, há uma diferença significativa no teor de argila (GUERRA E BOTELHO, 2009), passando de um horizonte superficial mais arenoso para um horizonte subsuperficial mais argiloso. São bem a imperfeitamente drenados, pouco profundo a

profundos, com uma coloração característica avermelhada a alaranjada e também foi desenvolvido em condições de clima tropical quente, com chuvas bem distribuídas durante todo o ano.

Ainda no alto curso, nos municípios de Mar Vermelho e Belém, encontra-se os Planossolos háplicos, solo típico da região Nordeste (IDEM, 2009). Apresenta como características marcantes a drenagem deficiente, um horizonte Bt argiloso, de densidade aparente elevada e semipermeável. A ocorrência deste tipo de solo está ligado a uma topografia quase plana, o que favorece o acúmulo de água durante parte do ano que o define como um ambiente redutor.

O horizonte B do planossolo háplico repousa sob um horizonte A ou E alábico, extremamente lavado e arenoso. Este solo tem uma alta suscetibilidade à erosão devido aos contrastes texturais e estruturais. Os Neossolos Litólicos são também encontrados neste trecho da bacia. São solos pouco profundos e bastantes grosseiros devido à presença de fragmentos rochosos de variadas dimensões. Tem alto teor de silte, baixa permeabilidade e horizonte B pouco profundo.

Ainda no mesmo trecho, fragmentos de Cambissolo háplico que se caracterizam por horizonte B incipiente (Bi) e a existência de muitos minerais primários de grande intemperização. A textura, conforme Guerra e Botelho (2009) varia de franco-arenosa a muito argilosa, com teor de silte, em geral, elevado. Pode ser eutrófico ou distrófico. Este tipo de solo apresenta um grau variável de susceptibilidade de erosão dependendo da profundidade. No Espodossolos Ferrihumilúvico (EMBRAPA, 2006) a textura é predominantemente arenosa no horizonte B. Sua drenagem é muito variável, havendo grande relação entre profundidade, grau de desenvolvimento, endurecimento ou cimentação do B e a drenagem do solo. São pobres em fertilidade e fortemente ácidos

No baixo curso, nos tabuleiros que confinam a laguna do Roteiro, predominam os Latossolo Amarelo distrófico e o Latossolo Vermelho que, conforme EMBRAPA (IDEM) são solos que compreendem material mineral com horizonte B latossólico, imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte diagnóstico superficial. Possui argilas de baixa qualidade, uma boa agregação, pouca ou nenhuma acumulação de argila iluvial.

São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como sendo o resultado de enérgicas transformações em seu material constitutivo. Assim, são solos

profundos, ácidos a fortemente ácidos. São bastante porosos e permeáveis e de textura variada que vai de média a muito argilosa, e com predomínio de argilo-minerais (caulinítico-gibbsíticos) (IDEM, 2009). Possui rochas sedimentares pliocênicas do Grupo Barreiras e paleozoicas da Formação Tacaratú.

No médio e parte do baixo curso do rio São Miguel, ocorre os solos do tipo gleissolo em nas áreas de várzeas e áreas deprimidas do curso fluvial. São solos hidromórficos, mal drenados, pouco profundos, com ou sem mosqueado, que podem surgir distróficos ou eutróficos, dependendo da natureza do material sob o qual se desenvolvem. No estudo em questão, o transporte de material feito nos planaltos sedimentares (tabuleiros costeiros) e que são depositados pelos cursos fluviais ao longo das várzeas e na planície flúvio-marinha da bacia, caracterizam a predominância do gleissolo eutrófico, de alta fertilidade. Não apresenta grande suscetibilidade a erosão (GUERRA E BOTELHO, 2009).

Ainda no baixo curso, é visível a ocorrência de solo associados a Areias Quartzosas (AQ) que também são denominados de Neossolos Quartzarêncios. São solos, conforme Guerra e Botelho (2009) areno-quartzosos, bastante arenosos, profundos, com estrutura em grãos simples, caráter distrófico e acidez elevada predominante. Apresenta seqüência de horizontes A-C, caracterizando-se pela ausência de minerais primários facilmente intemperizáveis.

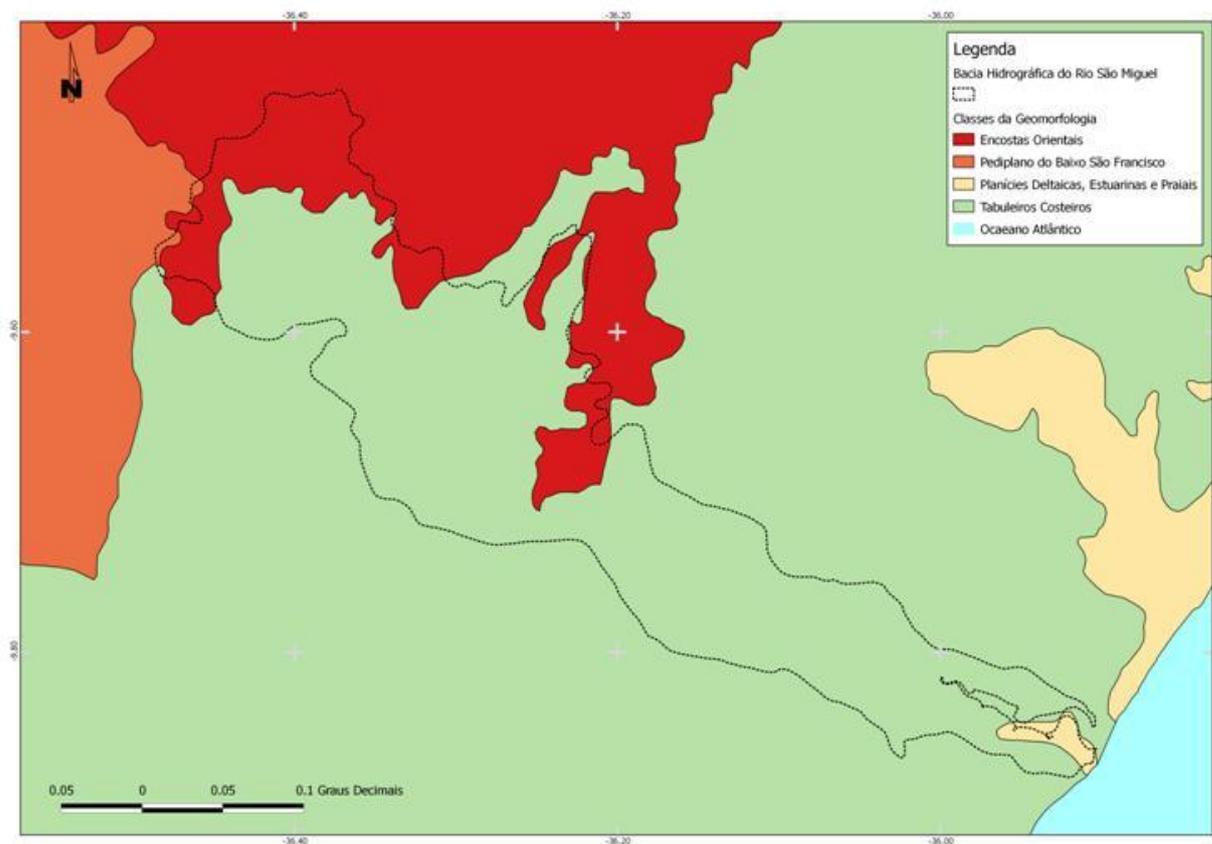
Como este tipo de solo está associado as variações do lençol freático, podem ser enquadrados em Areias Quartzosas Hidromórficas, situados às margens dos canais fluviais e Areias Quartzosas Marinhas com horizonte A incipiente e são encontradas em sob a vegetação de formação pioneira, pseudomórficas e também de restinga. É um solo vulnerável a erosão eólica, devido ao elevado grau de desagregamento apresentado.

Principalmente na nos municípios de Roteiro e Barra de São Miguel são recorrentes os solos de mangue, também denominado de organossolo, que se caracterizam pelo alto teor de matéria orgânica presente nos horizontes hísticos (horizontes de solo com um percentual de matéria orgânica superior ao que é encontrado, > 8%) (EMBRAPA, 2006) com muito tecido vegetal, restos de folhas, raízes finas, cascas de árvores. São altamente saturados por água durante a maior parte do ano com uma espessura em torno de 20 cm. Os organossolos tiomórficos são característicos da área estuda, pois apresentam um horizonte sulfrídico ou materiais sulfrídicos.

I.6. Características Geomorfológicas

A área de estudo, segundo Lima (1977), encontra-se limitada entre uma base escarpada cristalina, atravessando partes de depressão periférica e inserindo-se nos baixos planaltos sedimentares dos tabuleiros costeiros e finalizando na planície sedimentar litorânea (figura 08).

Figura 08: Classes geomorfológicas da bacia do rio São Miguel.



Fonte: IBGE, 1983 (adaptado por ANDRADE e SOUZA, 2012).

A base da escarpa cristalina é componente das Encostas Orientais do Planalto da Borborema, onde também se observa na região, alguns maciços de tamanho e extensão diversos que assumem um aspecto de superfícies mamelonares ou pães-de-açúcar, devido ao intenso intemperismo físico verificado no local.

Conforme a classificação de Ross (2005) a área da bacia hidrográfica do rio São Miguel está inserida na unidade dos planaltos em núcleos cristalinos arqueados e na unidade das planícies e tabuleiros litorâneos.

A primeira unidade é representada pelas Encostas Orientais do Planalto da Borborema, na parte oriental do Nordeste. São arqueamentos cristalinos antigos e com posições isoladas, assemelham-se a estruturas dômicas e que estão intensamente erodidas. Apresentam formas convexas onde algumas podem ultrapassar os 800 metros de altitude, mas à montante da bacia, excedem os 500 metros.

No médio curso, o relevo tabuliforme é predominante. Possuem topos extensos, formando uma superfície aplainada com declividades que variam de 0° a 3°. Mostram-se também vales de fundos chatos e amplos, encaixados na superfície aplainada cujos topos são ocupados por cana-de-açúcar.

Já a unidade das planícies e tabuleiros litorâneos corresponde às áreas que geneticamente, são planas e são geradas por deposição de sedimentos recentes de origem marinha, lacustre ou fluvial. Vertentes com uma geométrica côncavo-linear são encontradas em trechos no baixo curso, principalmente na área da foz mista (ria e estuário) que recolhe a precipitação em toda a bacia e nesta, o trabalho de erosão é acentuado pela dissecação intensa que o sistema flúvio-lagunar provoca no sopé da vertente.

Bigarella *et al* (2003) reforça que nas vertentes “atuam diferentes grupos distintos de processos que englobam desde os movimentos de massa até aqueles similares aos fluviais” (p. 974). Estes processos morfológicos são os responsáveis pela dinâmica que se observa e pelo relacionamento funcional de todas as partes da encosta.

1.6.1. Compartimentação Geomorfológica Regional da Bacia do Rio São Miguel

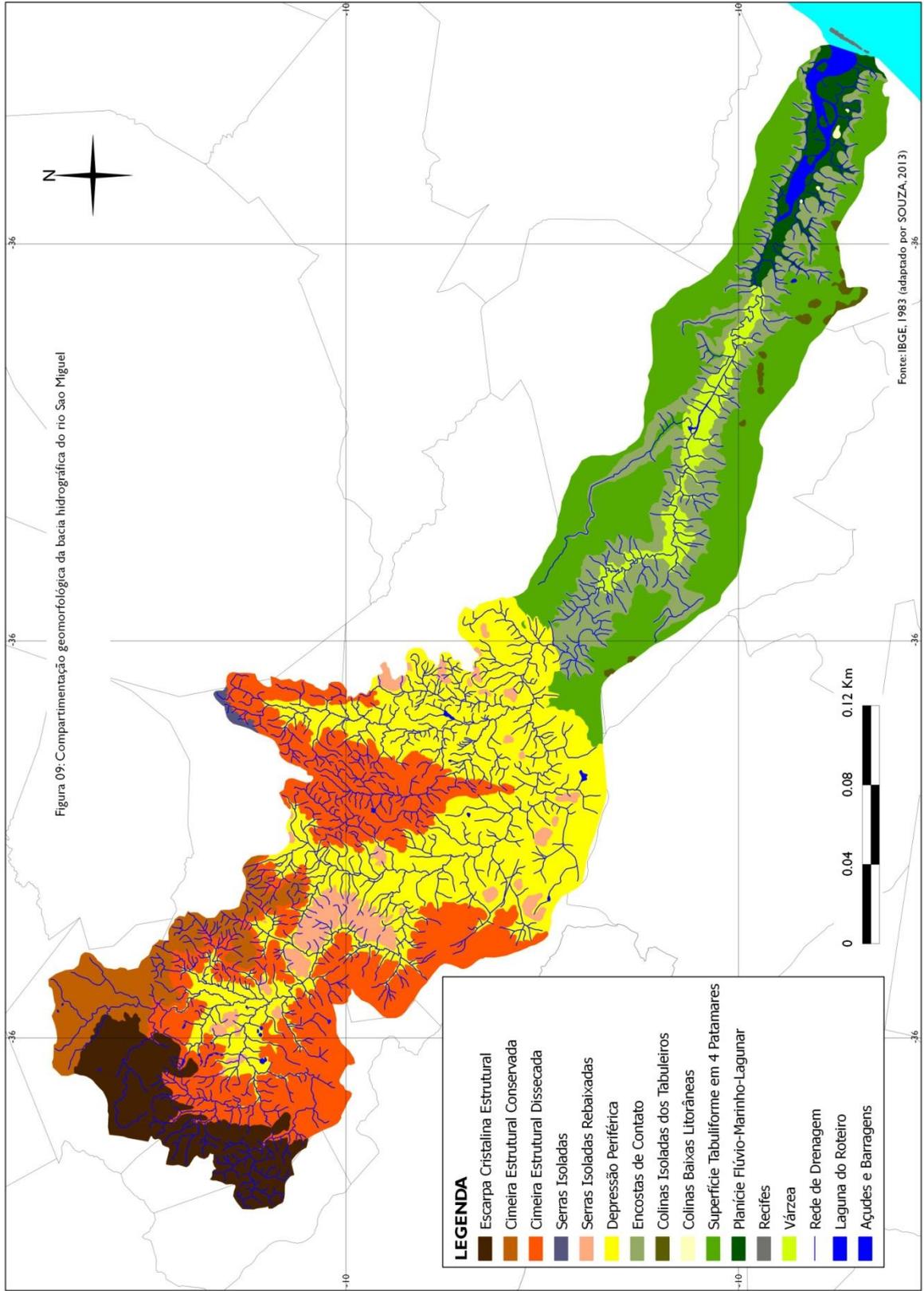
A bacia hidrográfica do rio São Miguel forma um sistema de drenagem que conecta e disseca três compartimentos morfoestruturais regionais: a porção oriental das Encostas do Planalto da Borborema, Tabuleiros Costeiros e parte da Planície Sedimentar Flúvio-Marinha-Lagunar. (Quadro 02 e Figura 09)

Quadro 02: Compartimentação geomorfológica da Bacia do Rio São Miguel

		Unidades Morfoestruturais	Famílias de formas	Padrões de relevo	
				Domínio interfluvial	Domínio fluvial
Morfoestrutura	Encostas Orientais do Planalto da Borborema	Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas	Cimeira estrutural dissecada	Colinas com amplitude média entre 30 e 50m e dissecação diferencial	Planície aluvial, Terraços fluviais, Canais não-confinados.
			Cimeira estrutural conservada	Colinas com amplitude média a partir de 25m	Canais não-confinados, Planície aluvial, Terraços fluviais.
			Escarpa cristalina estrutural	Formações serranas com amplitude entre 30 e 50m e dissecação diferencial	Canais semi-confinados, Planície aluvial estreita, Terraços fluviais.
			Serras isoladas	Formações serranas semelhantes a domos com amplitude entre 100 e 300 metros e de alta dissecação	Planície aluvial estreita, Terraços fluviais, Canais não-confinados.
	Tabuleiros Costeiros	Depressão Periférica	Depressão do Médio São Miguel	Superfície aplainada com amplitude média entre 40 e 29 metros e de alta dissecação.	Canais não-confinados, Drenagem profunda, Planície aluvial ampla.
			Serras Isoladas Rebaixadas	Serras com amplitude média entre 26 a 45m e dissecação diferencial	Drenagem profunda, Planície aluvial estreita
		Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros	Superfície tabuliforme em 4 patamares	Glacis sedimentar com amplitude média entre 80 a 120m e de alta dissecação	Canais não-confinados, Drenagem profunda, Planície aluvial ampla
			Colinas Isoladas dos Tabuleiros	Colinas com amplitude média entre 20 a 30m e dissecação alta	Canais não-confinados, Drenagem profunda Planície aluvial ampla
			Colinas baixas litorâneas	Colinas com amplitude média entre 10 a 20m e dissecação alta	Canais não-confinados, Drenagem profunda Planície aluvial ampla
			Encosta de contato	Feição de vertente com amplitude média entre 50 e 20 metros e de alta dissecação	-----

	Planície Costeira	Planície Costeira de Alagoas	Planícies Flúvio-Marinho-Lagunar	Ondulações suaves com média amplitude em dois planos: 8 a 10m e 3 a 5m, Laguna, Apicuns, Praias	Planície aluvial amplas, Canais de Maré
--	--------------------------	-------------------------------------	---	---	---

Fonte: Organizado por Souza (2012)



Localmente, pode se evidenciar as seguintes unidades morfoestruturais e as suas famílias de formas:

Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas

Encontrada na porção oriental do Planalto da Borborema, no alto curso do rio São Miguel, este compartimento se caracteriza por apresentar altitudes superiores a 500 metros, estruturados sob os gnaisses do escudo brasileiro e que passam a jusante, para o biotita granodioritos e biotita granitos do Batólito Pernambuco-Alagoas. São também identificáveis, subunidades constituídas com base no nível de exumação vertical na paisagem. A figura 10 abaixo mostra o perfil topográfico da subunidade morfoestrutural.

Figura 10. Perfil topográfico da cimeira estrutural Pernambuco-Alagoas, entre os municípios de Tanque d'Árca e Mar Vermelho.



Fonte: Google Earth, 2012 (adaptado pelo autor).

Como observado na figura anterior, a transição entre a unidade morfoestrutural da cimeira para a outra unidade – o baixo planalto sedimentar dos tabuleiros - se dá por uma ruptura evidenciada por uma escarpa em bloco falhado cristalino que dá origem a um *horst* escalonado que é responsável pela existência de escarpas neste trecho da bacia, as denominadas serra de Tanque d'Árca com 588 metros (figura 11), serra Pedra Branca (627 metros), serra Lama (567 metros) (figura 12), serra da Banana (538 metros) e serra do Lunga (396 metros), intensamente erodidas por fatores externos.

A parte sul das Encostas Orientais do Planalto da Borborema, precisamente entre os municípios de Belém, Mar Vermelho e Tanque d'Árca estabelece contato com outra morfoestrutura, o Pediplano do Baixo São Francisco, que na área é exemplificado pela existência de formas residuais de relevo - como os inselbergs - altamente dissecadas e também superfícies aplainadas pelo intemperismo físico.

Ainda nesta unidade morfoestrutural componente da bacia hidrográfica do rio São Miguel, são encontradas “famílias de formas” que obedecem ao tipo de dinâmica morfológica da área, ou seja, fatores internos de modelamento como o tectonismo quebrantável, e que, ao final, determina a morfoescultura local. Portanto, o relevo resultante obedece à ablação, ou seja, desgaste pela retirada de detritos sólidos ou dissolução das rochas pré-cambrianas características desta porção da bacia.

Figura 11. Escarpa em bloco falhado, serra de Tanque d’Árca.



Fonte: RESENDE, 2011.

Figura 12. Escarpa em bloco falhado, serra da Lama.



Fonte: RESENDE, 2011.

Cimeira Estrutural Dissecada

O padrão de relevo são colinas médias convexizadas e aguçadas com amplitude variando entre 200 e 400 metros em relação ao nível de base adjacentes resultantes da dissecação diferencial. Apresenta ainda, canais confinados e trechos de canais semi-confinados com planícies aluviais estreitas e níveis evidentes de terraços fluviais. A figura 13 abaixo mostra o perfil topográfico desta subunidade morfoestrutural e a figura 14 evidencia a forma do modelado.

Figura 13. Perfil topográfico da cimeira estrutural dissecada entre os municípios de Tanque d’Árca, Maribondo e Boca da Mata.



Fonte: Google Earth, 2012 (adaptado pelo autor).

Figura 14. Cimeira estrutural dissecada.



Fonte: SOUZA, J.C.O , 2012.

Cimeira Estrutural Conservada

Caracteriza-se por um padrão de relevo com colinas baixas convexas, amplas e de dissecção diferencial sendo cortada por estreitos vales. É recorrente uma amplitude hipsométrica variável a partir dos 200 metros. Sob os vales que cortam esta subunidade, desenvolve-se uma drenagem com canais não-confinados com trechos semi-confinados com planícies aluviais já em terraços fluviais. A figura 15 abaixo mostra o perfil topográfico da subunidade morfoestrutural.

Figura 15. Perfil topográfico da cimeira estrutural conservada entre os municípios de Maribondo e Boca da Mata.



Fonte: Google Earth, 2012 (adaptado pelo autor).

A figura 16 a seguir evidencia a forma do modelado.

Figura 16. Cimeira estrutural conservada no município de Maribondo.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2012.

Escarpa Cristalina Estrutural

Constituem frentes recuadas muito dissecadas que ocorrem ao lado da falha principal da Bacia Sedimentar Alagoana, um pouco mais a oeste desta. As altitudes variam entre 250m e 350m e compreendem os mais altos níveis altimétricos do setor centro-norte oriental de Alagoas, apresentando modelado em mares de morros (figuras 17 e 18).

Figura 17. Escarpa cristalina estrutural, serra da Boa Vista, Maribondo.



Fonte: CAVALCANTI, 2011.

Figura 18. Escarpa cristalina estrutural, povoado Mata Verde, Maribondo.



Fonte: CAVALCANTI, 2011.

A figura 19 que segue, mostra o perfil topográfico da subunidade morfoestrutural.

Figura 19. Perfil topográfico da escarpa cristalina estrutural entre os municípios Belém e Anadia.



Fonte: Google Earth, 2012 (adaptado pelo autor).

As morfologias destacam-se pela ocorrência de colinas médias convexizadas e aguçadas com amplitude variando entre 30 e 50 metros e dissecação diferencial. Este trecho também é marcado pela ocorrência de canais semi-confinados com planícies aluviais organizadas em, no máximo, dois terraços fluviais.

Serras Isoladas

Estas formações são na verdade, continuações das escarpas cristalinas estruturais mas devido ao intenso ataque erosivo que as mesmas sofreram, apresentam altitudes variadas, entre 100 a 300 metros (figura 20). Lima (1977) menciona que o levante de um bloco cristalino e o seu conseqüente desgaste e dissecamento pela ação pluvial e fluvial ao longo das eras, deu origem a este tipo de morfoescultura.

Figura 20. Serra de Santa Rita, Boca da Mata.

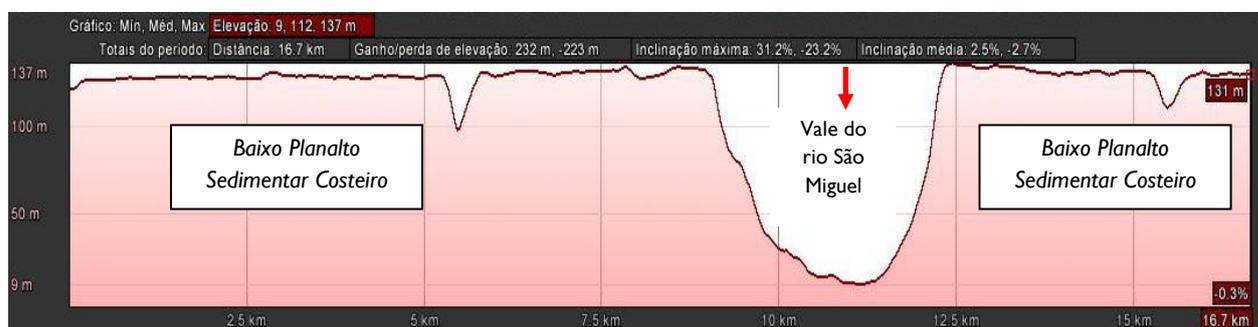


Fonte: SOUZA, J.C.O, 2012.

Baixo Planalto Sedimentar Costeiro

Esta morfoestrutura surge a partir do médio curso do rio São Miguel, mas precisamente na porção NE-SO da bacia hidrográfica (figura 21) Esta unidade é marcada por extensos *glacis* sedimentares com fraco declive e com formas de relevo esculpidas tanto nos sedimentos terciários da Formação Barreiras com uma espessura de até 126 metros, quanto em sedimentos mesozóicos da bacia sedimentar Sergipe-Alagoas (LIMA, 1977).

Figura 21. Perfil topográfico do baixo planalto sedimentar costeiro no município de São Miguel dos Campos.



Fonte: Google Earth, 2012 (adaptado pelo autor)

Apresenta em toda a sua área, relevo tabuliforme com topos extensos, formando uma superfície aplainada, com declividades de 0° a 3°, como mostra a figura 22.

Figura 22: Baixo Planalto Sedimentar, município de São Miguel dos Campos.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2012

Na área ainda ocorrem afloramentos da Formação Coqueiro Seco do Cretáceo na qual há o predomínio de calcários coquinóides, arenitos e arcósios com intercalações de folhelhos no vale do rio São Miguel, na cidade homônima, sendo essa formação sobreposta pela Formação Barreiras (figura 23). A altimetria varia de 100 a 150 metros.

Figura 23. Baixo Planalto Sedimentar, município de São Miguel dos Campos, acostamento da rodovia BR 101, onde se nota o afloramento da Formação Coqueiro Seco.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2012

Os Baixos Planaltos Sedimentares ou Tabuleiros Costeiros é uma unidade morfoestrutural terciária que é caracterizada pelas seguintes famílias de formas:

Superfície Tabuliforme em 4 Patamares

A formação encontra-se dissecada pela ação fluvial e apresenta amplos vales de fundo chato, encaixados na superfície aplainada e cujos topos são ocupados pela cana-de-açúcar. Neste trecho, o rio São Miguel apresenta-se raso e entulhado por aluviões (figura 24). As planícies aluviais são extensas e apresentam níveis evidentes de terraços fluviais.

Na percepção de Lima (1990, p. 64) os terrenos dos tabuleiros “representam uma “planície aluvial de pedimento” ou um “*glacis*” sedimentar, formado por ondas sucessivas, aluviais, enxurradas lamacentas, superpostas e lateralmente interligadas”.

Figura 24: 4º Patamar Tabuliforme, município de São Miguel dos Campos.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2012

Lima (1977) também aponta que a profusão de afluentes que dissecam o baixo planalto sedimentar o esculpe em um conjunto de colinas de pouca declividade e com baixa ondulação, pois a precipitação e a proximidade com o embasamento cristalino facilitam a sua morfoesculturação. No médio curso da bacia, na cidade de São Miguel dos Campos e também no baixo curso nos municípios de Roteiro e Barra de São Miguel tal unidade torna-se mais evidente.

Depressão Periférica do Médio São Miguel

Esta unidade é limitada pela escarpa oriental cristalina estrutural e o baixo planalto sedimentar costeiro (figura 25). Há muito esteve preenchida pelos sedimentos da Formação Barreiras, mas mostra-se esvaziada pelo trabalho erosivo de rios subsequentes menores, afluentes de conseqüentes maiores.

Figura 25. Perfil transversal que mostra a depressão periférica entre os municípios de Tanque d'Árca e Maribondo



Fonte: Google Earth, 2012 (adaptado pelo autor).

Esta depressão formou-se na periferia de um maciço de rochas cristalinas, separando deles os sedimentos da Formação Barreiras, que restaram como tabuleiros costeiros ou baixos planaltos sedimentares. A área apresenta relevo convexo com pequenas serras isoladas ou em conjunto com altimetria variando entre 180 a 250 metros (figura 26). Os vales que se abrem apresentam leito fluvial rochoso.

Figura 26. No 1º plano, a Serra da Nasceia e, no 2º plano, depressão periférica, município de Boca da Mata.



Fonte: CAVALCANTI, 2011.

Serras Isoladas Rebaixadas

Esta morfoestrutura apresenta uma dissecação homogênea com morros de formato mamelonar com um aprofundamento de drenagem de 26 a 45 metros. Penteado (1983) infere que umas das teorias para a formação deste modelado diz que são paleoformas de climas secos, sendo antigos inselbergues (figura 27).

As formas são conservadas devido à estrutura dos batólitos e dos gnaisses e também pela forte declividade que mantém as encostas conservadas da erosão (PENTEADO, 1983). Mas é evidente que neste trecho da bacia, o modelo de mar de morros sofre desnudamento e decomposição pelo intemperismo químico. Formas colinosas se destacam em todo esse trecho.

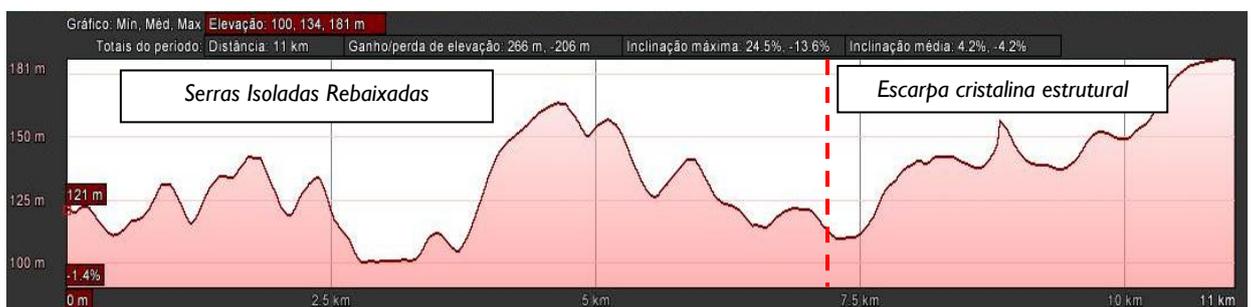
Figura 27. Formações Colinosas (no 2° plano), município de Boca da Mata (1° plano).



Fonte: CAVALCANTI, 2011.

Ainda se confirmam restos de uma superfície de aplainamento ao sul e relevo em forma de colinas de topos convexos, com vertentes inclinadas que variam de 6° a 12° ao norte, como se observa no município de Anadia. O perfil transversal abaixo (figura 28) mostra os níveis altimétricos que a morfoestrutura do mar de morros alcança, onde se observa variações entre 125 e 160 metros.

Figura 28. Perfil transversal do modelado de formações colinosas no município de Anadia.



Fonte: Google Earth, 2012 (adaptado pelo autor).

As planícies aluviais são extensas com terraços fluviais nas formações colinosas. As serras isoladas rebaixadas possuem duas características geomorfológicas distintas na bacia:

Formas Amplas

Conjunto de formas colinosas convexas com topo pouco alongados com dissecação diferencial. A erosão fluvial e pluvial é intensa. Ocorrem intrusões magmáticas orientadas nos gnaisses e, a amplitude varia entre 150 e 250m. As planícies aluviais são estreitas com terraços fluviais (figura 29). A figura 30 exemplifica este modelado.

Figura 29. Perfil transversal de formações colinosas amplas no município de Maribondo.



Fonte: Google Earth, 2012 (adaptado pelo autor).

Figura 30. Formações Colinosas amplas, município de Maribondo.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2012.

Formas Estreitas

Apresentam conjunto de formas colinosas convexas suaves com topo estreito com variação para feições tabulares com ocorrência no município de Boca da Mata, na qual nota-se uma ampla dissecação fluvial (figura 31).

Figura 31. Perfil transversal formações colinosas estreitas no município de Boca da Mata.



Fonte: Google Earth, 2012 (adaptado pelo autor)

As planícies aluviais são estreitas com terraços fluviais, como é demonstrado na figura 32 que segue.

Figura 32. Formações colinosas estreitas, município de Boca da Mata.

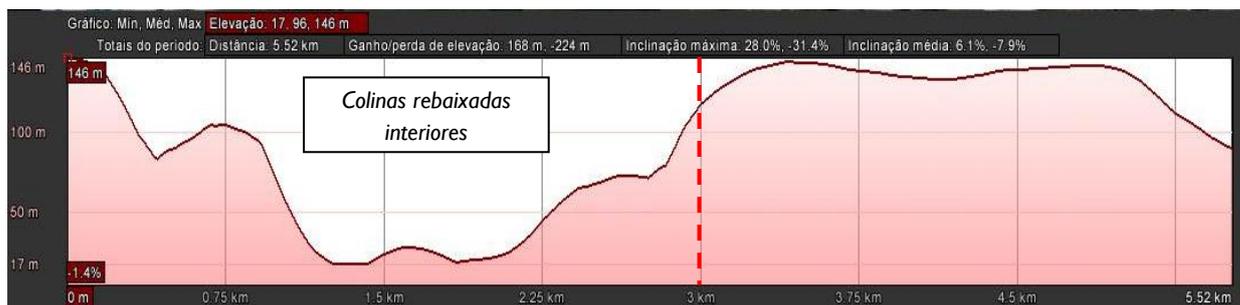


Fonte: SOUZA, J.C.O, 2012.

Colinas Rebaixadas Interiores

Colinas suavemente onduladas, com altitude variando de 20 a 30 metros, nas quais se insinuam rasas bacias de captação do escoamento superficial pluvial. Ocorrem sobre as rochas sedimentares cretáceas da Formação Coqueiro Seco que se estendem até alcançar o estuário lagunar. São muito ravinadas e recortadas por canais fluviais não confinados com extensas planícies aluviais (figura 33).

Figura 33. Perfil transversal de colinas rebaixadas interiores entre os municípios de Boca da Mata e São Miguel dos Campos.



Fonte: Google Earth, 2012 (adaptado pelo autor)

A figura 34 a seguir, exemplifica o modelado.

Figura 34. Colinas rebaixadas interiores.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2012.

Colinas Baixas Litorâneas

Ocorrem no contato com a planície sedimentar flúvio-lagunar, trata-se de colinas estreitas e baixas, suavemente aplainadas e inclinadas em direção ao oceano onde passam a ser atacadas pela ação marinha, formando falésias areno-argilosas na planície lagunar. A drenagem apresenta um aprofundamento de 6 a 18 metros com canais fluviais não confinados acompanhados por extensas planícies aluviais (figura 35). A figura 36 mostra tal modelado.

Figura 35. Perfil transversal de colinas rebaixadas litorâneas entre os municípios de São Miguel dos Campos e Roteiro.



Fonte: Google Earth, 2012 (adaptado pelo autor)

Figura 36. Colinas baixas litorâneas.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013.

Planície Costeira Alagoana

Trata-se de um compartimento rebaixado que se constitui de sedimentos marinhos, fluviais e lagunares, mas também definindo costas altas em forma de vale afogado de larga embocadura (LIMA, 1977). O perfil transversal (figura 37) mostra o trabalho de dissecação que é feito pela ação flúvio-marinha no contato da planície sedimentar com o tabuleiro costeiro.

Esta unidade morfoestrutural, componente da costa nordeste brasileira, é constituída, conforme Villwock *et al* (2005), de sedimentos terciários da Formação Barreiras que, ao

serem parcialmente retrabalhados no pleistoceno e no holoceno, deram forma aos Tabuleiros Costeiros.

Figura 37. Perfil transversal da planície sedimentar flúvio-marinho-lagunar no município de Roteiro.



Fonte: Google Earth, 2012 (adaptado pelo autor).

A concepção anterior mencionada é reforçada por Ab'Sáber (2006) ao afirmar que a costa de Alagoas/Sergipe é marcada pela presença de lagoas e de lagunas de terra firme nos tabuleiros costeiros e a existência de rias encarceradas por restingas. É, portanto, uma variante da costa dos tabuleiros, que em outros trechos do litoral do nordeste, apresenta uma configuração diferenciada.

Este trecho da costa do nordeste, completa Villwock *et al* (IDEM) é marcado por falésias esculpidas nos sedimentos da Formação Barreiras e pelas franjas de recife de arenito de praia. A planície sedimentar flúvio-marinho-lagunar, ocorre a leste do Baixo Planalto Sedimentar (Tabuleiros Costeiros). Predominam terraços marinhos quaternários do tipo eustáticos (figura 38) que são deposições deltaicas flúvio-marinho-lagunares e também terraços de erosão marinha cortados nas encostas do tabuleiro e das colinas, que modelam falésias (figura 39). Nesta planície, destaca-se uma forma de família,

Figura 38. Terraços marinhos quaternários.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2012.

Figura 39. Falésia exumada pela erosão marinho-lagunar.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2012.

Planície Sedimentar Flúvio-Marinho-Lagunar

Os terraços apresentam dois níveis, sendo o mais antigo com altitude de 8 a 10 metros, do pleistoceno, e o mais recente com 3 a 5 metros, datado do holoceno (figura 40). Há também conjuntos de formas influenciadas pela variação das marés como as planícies alagáveis, laguna e apicuns que são entrecortados por canais de maré.

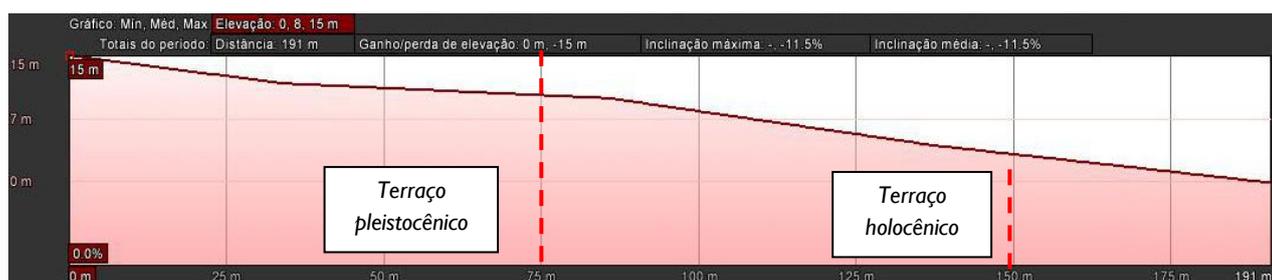
Figura 40. Terraço pleistocênico e holocênico.



Fonte: HIRAMA, 2011.

O perfil transversal abaixo (figura 41) exemplifica a variação hipsométrica que a planície sedimentar flúvio-marinho-lagunar apresenta, onde as cotas mais altas, também possuem depósitos tecnogênicos como aterros e outros. Já as cotas mais baixas são formadas por sedimentos ainda a serem trabalhados.

Figura 41. Perfil transversal que mostra a hipsometria do terraço no município de Roteiro.



Fonte: Google Earth, 2012 (adaptado pelo autor).

Mas outra importante feição que se destaca nesta unidade morfoestrutural é a laguna do Roteiro, que forma um complexo estuarino-lagunar (figura 42), o quarto em tamanho de Alagoas. Com um formato alongado no corpo central da laguna e um canal largo que se comunica com o oceano atlântico.

Figura 42. Laguna do Roteiro, em seu baixo curso.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2012

Como já citado, este ambiente geomorfológico transicional corresponde ao setor final do rio São Miguel, o exutório da bacia hidrográfica que sofre uma intensa influência da entrada de sedimentos terrígenos carregados e comaltados pelo rio e também pelos agentes marinhos que depositam sedimentos litorâneos em todo o médio e baixo estuário lagunar.

1.6.2. Morfodinâmica dos Compartimentos Regionais

A configuração dos padrões estruturais de relevo confere uma fragilidade natural para cada área relacionada às condições morfodinâmicas atuantes. O quadro 03 a seguir, sumariza os processos superficiais e os principais perigos associados a cada família de formas:

Quadro 03. Morfodinâmica associada aos compartimentos regionais.

Famílias de formas	Padrões de relevo		Morfodinâmica e Riscos Associados
	Domínio interfluvial	Domínio fluvial	
Cimeira estrutural dissecada	Colinas com amplitude média entre 30 e 50m e dissecção diferencial	Planície aluvial, Terraços fluviais, Canais confinados	Declives acentuados são comuns, viabilizando o perigo de movimentos de massa rápidos e de inundações, em função dos canais estreitos e confinados
Cimeira estrutural conservada	Colinas com amplitude média a partir de 25m	Canais não-confinados, Planície aluvial, Terraços fluviais	Perigo maior relacionado à inundações em virtude da baixa declividade das planícies
Escarpa cristalina estrutural	Colinas com amplitude entre 30 e 50m e dissecção diferencial	Canais semi-confinados, Planície aluvial estreita, Terraços fluviais	Declives acentuados são comuns, viabilizando o perigo de movimentos de massa rápidos e de inundações, em função dos canais estreitos
Serras Isoladas	Formações serranas com amplitudes entre 100 e 200m e dissecção diferencial	Canais semi-confinados, Planície aluvial estreita.	Declives acentuados são comuns, viabilizando o perigo de movimentos de massa rápidos e de inundações, em função dos canais estreitos
Depressão do Médio São Miguel	Ondulações suaves com média de amplitude entre 20 e 30m.	Canais não-confinados, Drenagem profunda Planície aluvial ampla	Processos erosivos lineares são comuns e geralmente associados à ação antrópica. O perigo de inundações também é comum
Formações Colinosas	Colinas com amplitude média entre 26 a 45m e dissecção diferencial	Planície aluvial estreitas, Terraços fluviais	Processos erosivos lineares são comuns e geralmente associados à ação antrópica. O perigo de inundações também é comum
	Superfícies com alta	Canais não-confinados,	Processos erosivos lineares são comuns e

Superfície Tabuliforme em 4 patamares	dissecação fluvial e diferencial, ondulações médias e amplitude entre 20 e 40m.	Drenagem profunda, Planície aluvial ampla	geralmente associados à ação antrópica. O perigo de inundação também é comum
Colinas isoladas dos tabuleiros	Colinas com amplitude média entre 20 a 30m e dissecação alta	Canais não-confinados, Drenagem profunda, Planície aluvial ampla	Processos erosivos lineares são comuns e geralmente associados à ação antrópica. O perigo de inundação também é comum
Colinas baixas litorâneas	Colinas com amplitude média entre 10 a 20m e dissecação alta	Canais não-confinados, Drenagem profunda Planície aluvial ampla	Processos erosivos lineares são comuns e geralmente associados à ação antrópica. O perigo de inundação também é comum
Planície flúvio-marinho-lagunar	Ondulações suaves com média amplitude em dois planos: 8 a 10m e 3 a 5m, Laguna, Apicuns, Praias	Planície aluvial amplas, Canais de Maré	Perigo maior relacionado à inundações

Fonte: SOUZA, J.C.O, 2012

1.7. Comportamento e Características Hidrográficas do rio São Miguel

O rio São Miguel nasce nas proximidades da sede do município de Mar Vermelho, a uma altitude de 542 metros, com uma extensão total de 90 km (figura 43). Os planaltos sedimentares que circundam a área da bacia servem também como um divisor de águas entre as bacias do rio Coruripe (Sul) e o rio Paraíba do Meio (Norte).

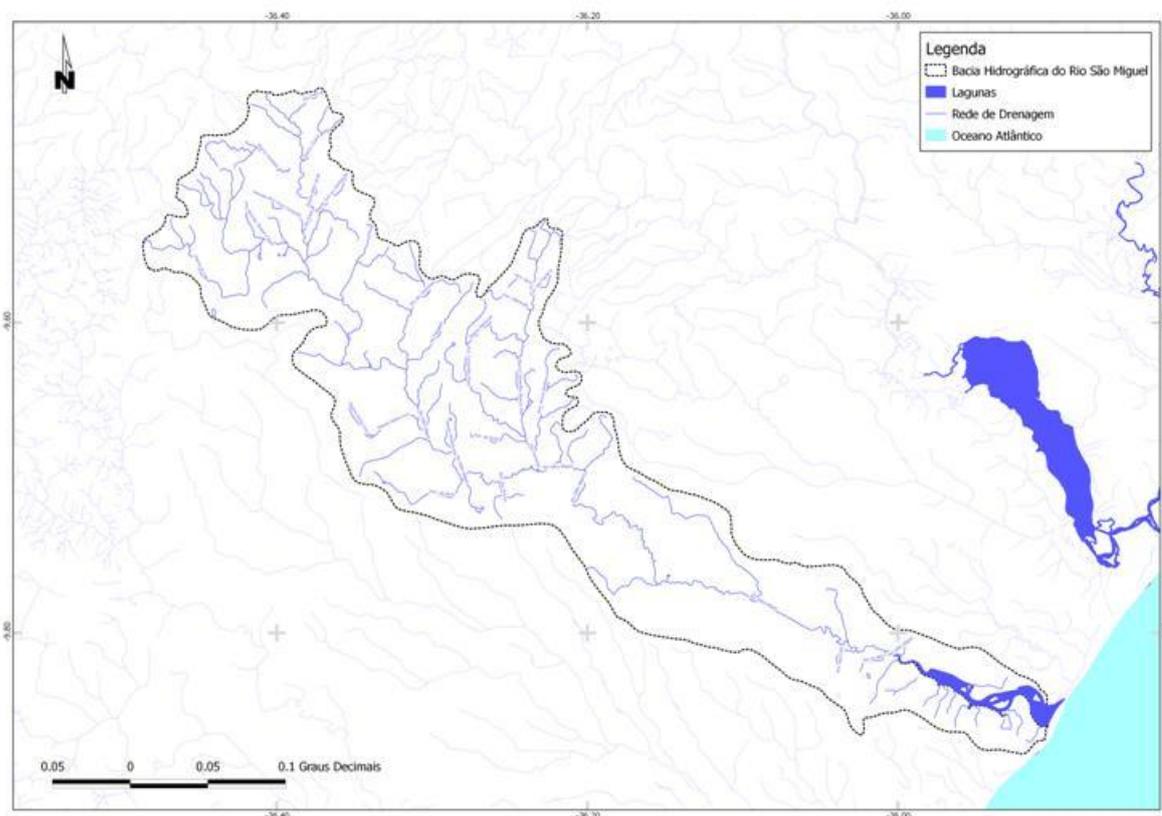
Para fins de planejamento ambiental feito pela Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Alagoas (SEMARH), a bacia hidrográfica integra a Região Hidrográfica de São Miguel, que também é composta pelas bacias dos rios Jequiá, Poxim, Tabuada e Niquim e tem uma área total de 2.222,5 km².

Não há em toda a bacia, qualquer tipo de controle estrutural evidente. O rio apresenta-se orientado no sentido Noroeste-Leste, dissecando morroesculturas sedimentares e cristalinas em todo o seu percurso. A drenagem fluvial vista em toda a bacia apresenta-se exorréica ao levar-se em consideração o escoamento fluvial.

A classificação genética proposta por Horton (1945) ao considerar os cursos d'água em relação à orientação das camadas geológicas enquadram a bacia em estudo no padrão de

rio conseqüente, pois se evidencia que a morfologia do terreno exerce um controle nas variadas direção que tomam a drenagem na bacia.

Figura 43. Rede de drenagem da bacia do rio São Miguel.



Fonte: IBGE, 1983 (adaptado por ANDRADE e SOUZA, 2012)

Com base na geometria assumida pelos canais em toda a bacia, a drenagem encontrada é do tipo dendrítica, típico de áreas onde a formação do substrato rochoso é homogêneo (CUNHA, 2011). No alto curso, nota-se que tal drenagem exuma um substrato de granito, mas ao aproximar-se do médio e baixo curso, as rochas sedimentares da Bacia Sergipe-Alagoas dão lugar neste processo de dissecação.

Para Riccomini *et al* (2010, p. 311) “ a morfologia dos canais é o principal atributo considerado na classificação dos rios, por permitir a interpretação de processos e estilos de sedimentação tanto em depósitos atuais quanto antigos”. A morfologia dos canais fluviais na bacia do rio São Miguel é controlada por alguns fatores que são próprios da mesma, os *autocíclicos* (RICCOMINI, 2010) como o volume, a velocidade do fluxo de água, a carga de sedimentos transportados, a largura, a profundidade e a declividade do canal, a rugosidade do leito e a cobertura vegetal.

Mas há elementos que podem condicionar os fatores autocíclicos e interferir não somente na bacia, mas igualmente a região onde ela está inserida, são vistos como fatores *alociclicos* (RICCOMINI, 2010) como as variáveis climáticas (pluviosidade e temperatura) e geológicas (ativação tectônica e flutuações no nível do mar).

Então, considerando os canais da área de estudo são do tipo meandrante, com meandros regulares (KELLERHALS *et al*, 1976 *apud* CUNHA, 2011). As estruturas típicas deste tipo de padrão de drenagem também podem ser detectadas na área como os *pools* (seqüência de depressões) e *riffles* (umbrais de sinuosidade), principalmente a partir do médio e baixo curso do rio São Miguel. As camadas sedimentares, alinhado ao baixo gradiente que o rio possui, são alguns dos fatores que controlam a drenagem apresentada e conforme Cunha (IDEM, p. 219):

“Essas formas meandrantas representam um estado de estabilidade do canal, denunciando um certo ajustamento entre todas as variáveis hidrológicas (...) no entanto, esse estado de equilíbrio, representado pela formação dos meandros, poderá ser alterado pela ocorrência de um distúrbio na região, como, por exemplo, a atuação do homem (plântio nas áreas férteis próximas a meandros”.

Ainda sobre o padrão de drenagem, pode-se verificar que predomina na área da bacia do rio São Miguel, rios intermitentes de baixa extensão de 1º e de 2º ordem hierárquica, sendo o rio São Miguel, o canal de maior ordem. A localização da bacia na porção sudeste de Alagoas, lhe dá como regime de recarga, a pluvial, com fases de enchentes com enxurradas durante os períodos de maior precipitação (LIMA, 1977). No relatório de Carvalho (2002) sobre as Potencialidades dos Recursos Hídricos na Bacia do Rio São Miguel (SEMARH, 2002), verificou-se que os desníveis mais acentuados da bacia ocorrem a 447 metros em 20 km de extensão.

No mesmo relatório, foram executados estudos hidrológicos na bacia, no qual, optou-se por seccionar a bacia em três setores ou sub-bacias que foram: *Sub-bacia MIG 1* – rio São Miguel, próximo ao povoado Tapera, próximo à confluência do rio Pedrinhas e rio Papagaio; *Sub-bacia MIG 2* – rio São Miguel, próximo a cidade de São Miguel dos Campos; *Sub-bacia MIG 3* – Rio São Miguel, próximo à lagoa do Roteiro. No quadro 04 que segue, os aspectos fisiográficos da bacia são apresentados.

Quadro 04. Aspectos Fisiográficos das Sub-bacias Hidrográficas.

N ^o	Rio	Sub-bacia	Extensão do rio (km)	Área de drenagem (km ²)	Perímetro da área (km)	Desnível (m)	Declividade (m/km)	Índice de forma	Coef. de compactade
01	São Miguel	MIG 1	31,08	235,66	77,40	465	5,14	0,243	1,41
02	São Miguel	MIG 2	66,06	592,07	150,30	622	9,14	0,135	1,72
03	São Miguel	MIG 3	72,30	727,37	190,75	627	8,67	0,139	1,98

Fonte: adaptado de Carvalho, 2002.

O comportamento hidrológico da bacia apresentado na tabela, indica que a propensão da mesma sofrer com inundações prolongadas é pequena, pois os coeficientes de compactade de todas as sub-bacias foram superiores a 1,0 o que não indica a bacia possuir um formato circular e sim assumir um formato elíptico e alongado. A figura 44 com o perfil longitudinal da bacia apresenta bem o comportamento altimétrico da mesma.

Figura 44. Perfil Longitudinal do rio São Miguel.



Fonte: Google Earth, 2012

O perfil do rio São Miguel e de seu afluente principal podem nos apresentar algumas características da bacia estudada. Na figura anterior pode-se compreender a morfologia básica dos vários patamares da bacia e algumas transições entre eles. No alto curso, acima dos 500 metros, notam-se gradientes altos que estão localizados no planalto, na elevada escarpa e esta se conserva por alguns quilômetros de extensão, mas ao chegar ao médio curso, a 250 metros, verifica-se uma tendência ao escalonamento das morfoesculturas, já no planalto sedimentar, em São Miguel dos Campos.

Na figura 45, o que se destaca é o baixo gradiente apresentado pelo afluente do rio São Miguel, o rio Jamoatá, no qual este gradiente está abaixo dos 300 metros, estando sobre os trechos finais da escarpa do alto curso. Em ambos os perfis, não se verifica nenhuma elevação abrupta em seu perfil, fato que demonstra a não existência de algum tipo de represamento ou controle hidráulico ao longo dos rios.

Figura 45. Perfil Longitudinal do rio Jamoatá.



Fonte: Google Earth, 2012

As vertentes que confinam os vales na bacia mostram-se bem diversificados e conforme SEPLAN (1979) no alto curso, o vale apresenta-se pouco dissecado meio agargantado, alcançando uma ampla baixada e em seguida coletante entre morros, com vale em fundo chato e entulhado. No médio curso o vale assume a forma de “V” com fundo chato.

Já no baixo curso, o vale ainda assume a forma de “V” tendo a sua calha de fundo entulhado em planície de inundação, parte média do baixo curso com relevo em estruturas sedimentares que se conecta com outra planície de inundação e, no final forma um estuário em misto de “ria” e de laguna com foz barrada por cordão de recifes de arenito. Lima (1977) lembra que o baixo vale dos rios da vertente oriental de Alagoas, a exemplo do São Miguel, tem a sempre esta parte mais larga, devido as constantes oscilações do nível do mar que ampliaram os seus baixos vales.

1.8. Uso e Ocupação.

A ocupação da área da bacia do rio São Miguel remonta a partir do início do século XVII, momento no qual também se deu a consolidação dos primeiros núcleos populacionais constituídos em Alagoas no século anterior. A então vila de Santa Maria Madalena do Sul,

hoje o atual município de Marechal Deodoro, foi o ponto de expansão para a área de estudo, onde a atividade canavieira foi um dos eixos econômicos implantados para incentivar o desbravamento da área.

Enfatiza Andrade (2010, p. 47) que:

O povoamento da área processou-se vagarosamente os primeiros tempos, uma vez que vários fatores contribuíram para isso, como a insuficiência de colonos, por ser pequeno o número dos que vieram com o donatário que não dispunha de meios para povoar em poucos anos e, à sua custa, uma costa de 60 léguas.

Ainda conforme Andrade (IDEM), durante o período holandês, a área do vale do rio São Miguel possuía uma ocupação esparsa e não havia de modo difuso, a influência canavieira. A área tinha importância para a então Capitania de Pernambuco, uma vez que fornecia para Olinda e Recife, os produtos que eram escassos, nestas então vilas.

A partir do início do século da XVIII, a cana-de-açúcar torna-se a atividade predominante nos baixos e médios vales do rio São Miguel, apesar da dificuldade logística oferecida inicialmente, principalmente no concerne, o transporte da cana. Em 1865, deu-se em Alagoas, início a um novo surto econômico oriundo das áreas rurais, mas que também se desenvolve ao longo da área pesquisada: o cultivo de algodão, que fora facilitada pela crise do setor algodoeiro norte-americana durante a Guerra de Secessão eclodia naquele país.

O chamado Campo de Inhumas, área localizada no médio curso do rio São Miguel já na cidade de São Miguel dos Campos, que corresponde a um setor de várzea da bacia, abrigou a atividade cotoneira por mais de 30 anos, fornecendo algodão para indústrias têxteis localizadas na capital, Maceió. Mas o retorno da produção norte-americana e a concorrência com outras áreas produtoras no estado fazem a atividade algodoeira entrar em declínio na área da bacia.

A ocupação moderna da área pesquisada se estrutura, predominantemente, pela atividade canavieira (46), na qual, 2 usinas sucroalcooleiras podem ser vistas e que na safra 2005/2006 esmagaram, juntas, mais de 3 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, produzindo, 6,5 milhões de sacas de açúcar e 78 milhões de litros de álcool.

Outra atividade vista na bacia, corresponde à fabricação de cimento pela Companhia de Cimento Cimpor que tem uma capacidade instalada de 280.000 toneladas ao ano, que

utiliza os calcários coquinóides da Formação Coqueiro Seco no médio curso, como matéria-prima em sua produção. A criação de gado de corte (figura 47) também se evidencia na bacia. Estas atividades descritas se desenvolvem na cidade de São Miguel dos Campos.

Figura 46. Cultivo de intensivo de cana-de-açúcar município de São Miguel dos Campos.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Figura 47. Pequena Criação de gado na várzea do rio São Miguel, município de São Miguel dos Campos.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Nas cidades do alto e baixo curso, a agricultura de sequeiro, a pesca (figura 48) e o cultivo de coco (figura 49) pode ser encontrada, mas em pequena proporção, contudo, no baixo curso, devido ao apelo cênico provocado pela região estuarina e as praias lagunares e oceânicas, o turismo encontra-se em plena consolidação, especialmente no município de Barra de São Miguel.

Figura 48. Pesca de crustáceos na laguna do Roteiro, município de Barra de São Miguel.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Figura 49. Cultivo de coco, município de Roteiro.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

O município de Barra de São Miguel dos Campos, principal destino turístico nesta porção da bacia, já enfrenta uma etapa, na descrição de Pearce (2003) citando Bulter (1980)³ para análise evolutiva de uma área turística, em fase de desenvolvimento, isto é, já se evidencia um controle dos equipamentos turísticos por agentes exteriores ao município como a instalação de resorts, condomínios, hotéis de alto padrão que são instalações mais modernas e planejadas e não mais pelos moradores locais, como ocorrera em etapas anteriores do ciclo evolutivo.

³ Butler (1980) considerou que todos os destinos turísticos passariam, obrigatoriamente por seis estágios de evolução: exploração, envolvimento, desenvolvimento, consolidação, estagnação e rejuvenescimento ou declínio. PEARCE, Douglas G. *Geografia do turismo: fluxos e regiões no mercado de viagens*. São Paulo: Aleph, 2003.

2. O ESTUDO DA NATUREZA NA GEOGRAFIA FÍSICA EM UMA PERSPECTIVA GEOSISTÊMICA

2.1. A Geografia Física e o Estudo da Natureza

As preocupações com o estudo da natureza sempre foi uma constante dentro da seara maior de atuação da Geografia e pode-se afirmar que a própria ciência geográfica, em seu caráter ambiental, evoluiu a partir do acréscimo de conteúdos que foram historicamente gerados por tais ideias. Em cada época, os discursos ambientais que foram se delineando, mostravam qual tendência que serviria de “guia” à Geografia Física e, nos tempos atuais, sob a égide da globalização, o acréscimo do meio técnico-científico-informacional foi uma dessas substâncias. Mas, a discussão contemporânea tem ainda por base a imbricada relação sociedade-natureza.

De maneira tradicional, a natureza é vista como algo externo ao homem e por isto, torna-se difícil mediar o que é puramente social do natural e em tal situação, a interação entre ambos vem se tornando a regra mais difundida. As técnicas e as formas de trabalho conquistadas sob o escudo da modernidade, ou seja, parcelarizado e especializado; acarreta em um conhecimento científico ainda mais complexo e desafiador.

Sabemos que a visão da natureza teve origem na própria evolução que se engendrou na ciência desde as civilizações clássicas até o pensamento científico contemporâneo. O avanço da ciência se dá a partir dos conhecimentos que são enxertados nas sociedades humanas por meio dos processos histórico-culturais experimentados desde então; que são os alicerces nos quais se assentam os territórios e norteiam os modos e os arranjos de vida em uma dada ocasião. Da mesma forma, as concepções e as ideias sobre a natureza tiveram a mesma influência.

O geocentrismo engendrado por Aristóteles-Ptolomeu na antiguidade greco-romana como a maneira de conceber o funcionamento do mundo natural coloca o mundo cósmico como algo harmônico e unitário, no qual imperaria a ordem orgânica onde os humanos e os não-humanos conviveriam: uma dinâmica cíclica no qual a própria Terra seria um imenso organismo vivo.

Os avanços dos quais a ciência foi exposta a partir do final do século XIV com a apresentação de uma nova alteridade que as viagens transoceânicas proporcionaram, produziu um novo entendimento do mundo desde então. O trabalho, agora mediado pelas técnicas, torna-se instrumentalizado; as cidades são acometidas por lógicas socioculturais que as alçam a um novo significado funcional: é agora, o centro difusor do conhecimento humano e, o pensamento renascentista eclode e com ele, a concepção mecanicista ocidental da natureza.

O mundo então é exposto a grande revolução ensaiada por Nicolau Copérnico (1473-1543) ao retirar a Terra do centro do sistema solar e colocar o sol neste patamar introduz a teoria heliocêntrica. A importância desta teoria, nas palavras de Moreira (2006) é que a partir dela, se costura o entendimento da ideia da natureza que viria a se difundir na Europa. Então, o método experimental de Francis Bacon (1561-1626) e Galileu Galilei (1564-1642) dá a ciência um poder de rigor e uma objetividade necessária à compreensão dos fenômenos.

Joannes Kepler (1571-1630) dá o primeiro passo, ao postular as leis que regem a mecânica celeste, o que demole por completo o pensamento geocêntrico greco-romano. Mas apesar do progresso na tentativa de unificar o céu e a terra por meio da mecânica celeste, ainda faltava a consistência filosófica, lacuna esta preenchida por René Descartes (1596-1650) que “ao fundar a compreensão do comportamento dos fenômenos na geometrização do mundo [...] distingue o mundo do homem em *res extensa*; o mundo dos corpos externos e *res cogitans*, o mundo do ser pensante” (MOREIRA, 2006, p. 56). Esta concepção serve de base para o método cartesiano, que se verte em pilar para a ciência nascente.

Agora fundidas, a geometria, a aritmética e a álgebra são o apoio para que a matemática moderna possa ser criada e não tarda para que esta se torne o mecanismo chave para o próprio método experimental (IDEM, IBDEM). Mas todo este processo se completa,

enfim, com Issac Newton (1642-1727) que por intermédio da lei da gravidade unifica o mundo e o universo circundante em uma unidade físico-matemática e os coloca em semelhante rede de influências cósmicas. Portanto, no século XVIII, a visão de mundo mecanicista se completa: a natureza é reduzida a processos vitais e automáticos e os animais, agora são considerados máquinas semoventes. Esta passa a ser a imagem de natureza e do mundo de toda a cultura do hemisfério ocidental.

Portanto durante todo este momento, a principal ambição da ciência se dá no sentido de interpretar a natureza e neste afã, deriva uma “natureza-sem-o-orgânico-e-sem-o-homem” (MOREIRA, 2008, p.13) que baliza então, a dualidade natureza-homem, uma vez que a ciência se mostra reduzida a dimensões inorgânicas e a relações matemáticas. A voz dissoante de Immanuel Kant se ergue.

Para Kant, como discorre Moreira (IDEM, p.14) “é necessário encontrar o ponto comum de pensar a natureza e pensar o homem, seja no plano empírico trilhado pela ciência, seja no abstrato que é caracterizado pela Filosofia”. Com isto, ele busca lastros na Geografia, com os conhecimentos da natureza e na História inerentes ao homem. Desta feita, a Geografia kantiana é gestada em uma base de conhecimentos empíricos, organizados em grupos de classificação, como uma taxonomia do mundo físico (IDEM/IBIDEM) e por isto, recebe a acunha de Geografia Física.

Para Vitte (2011, p. 39/40) “a viabilidade metodológica e científica de estudar a natureza, é construída por Kant, particularmente nas obras *Critica da Razão Pura*, publicada em 1781 (KANT, 1982) e *Princípios Metafísicos da Ciência da Natureza*, obra publicada em 1786 (KANT, 1990)”. Mesmo possuindo uma importância seminal para a estruturação da Geografia Moderna, Moreira (2008) lembra que Kant não realiza uma grande transformação dentro da Geografia, mas confere a ela, a percepção geográfica do mundo físico o rigor da descrição e da taxonomia que o conceito espacial lhe permite.

Fazendo então a ponte necessária entre os locais de manifestação dos fenômenos e o lugar de ocorrência por meio da combinação da percepção sensível com o registro matemático nos mapas, por meio da representação cartográfica que Karl Ritter surge para fazer esta ligação. O recorte paisagístico será a principal ferramenta da visão corográfica, que materializa a arrumação que o espaço geográfico possuía.

Para Moreira (2008) Ritter fará a grande passagem da Geografia de seu estágio taxonômico e descritivo para outro, calcado em um saber orientado na teoria e na explicação exaustivamente metódica e isto, eleva a Geografia à condição de ciência. Portanto, a representação moderna das ciências que emergiam no século XVIII agora também se encontra na Geografia Física e é nesta fonte que Alexander Von Humboldt (1769-1859) se inspira.

Com o novo ecúmeno proporcionado pelas viagens transoceânicas europeias, associadas às reflexões de Kant e ao trabalho artístico, novos fatos geográficos são construídos (VITTE, 2007) e também se tornam mais factíveis. A Geografia de então, nutre-se da metafísica em suas discussões, iniciadas por feições filosóficas e matemáticas e depois pela *Naturphilosophie*⁴. Foi neste novo contexto que Humboldt produz um significativo lastro para a Geografia moderna, notadamente, a Geografia Física.

O espírito desbravador e inquieto de Humboldt transformou a história da ciência. Desde a chegada do europeu ao novo mundo, o interior de cada continente era uma terra incógnita e inexplorada e dentre estas, as vastas florestas e montanhas da América do Sul eram locais de um grande exotismo e rudeza que aguçaram o pesquisador que “desbravando uma faixa de 9.500 quilômetros através do que são hoje Venezuela, Colômbia, Equador, Peru México e Cuba, realizaram o que foi chamado de a descoberta científica do Novo Mundo” (HELFERICH, 2005, p.16).

Utilizando-se largamente do método experimental, Humboldt oferece aos estudos ambientais, sistemáticas e importantes contribuições que transformam intimamente a percepção e a análise da natureza. Desde estudos sobre a morfologia vegetal e geologia⁵, a viagem de Humboldt também serve para alargar os horizontes da Geografia Física, pois através da coleta de dados acurados e sistemáticos e da observação minuciosa dos componentes do meio natural, lança as bases para que alguns campos de estudo da

⁴ Para Vitte (2007) a *Naturphilosophie* institui uma reflexão sistemática e detalhada da natureza a partir de um ponto de vista transcendental, estabelecendo uma metafísica da natureza no interior de um sistema filosófico. O postulado era o da unidade das forças naturais, unidade das ciências e a unidade do mundo, utilizando a reflexão metafísica no processo de produção científica.

⁵ Durante a viagem na América do Sul, Humboldt e seu companheiro de viagem, Aimé Bonpland, coletaram mais de 60 mil espécies botânicas, incluindo mais de 3 mil que eram desconhecidas na Europa, o que deu origem ao primeiro inventário de plantas nativas do continente. Na geologia, estudos de como surgem os novos acidentes geográficos e como se formam vulcões também ajudaram a resolver polêmicas sobre estes temas (HELFERICH, 2005).

Geografia pudesse se desenvolver como a Climatologia, a Geomorfologia e a Biogeografia além da própria Meteorologia e Oceanografia.

O momento de Humboldt, como Vitte (2007) comenta, é aquele de articular, por meio da noção de forma, a relação Platão/Kant e assim reestruturar a metafísica da natureza, fundamentando a diversidade das coisas no tempo e no espaço, pressuposto que calça o próprio nascimento da Geografia Física como se conhece. O reconhecimento de que há uma dialética entre as forças endógenas e exógenas na configuração do relevo, de uma fisiologia da paisagem e da relação entre forma e conteúdo são elementos que norteiam a concepção de uma natureza geográfica.

Portanto, o estudo da natureza na perspectiva de Humboldt, deveria passar pela epiderme terrestre, onde a compreensão dos fenômenos tanto físicos como humanos deveria se dar em uma lógica sintética. Neste sentido, fica claro que a própria superfície terrena possuía diferentes feições e que estas, se dariam como consequência de forças dialéticas e que assim, teríamos a formação das paisagens naturais. Sobretudo, fica claro que há uma interação; os componentes das geosferas, como o relevo e as faixas climáticas.

Mesmo tentando buscar a síntese da natureza em sua abordagem, a Geografia Física encontra dificuldades para a formação de um diálogo único com a Geografia Humana, pois a natureza evolui conforme leis próprias ao passo que a sociedade tem, em flutuações teológicas, sociais, políticas, econômicas e culturais a sua essência dinâmica. Figueiró (2011) comenta que a Geografia Física Moderna assumiu um paradoxo, pois ao mesmo tempo em que se fragmentou em várias disciplinas nem sempre conexas e com métodos particulares de estudo, se vê diante da necessidade de fornecer respostas unitárias às questões a que se propõe.

Nesta posição, Suetergaray (2004, p. 112) chega a afirmar que a “geografia física não constituiu um campo de conhecimento passível de ser pensado de forma conjuntiva”, pois a entrada na era da modernidade impulsionou para uma nova fragmentação da natureza em áreas do conhecimento pela ciência. Isto permitiu que alguns destas subáreas de estudo, notadamente da Geografia Física, tivessem diferentes destinos, a exemplo da Geomorfologia gerada no século XIX que vinculada aos postulados teóricos e metodológicos da Geologia, consegue produzir uma consistente orientação na busca da compreensão dos processos naturais e, ao contrário, campos como a Climatologia, Biogeografia e a Hidrogeografia não

tiveram os mesmos postulados seguros que as permitisse evoluir de modo consistente ao longo do tempo (FIGUEIRÓ, 2011).

Ainda reforçando esta ideia, Bolós y Capdevila (1981, p. 47) ainda comenta que:

La Geografía física ha aparecido dividida en dos ramas muy distanciadas: por una parte la Geografía física propiamente dicha (Geomorfología, Climatología, Hidrología) y por otra la Biogeografía. La Geomorfología ha tenido antes que las otras ramas un desarrollo muy acusado, tan sólo a mediados de siglo la Climatología ha empezado a tener un cierto nivel científico dejando de ser meramente descriptiva, si bien siempre ha sido poco geográfica, con ello queremos decir poco preocupada por las conexiones con los otros elementos de la superficie terrestre.

Portanto, a herança da fragmentação cartesiana ainda ressoa nas próprias subáreas da Geografia Física, que mesmo chamando para si a responsabilidade de ser uma via entre a relação homem-meio, não conseguiu ainda resolver as dicotomias existentes em seu cerne, pois ainda para Figueiró (IDEM, 2011), a visão reducionista mecânica empurra a Geografia para uma completa perda da unidade na ciência geográfica já no início do século XX.

Neste intervém, novas áreas do conhecimento se organizam e pulverizam ainda mais a Geografia Física ao lhe retirarem alguns campos de investigação, e a isto também se somam as novas relações que a pós-modernidade vem produzindo, principalmente nos novos arranjos que se delineiam entre a sociedade e o natural. Bertrand, ao aquecer o debate sobre a natureza na geografia, menciona que:

Em menos de duas décadas, a relação da sociedade com a natureza mudou; o conhecimento científico da natureza e a própria natureza evoluíram. Foi uma revolução cultural, ideológica e científica, econômica e social. Tal é a origem do mau funcionamento da geografia atualmente (2009, p. 117).

Portanto, cresce a compreensão que não se pode isolar para fins de análise, algo que intimamente, nasce imbricado e que constitui uma teia de relações que são inseparáveis, mas ao mesmo tempo, a necessidade de criar algo que possa fazer estes diversos conhecimentos funcionarem de maneira mais coesa e que também consigam responder ao desafio que a pós-modernidade impôs.

Assim, se revestindo de cientificidade, a Geografia passa a ter como seu objeto de estudo, o espaço geográfico e neste também agrega a intenção de ser a ciência mediadora entre o meio natural e o homem (SOUZA; SUETERGARAY, 2007), como uma resposta a crescente percepção que o retorno ao pensamento romancista, este iniciado pelos gregos com a concepção de uma dinâmica cíclica que regia todo o funcionamento dos meios naturais e não-naturais, trouxera da interação que havia entre os homens e o meio natural que os inscrevia.

Em sua história, esta foi uma das preocupações que estiveram inscritas na gênese da Geografia, que já nasce fadada a fornecer respostas aos desafios que a relação da humanidade com a natureza já mostravam e por isto, esta ciência [*a geografia*] já surge complexa por princípio (MORIN, 2002). Portanto, para Souza e Suetergaray (2007), ao se propor mediar esta discussão e assim, articular os mecanismos da relação homem-natureza, a Geografia, sob a influência do positivismo dominante naquele momento, também se fragmentou e perdeu de modo parcial, a capacidade de fazer a integração a que se pretendia.

A razão deste agravo sofrido pela Geografia foi de início, devido à insistência em considerar a natureza como parcelas componentes de um sistema de organização geográfico maior no qual, os seus subcampos disciplinares (biogeografia, climatologia, geomorfologia, hidrogeografia...) se encarregariam de analisar cada uma das oosferas de vida da Terra, mas a perspectiva da interação não estava inserida nesta proposta.

Portanto, nas palavras de Bertrand a “natureza não pode continuar a ser este “obscuro objeto de desejo” que fascina os geógrafos sempre sem persuadí-los de levá-la cientificamente em conta” (2009, p. 121), mas considerá-la além de seu universo de formas e de processos físico-químico e biológicos e ir ao seu entendimento como espaço primeiro, e mais antropizado cada vez menos natural.

Integrado na análise da natureza, as formas antrópicas, representadas pelos processos materiais e imateriais humanos que nascem justamente da interação deste com o meio natural, são integradas na análise geográfica e sente-se pela erosão dos solos, a formação das paisagens, o meio natural enquanto recurso, enfim é a natureza em simbiose com os sistemas sociais.

Partindo-se desta perspectiva, alguns geógrafos buscaram construir uma base analítica que pudesse abarcar este anseio de um conhecimento mais conjuntivo e apoiado em Morin

(2002) que nos propõe agir sob o princípio que denomina como o da complexidade, no qual, as discussões espirituais, biológicas, físicas, psíquicas, culturais, históricas, sociológicas devem guiar-se pela interconexão, pois desta feita, deixam de ser incomunicáveis e parceláveis e criam assim, uma base de entendimento para algumas questões que afligem a humanidade. Eis, então, o desafio.

A natureza tal como é, argumenta Bertrand “[...] não pode mais ser apreendida a partir de cronologias estritamente naturalistas. O movimento da natureza deve ser inscrito no movimento da história humana e vice-versa” (2009, p. 123). Esta busca levou a formulação de um método integrativo e a adoção da nascente abordagem sistêmica nos anos de 1920, oriunda da biologia foi uma tentativa conjuntiva adotada pela Geografia Física ao estudo da natureza de maneira integrada, tendo a superfície terrestre, mais precisamente as suas formas de relevo, como o extrato unificador.

2.2. A Análise da Geografia Física: O Relevo Como um Ponto de Partida ao Estudo Integrado da Natureza

Ross (2006, p. 13) lembra que “não existe Geografia sem sociedade, pois é com base nesta que se elaboram as análises geográficas e se podem executar aplicações fundamentadas nos conhecimentos obtidos”. A relação sociedade-natureza é intrínseca à análise da Geografia e os frutos desta, podem ampliar a produção do conhecimento científico e reverter-se em melhorias à humanidade. Bolós y Capdevila (1981) reforça esta proposição ao afirmar que o trabalho do geógrafo e, por consequência, da própria Geografia, é o de demonstrar que não existe uma oposição entre a natureza e a sociedade humana.

A Geografia, na medida em que também estuda as organizações espaciais, desde a sua origem se propôs a ser uma ciência integradora. Mas para chegar a tal objetivo, é necessário delinear em que perspectiva este modelo catalisador de Geografia poderá se focar, pois o estudo ambiental, sob a lógica da modernidade, se abre cheio de possibilidades analíticas e metodológicas.

Segundo Casseti (1991, p. 28) a Geografia:

Ao tratar das questões ambientais, permite a aproximação do homem com a natureza, rompendo a visão dicotômica e afirmando a unidade dialética [...]. A geografia, com suas grandes possibilidades potenciais de focar em

conjunto o estudo dos fenômenos naturais e sociais, habilita-se a oferecer as orientações científicas principais dos estudos ecológicos [...].

Portanto, reforçado por Ross (2006), pode-se intuir que a Geografia tem um caráter de investigar fenômenos naturais e o seu ressoar na dinâmica dos sistemas humanos, sempre na busca de um inter-relacionamento deste sistema com os processos que dinamizam os meios naturais como os fluxos de energia e matéria entre partes de um todo em conjunto e ainda segundo o autor, forma um segmento denominado de “estrato geográfico” (*op.cit.* p. 13).

É inegável que o homem “é agenciado pelo ambiente geográfico: ele sofre influência do clima, do relevo, do meio vegetal (...). A natureza geográfica o lança sobre si mesmo, dá forma a seus hábitos, suas ideias, às vezes a seus aspectos somáticos” (DARDEL, 2011, p. 09). Assim, sociedade e natureza, invariavelmente, se integram dentro da análise geográfica, pois formam um todo indissociável.

Concordando com Mendonça (2011), praticamente todas as localidades da epiderme terrestre estão preenchidas pela ação humana e o grande mosaico de paisagens que constituem o espaço geográfico são os sinais claros que atestam uma situação jamais observada na história da natureza e das sociedades humanas. É o tempo célere de um mundo sob a singularidade da globalização.

Progressivamente, a Geografia Física passa a ser convidada a sair de sua zona de conforto teórico e se abrir a novas perspectivas que a coloque em consonância com a nova realidade em que os sistemas naturais e sociais são partes inseparáveis. Será então a paisagem, o elemento externo síntese deste novo momento.

Em meados do século XX, a ideia da ciência da paisagem como componente síntese para os estudos do meio natural é retomada pela Geografia Física devido aos trabalhos de Carl Troll com a *landschaftsokologie* que “parte do pressuposto que a paisagem representa um conjunto específico de relações ecológicas, principalmente com os seus fatores físicos” (SCHIER, 2003, p. 84).

A paisagem mostra-se como um dos elos mais factíveis do homem com o meio natural, pois esta concretiza, externamente, este universo de relações. Acompanha as diferentes configurações que são dadas ao espaço socioambiental humano ao longo do

processo histórico. É criadora de identidades e participa do patrimônio cultural e ambiental de cada lugar.

Ao estudo da paisagem, também são incorporadas ideias presentes na Teoria Geral dos Sistemas de Ludwing Von Bertalanfy (1975), que são manifestadas pelo conceito de *geossistema* e com este, a Geografia Física tem a oportunidade de (re) encontrar uma nova situação analítica da paisagem a partir de uma unidade sistêmica, mas que também possui um sistema multiescalar e hierárquico (FIGUEIRÓ, 2011).

O meio natural tem as suas estruturas organizacionais manifestas nas diferentes configurações que o relevo assume na epiderme terrestre. O “estrato geográfico” de Grigoriev sob o raciocínio de ROSS (2006) é fruto dos processos físicos e químicos e também das morfologias que os diversos materiais que o compõem, assumem na paisagem a que também se somam os componentes antrópicos e que, no relevo se externalizam.

Neste estrato geográfico, se compreende que o homem tem uma função essencial em sua feitura, pois é neste que se vão evidenciar os efeitos mais imediatos da ação humana sobre os recursos naturais e como estes irão se reconfigurar de acordo com o uso que lhe são dados e também a própria dinâmica ambiental será mais efetivamente percebida. O relevo, então, se mostrará revelador do próprio estrato geográfico.

Nas palavras de Caseti (1991, p. 34):

O relevo, como componente desse estrato geográfico no qual vive o homem, constitui-se em suporte das interações naturais e sociais. Refere-se, ainda, ao produto do antagonismo entre as forças endógenas e exógenas, de grande interesse geográfico, não só como objeto de estudo, mas por ser nele – relevo – que se reflete o jogo das interações naturais e sociais.

Além da vegetação, a identificação do *geossistema* pode está também diretamente ligado ao relevo, pois este configura a gênese de diferentes processos internos e externos e por isto, manifestam fisionomias distinguíveis e compartimentáveis de acordo com os elementos que a modelam como o clima, o solo, o substrato geológico e o biogeográfico. Assim, são passíveis de familiarização pelo conjunto de “aparências” que adquirem nas paisagens.

Analisando Penteadó Orelhana, Caseti (IDEM) ainda lembra que o relevo:

“[...] se constitui na interface da atmosfera e hidrosfera, que fornece os recursos vitais e a antroposfera é o pátio do desempenho humano para o

qual deve ser dirigida a atenção sobre a avaliação dos sistemas de relações. Nesta superfície de contato, o homem agride, corrige e torna economicamente produtivos sistemas naturais, que nas formas originais, eram incapazes de prover as necessidades humanas”.

Cada forma de relevo é reveladora de um processo endógeno e exógeno específico em várias escalas de tempo, mas também não podem ser vistos como produtos acabados, mas em permanente modificação, dado que há uma constante troca de matéria e energia entre os modelados que formam um sistema dinâmico aberto e que interagem com os diferentes elementos da natureza.

Portanto, as formas do relevo: “interagem com a rocha, com o clima, com o solo, com a vegetação e os recursos hídricos. Tal abrangência resulta na constituição da paisagem natural ou até mesmo com cultural quando este se associa às atividades humanas” (FALCÃO SOBRINHO, 2007, p. 84).

O entendimento do relevo, não enfoca somente a sua estrutura de origem e a forma, mas, quando o interpreta sob a luz da ação humana, a tomada de decisões sobre o planejamento do uso do solo e também de determinados ambientes, seja rural ou o espaço urbano, os modelados são mecanismos essenciais ao próprio modo de como se organizará a ocupação destes espaços.

Ross (2006, p. 62) deixa claro que:

As formas do relevo devem ser vistas e entendidas como mais um dos vários componentes da natureza e, na perspectiva humana, como um recurso natural, pois as variações de tipos de forma favorecem ou dificultam os usos que as sociedades humanas fazem do relevo [...]. Não são apenas as condições de solos e climas os fatores indutores únicos no processo de produção dos espaços pelas sociedades humanas. Na verdade, é um conjunto de fatores que podem ser distinguidos em duas grandes ordens: os fatores naturais e os cultural-econômicos.

É preferível não apartar a influência humana na ação sobre o relevo, pois através da atividade produtiva, que configura sua ação na natureza, tem se acumulado efeitos geológicos e geomorfológicos que se diversificaram em qualidade e quantidade ao longo do tempo e que vem formando verdadeiros modelados antrópicos, fruto da ação cumulativa humana sobre as formas de relevo antes existentes.

Os lixões, aterros sanitários, voçorocas, ravinas, cicatrizes de deslizamentos, assoreamentos são exemplares de modelados que são erguidos mediante a intervenção direta do homem nas formas de relevo através de seus modos de produção tem

desencadeado até mesmo a formação de um novo período geológico que caracteriza esta época do homem: o “quinário” ou “tecnógeno” (PELOGGIA, 1998).

Peloggia (IDEM, p. 19) ao se referir ao teor do impacto que o homem tem produzido no estrato geológico-geomorfológico, propõe considerar, estes efeitos, em três níveis de abordagem que são:

“1 - A modificação do relevo e as alterações fisiográficas da paisagem (Por exemplo, retificações de canais fluviais, terraplanagem, surgimento de áreas erodidas, áreas mineradoras, etc.); 2 – A alteração de fisiologia das paisagens materializada pela criação, indução, intensificação ou modificação do comportamento de processos da dinâmica geológica externa [...]; 3 – A criação de depósitos correlativos comparáveis aos quaternários (ou depósitos tecnogênicos), os quais vão se constituir em “marcos estratigráfico””.

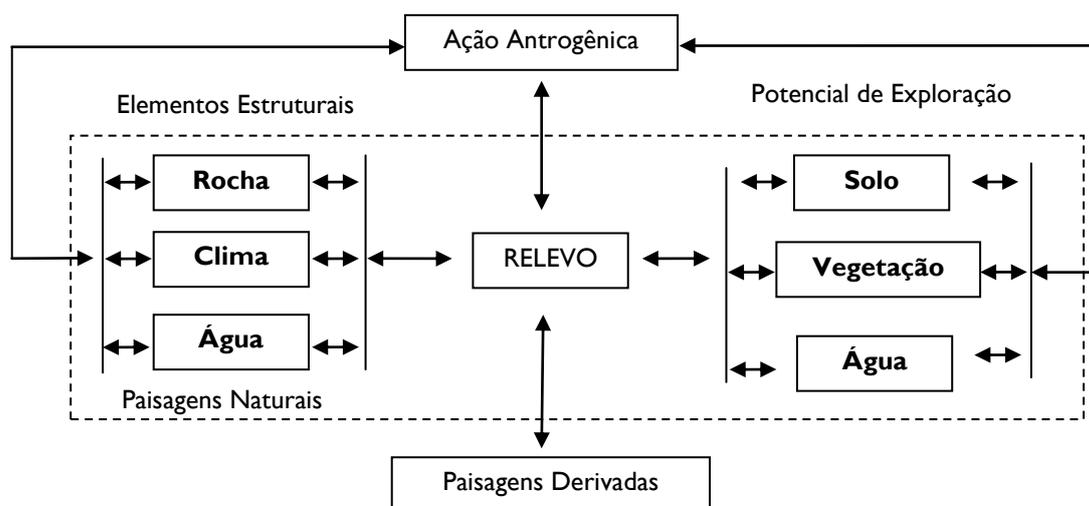
De maneira clara, as últimas mudanças que o homem imprimiu sobre a epiderme da Terra, concebida desde a revolução vista no neolítico motivado pela produção de seus meios de sobrevivência, impulsionou o surgimento da agricultura e a domesticação de animais; o entendimento da organização territorial, o fizeram um agente geológico dos mais eficientes e diferenciados. Mesmo sofrendo com a ação poderosa da natureza sobre si, o homem também a reverte motivado por sua necessidade, tirando-lhe vantagens necessárias para si, suprimindo eventuais obstáculos que a mesma possam lhe produzir enfim, adequando-a a suas convenções e finalidades, tornando-a cada vez mais humana (PELOGGIA, 1998).

Portanto, não seria exagero, afirmar que a paisagem morfológica é um recurso natural humano, se não, o principal, pois é a base do substrato de outros recursos da Terra úteis ao cotidiano humano e as suas atividades produtivas e isto, nesta compreensão podem até tornar os demais recursos secundários e abstratos.

Bertrand (2009) já deixava claro que o relevo tem uma grande importância para a apresentação do *geossistema*, pois o mesmo distingue as diferentes paisagens globais e também é a base analítica dos *geofáceis* e *geohorizontes*. Assim, o relevo pode ser visto como ponto de partida na compreensão e análise dos *geossistemas*, pois pode servir para dimensionar a própria paisagem como um instrumento analítico.

Sobrinho Falcão (2007) propõe o seguinte modelo (figura 50) como uma maneira de situar o relevo como foco de uma análise integrada, considerado dois enfoques centrais, a saber: a) elementos estruturais e b) potencial de exploração:

Figura 50. O relevo é principal elemento integrante da paisagem.



Fonte: SOBRINHO FALCÃO, 2007 (adaptado pelo autor).

Como pode ser visto no modelo, a ação antropogênica é uma força determinante para o modelamento do relevo, pois mesmos os elementos estruturais que atuam como os agentes de configuração das formas, são também influenciados pelo homem, na medida em que se constituem em fonte de recursos a suas atividades produtivas. Para Falcão Sobrinho (2007) a ação humana tem uma relação direta com a dimensão que ele estabelece com o lugar em que vive, com o seu modo de vida e o gênero que lhe é congênere, pois este determina o tipo de uso que é dado a Terra.

Considerando a importância que o relevo assume nos estudos geomorfológicos, o professor Aziz Ab'Sáber (1969) propôs três níveis de tratamento em que deveriam ser concedidos as informações referentes aos modelados terrestres:

Um primeiro nível seria a *compartimentação geomorfológica* ou *topográfica*, que prestaria a descrição fiel do modelado e do próprio relevo derivado, avaliando as suas características e o seu enquadramento regional, “tão exatas quanto possíveis, das formas de relevo de cada um dos compartimentos estudados” (AB’SÁBER, 1969, s/p).

A *estruturação superficial da paisagem* seria o segundo nível de tratamento, que buscaria as informações pertinentes à estrutura superficial da paisagem onde:

“[...] obtém-se idéias da cronogeomofologia e as primeiras proposições interpretativas sobre a sequência de processos paleo-climáticos e morfoclimáticos quaternários da área de estudo. Esta forma, observações geológicas dos depósitos, e observações geomorfológicas das feições antigas (superfícies de aplainamento, relevos residuais) e recentes do relevo (formas de vertentes, pedimentos, terraços etc), conduzem a visualização de uma plausível cinemática recente da paisagem” (AB’SÁBER, *op. cit.*).

Fechando a concepção de tratamento da informação referente ao estudo do relevo, o último nível proposto é a *fisiologia da paisagem*, no qual os processos morfoclimáticos e pedogenéticos ocupariam uma posição destacada, pois, obteria uma cronologia evolutiva da paisagem analisada, onde dados minuciosos e pormenorizados são de vital importância à análise e assim:

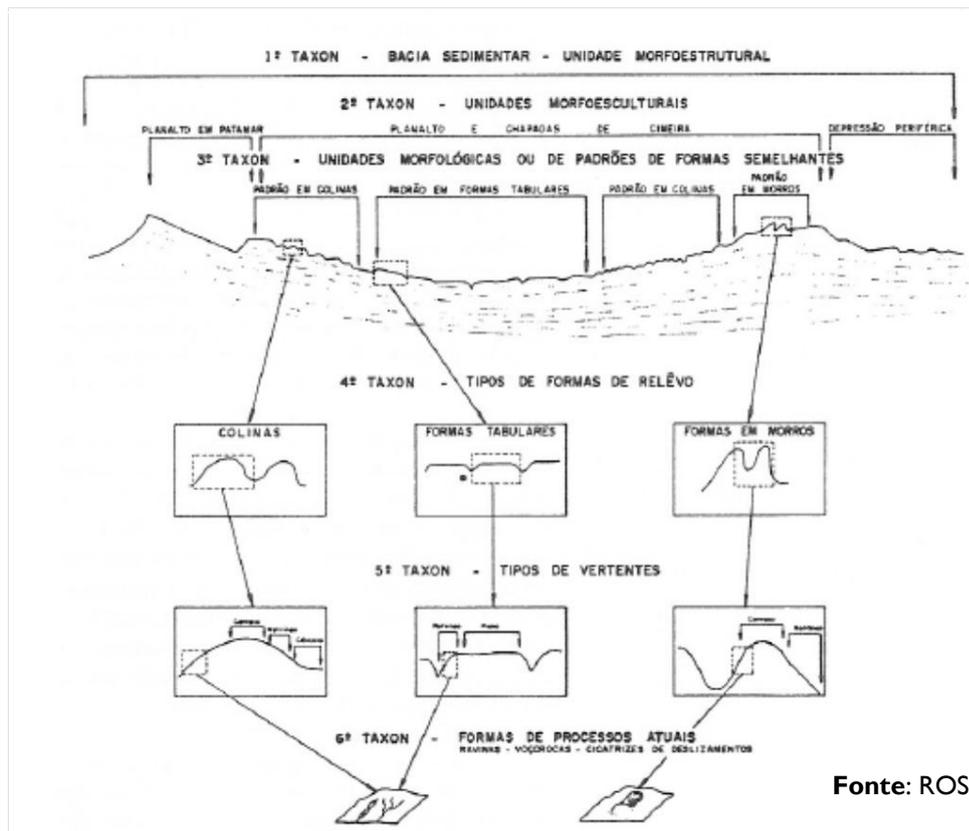
Há que entender a fisiologia da paisagem apoiada, pelo menos, nos seguintes conhecimentos: a sucessão habitual do tempo e atuação de fatos climáticos não habituais, a ocorrência de processos espasmódicos, a hidrodinâmica global da área e, ainda, levando-se em conta os processos biogênicos, químicos interrelacionados (AB'SÁBER, *op. cit.*).

A proposta de Ab'Sáber, embora muito útil na identificação evolutiva dos modelados do relevo e, por consequência, na própria compreensão da paisagem derivada desta, só considera os fatores naturais e os seus elementos na cronologia das mesmas, mesmo que no momento da publicação do estudo (1969), a integração humana às paisagens ainda não encontrava trabalhos mais concretos.

Buscando também compreender os estudos relacionados ao relevo Ross propôs em 1992, uma classificação taxonômica do relevo em seis táxons. Para esta classificação, o mesmo se baseou nos estudos de Penck (1958) que compreendeu a origem dos modelados terrestre como o resultado de forças motoras antagônicas endógenas e exógenas que são vistas nas formas de relevo pequenas, médias e também nas grandes da epiderme terrena.

O autor lembra que esta proposição, não possui a rigidez da escala espaço-temporal vista nas classificações de Tricart e Caileux (1956) e também a de Mescerjakov (1968), mas amplia a proposta taxonômica de Demek (1967) concernente à análise e a classificação cartográfica dos eventos geomorfológicos em diversas e variadas escalas (figura 51). Ross (1992) lembra que os conceitos de *morfoescultura* e *morfoestrutura*, que são utilizados na classificação dos táxons, foram elaborados por Guerasimov (1964) e Mescerjakov (*op. cit.*).

Figura 51. Taxonomia do relevo.



O primeiro táxon se refere às unidades morfoestruturais, ou seja, as maiores dimensões visíveis na paisagem e que estão relacionadas aos fatores genéticos do relevo, como as bacias sedimentares no esquema da página anterior, e são determinantes de grandes formas que são geradas a partir da unidade morfoestrutural inicial.

O segundo táxon se relaciona as unidades morfoestruturais que tem a sua gênese devido à dinâmica climática que ocorre ao longo do tempo escalar geológico, no interior da própria morfoestrutura, como as depressões periféricas, as chapadas e os planaltos de cimeira. Já o terceiro táxon inclui os padrões de formas que são semelhantes ao táxon anterior, mas os efeitos da ação climática são bem mais visíveis e facilmente verificáveis, pois tem morfologias e morfometrias bem parecidas como o padrão tabular ou em colinas.

Em níveis inferiores, aparecem os últimos três táxons que para Ross (1992, p.19) circunscrevem: “as dimensões espaciais menores – as formas de relevo, as vertentes, as formas atuais (ravinas, voçorocas e cicatrizes de deslizamentos, terracetes de pisoteio, entre outros)”. Portanto no 4º táxon têm-se formas individuais que são definidoras de formas individuais que determinam a unidade morfológica ou padrão semelhante como as planícies fluviais ou os terraços marinhos.

As formas de vertentes ocupam o 5º táxon e estes, pertencem às formas de relevo que foram individualizadas. São geneticamente distintas e cada um dos setores das vertentes mostram-se distintos (ROSS, *op. cit.*). O 6º táxon compreende as formas de relevo menores que são vistas ao longo das vertentes que tem a sua origem em processos erosivos atuais ou depósitos atuais, como é o caso de voçorocas, cicatrizes de deslizamento. Mas dada a ação geomorfológica humana, o mesmo autor pondera que as formas geradas pelas ações antrópicas com os taludes feitos em cortes de encostas e os aterros sanitários; são também pertencentes a este táxon.

Assim, esta classificação visa reportar ao relevo, a sua importância no contexto dos estudos geomorfológicos, pois são “os pisos sobre os quais se fixam as populações humanas e são desenvolvidas suas atividades, derivando daí valores econômicos e sociais que lhe são atribuídos” (MARQUES, 2011, p. 25) e, portanto, são elementos integrantes da própria dinâmica socioeconômica e cultural humana.

Ab’Sáber (1997) menciona que cada paisagem e também os espaços ecológicos, são complicadas heranças, um legado que acumula interferências gestadas ao longo de tempos imensos e são de difícil acompanhamento. São segundo o autor (IDEM, p. 01) “herança de processos geológicos e fisiográficos. Herança de uma longa história vegetacional, traduzida em biodiversidades regionais”. Desde modo, as formas assumidas pelo relevo são de grande relevância aos estudos que relacionam a intervenções pontuais ou intensivas sobre a paisagem.

Deste modo, segundo Ross (2006, p. 61):

Para cada ambiente natural, é possível e desejável o desenvolvimento de atividades produtivas, que sejam compatíveis com suas potencialidades, de um lado, e com suas fragilidades ambientais, de outro. Nesse contexto, o relevo funciona como variável importante, indicador dos diferentes ambientes que favorecem ou dificultam as práticas econômicas, responsáveis pelos arranjos espaciais e pelo processo de produção dos espaços.

Portanto, na Geografia Física o relevo estudado no âmbito da geomorfologia passa a assumir na visão de Casseti (1991), uma dimensão de globalidade correspondente ao temário ambiental, pois é um receptor direto no estrato geográfico; de todas as questões que envolvem a relação do homem com o meio natural e por isso, pressupõe que se faça

uma análise em uma perspectiva integrada e sistêmica; e na Geografia a visão geossistêmica; se permite a tal estudo.

2.3. A Visão Sistêmica Aplicada à Geografia Física

Ao fazer menção sobre o termo pessoalmente intitulado *Sistema Terra-Vida*, Cockell (2011, p. 11) comenta que “a vida neste ambiente (*a Terra*) misterioso e belo é resultado da interação complexa de um grande número de processos – físicos, químicos, biológicos e geológicos – que atuam sobre uma vasta gama de escalas temporais e espaciais”. A ideia de compreender a relação integrada que rege a própria origem dos elementos componentes da natureza está presente na própria concepção da procedência da vida biológica no planeta, como uma interação conjunta de fatores e mecanismos físico-químicos e não, um evento fortuito terreno.

Para Bolós e Capdevila (1981, p. 48) referenciando Bertrand (1978; 1981) “es necesario llegar, em Geografía física, a definir el conjunto ordenado capaz de reunir la realidad integrada, como em Biología el ecosistema”. Assim, a noção de uma Geografia integrada deve permear a disciplina e a mesma buscando admitir que a compartimentação teórico-metodológica que sofre em séculos anteriores, deve ser superada.

Esta percepção da integração de eventos naturais como a causa comum aos fenômenos da paisagem, foi importante ao próprio desenvolvimento e consolidação da Geografia no início do século XX, pois veio a favorecer e dinamizar os estudos executados por esta ciência desde então. De início, a influência trazida pelos estudos biológicos teóricos na década de 1930 foram oriundos de uma tendência em compreender a ecologia enquanto uma ciência sistêmica e integrada foi absorvida pela produção geográfica deste período e, importante ressaltar que a mesma analogia foi adotada em várias outras disciplinas.

A principal fonte que serve de norte ao uso da perspectiva integrada, tem sua origem em 1932 com a obra de Ludwing Von Bertalanffy, *Teoria Geral dos Sistemas*, que encontra aplicação em vários outros campos do conhecimento científico. Para o autor:

É necessário estudar não somente partes e processos isoladamente, mas também resolver os decisivos problemas encontrados na organização e na ordem que os unifica, resultante da interação dinâmica das partes, tornando

o comportamento das partes diferente quando estudado isoladamente e quando tratado no todo (BERTALANFFY, 1975, p. 53).

A Teoria Geral dos Sistemas (TGS) então nasce como uma proposta de integração de fatos e elementos individuais que são usados para se autoexplicarem e também interpretarem a própria totalidade do evento, que poderia romper com que o Bertalanffy (*op cit.*) chama de “encapsulamento” de universos privados da ciência, onde a especialização do conhecimento, na visão do autor, gera a falta de integração da própria ciência e a compreensão fragmentária da realidade.

Em consonância com esta concepção e considerando a essência compartimentada que a Geografia adotou sob o prisma do positivismo no final do século XIX e sendo reafirmada no século seguinte, a TGS foi vista como uma oportunidade teórica de integrar os campos díspares da disciplina sob um ponto de vista sistêmico.

Vitte (2007) argumenta que houve a compreensão de Rougerie e Beroutchachavili (1991) da abordagem da paisagem como a grande característica que se identificará na Geografia Física no século XIX em que os trabalhos produzidos neste período, teriam um cunho regionalista e com análises descritivas. Mas é na década de 1960 que se opera a grande transformação:

[...] particularmente na termodinâmica, e com o desenvolvimento da Teoria Geral dos Sistemas (Chorley e Kennedy, 1971; Christofoletti, 1999), o espaço passa a ser visto como um conjunto estruturado de objetos e/ou atributos no qual as inter-relações estruturais e funcionais criaram uma inteireza que obviamente não se encontraria quando desagregado. O objeto da geografia passa a ser compreendido como o estudo da organização espacial, que resultaria da interação de dois subsistemas: o geossistema e o sistema socioeconômico e cultural. (VITTE, 2007, p. 39)

A perspectiva dos sistemas dentro da Geografia Física encontrou ecos mais fortes no âmbito da geomorfologia, e o estudo de Chorley desenvolvido na década de 1940 intitulado “sistema de erosão” foi dos primeiros a analisar de forma pioneira a abordagem sistêmica na Geografia Física.

Contribuindo para a inserção da perspectiva sistêmica na Geografia, Christofolletti (1979) expõe subsídios de outros autores na definição e classificação dos sistemas: Hall e Fagen (1956, p. 18) consideram “um sistema como um conjunto dos elementos e das relações entre eles e seus atributos” [...]; para Thornes e Brunson (1977, p. 10) o sistema é o “conjunto de objetos ou atributos e das suas relações, que se encontram organizados para executar uma função particular” [...]. Já Miller (1965, p. 200) assinala que “um sistema é um conjunto de unidades com relações entre si. A palavra ‘conjunto’ implica que as unidades possuem propriedades comuns” [...].

Christofolletti (IDEM, p. 02/03) ainda compreende, a partir das definições acima, que os sistemas devem ter:

1. *Elementos ou unidades* - que formam as suas partes componentes;
2. *Relações* - os elementos integrados do sistema encontram-se interrelacionados, um dependendo dos outros, através de ligações que denunciam os fluxos;
3. *Atributos* – são as qualidades que se atribuem aos elementos ou ao sistema, a fim de caracterizá-lo;
4. *Entrada (input)* – é constituído por aquilo que o sistema recebe;
5. *Saída (output)* – as entradas recebidas pelo sistema sofrem transformações em seu interior e, depois, são encaminhadas para fora. Todo o produto fornecido pelo sistema representa um tipo de saída.

Como se percebe, os componentes de um sistema devem ser vistos como “peças” dentro de uma engrenagem maior, mas que são, na mesma proporção, importantes ao funcionamento total do universo. Cada uma das “peças” é voltada a realizar uma determinada finalidade dentro do conjunto e cada tarefa, tem uma grande essencialidade para o dinamismo do conjunto.

A aplicação dos sistemas em Geografia deve-se à preocupação com uma abordagem analítica que faltava à disciplina, pois a integração dos elementos que são formadores de um determinado fenômeno físico era um aspecto que ainda não chamava a atenção dos geógrafos sendo, portanto, uma lacuna se deveria ser preenchida por esta nova inclinação teórica já que com ela, havia a necessidade da análise dos subconjuntos e das partes componentes a fim de ter uma compreensão das relações entre si.

No conhecimento geográfico, já se considerou como ideal, catalogar separadamente todas as facetas do meio ambiente físico e de todos os fatos e distribuições das atividades humanas em determinado lugar. Nessa

perspectiva, a Geografia encontra-se caracterizada pela desagregação em inúmeros elementos componentes. Esta abordagem é denominada de *reduccionismo*. (CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 04).

Esta perspectiva analítica, embora ainda encontre entusiastas, e por muito tempo foi a principal faceta assumida pelos estudos geográficos, não se mostra adequada a abordagem que se pretende fazer neste trabalho e, portanto, a análise holística, em uma proposição integradora e sistêmica, é a que se alinha a proposta de pesquisa a ser desenvolvida, pois compreende-se que a realidade é uma totalidade interligada e que os elementos da natureza e da sociedade formam interdependências intrínsecas são fatos que não se revelam nos estudos reducionistas, que são comuns na maioria das análises geográficas.

A adoção desta proposta metodológica encontra respaldo em Ab' Sáber:

[...] centrar observações sobre as feições topográficas, as médias climáticas e a hidrografia. Além de aperfeiçoar o tratamento de tais fatos, é preciso realizar uma trajetória entre o mundo físico, o mundo geoecológico e o biótico regional, culminando nas apreciações do delicado e complexo problema das ações antrópicas cumulativas, que responderam pela conjuntura e dinâmica do chamado espaço total regional (2005, p. 98).

Vale salientar que não se propõe renunciar ou negar a importância que os estudos reducionistas tiveram no próprio desenvolvimento da Geografia, pois este de início foi responsável pela construção das análises que se fizeram da natureza e de seus elementos. Concordando com Christofolletti (*op. cit.*) “torna-se inadequado entender que haja oposição entre as perspectivas reducionista e holística. Elas complementam-se e se tornam necessárias aos procedimentos de análise em todas as disciplinas científicas”.

Portanto, os estudos holísticos; termo utilizado por Jan Smuts em 1926 e que pressupõe uma análise centrada no nível do próprio elemento, e em tal perspectiva, a natureza tenderia a produzir conjuntos a partir de estruturas unitárias existentes, no qual revelaria que o funcionamento global afetaria as suas partes componentes, contrário às partes isoladas (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Os estudos holísticos podem ser conceituados como os que buscam: “compreender o conjunto mais do que as suas partes e sugere que o todo é maior que a somatória das propriedades e relações de suas partes, pois há o surgimento de novas propriedades que

não emergem do conhecimento das suas partes constituintes” (CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 04). Assim, entende-se que o todo tem propriedades que as partes não podem explicar.

Na perspectiva adotada pelo estudo holístico, demonstra-se que a própria natureza forma um todo integrado e não fragmentária, onde as suas partes se interconectam e comunicam de tal forma, que permita a compreensão de sua totalidade, pois este é muito mais do que simplesmente a soma de partes, é algo coeso; complexo e que também guarda particularidades.

Ao recuperar o conceito de paisagem na Geografia, pode-se ainda compreendê-la como um resultado de uma relação de interdependência entre processos passados e ações atuais (AB’SÁBER, 1969), onde as ações passadas serviram de mote para as formas presentes e as feições que assume, mais os processos atuais que dinamizam a mesma paisagem. A compreensão desta situação passa também pela consideração da integridade que é guardada em cada paisagem, uma totalidade não-dissociada, onde os seus componentes se ligam por meios de relações com forte dependência.

Este mesmo entendimento é encontrado em Caseti (2004, p. 161), pois diante da desintegração teórica e metodológica que são vistas na ciência: “torna-se necessário compreender os fenômenos em sua integridade (o mundo não pode ser analisado a partir de elementos isolados), buscando suas conexões locais e não-locais para entender o espaço em sua essência”.

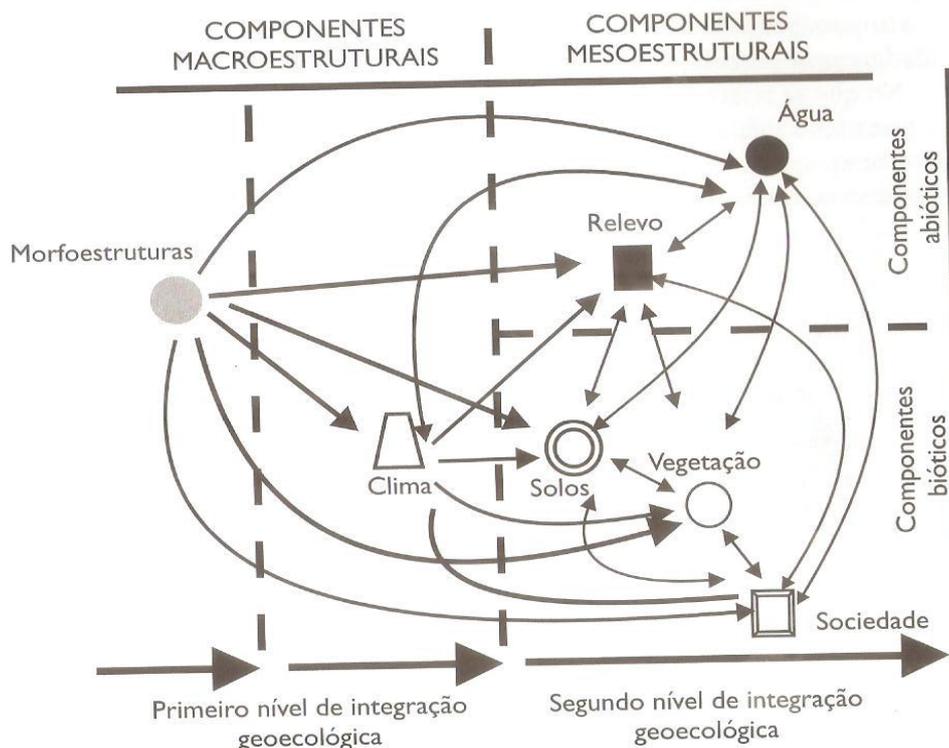
Tais situações nos lança ao que Figueiró (2011, p. 35) chama de “duplo desafio metodológico na Geografia Física contemporânea” que perpassa na descoberta de uma escala eficiente de trabalho que permita a visualização de diferentes fenômenos em grandezas díspares e também como tecer uma articulação entre os mais variados tipos de abordagens e demandas que surgem na pós-modernidade (IDEM/IBDEM).

Quando se considera a escala dos fenômenos, deve-se levar em consideração que há uma relação implícita que envolve a não dicotomia entre o tamanho e o nível de complexidade da realidade/relação associada ao fenômeno a ser analisada, pois a escala confere visualidade ao fenômeno (CASTRO, 2011).

Por conseguinte, entende-se que cada fenômeno, quando se parte do princípio da integridade destes (figura 52) e considerando a escala de trabalho a ser adotada, deve-se pôr

em evidência que os componentes possuem controles que estão associados a níveis escalares diferentes e que assim dimensionam a análise a ser feita.

Figura 52. Modelo de integração dos elementos componentes da paisagem nas diferentes escalas de articulação.



Fonte: FIGUEIRÓ, 2011.

Apenas um método que seja capaz de lançar olhares sobre o tamanho escalar de cada fenômeno físico da Geografia no mesmo lance, será realmente eficaz no estudo da interação funcional entre os elementos que constituem a própria natureza, método este que pressupõe considerar também a síntese macroscópica de cada situação analítica.

Deste modo, “parte-se da análise dos elementos mais simples, mais independentes, para as partes mais dependentes, em interação, em processo ou em rede” (FIGUEIRÓ, 2011, p. 37). Assim podemos assumir que a Geografia Física, de início focada em uma análise compartimentada, unifocal, não se organizou no sentido de um estudo interacional, se voltando a análises ainda lineares e verticalizadas de causa-efeito dispostos sobre a paisagem.

A Geografia Física se vê, diante da proposta holística-integradora-sistêmica, com uma oportunidade de caminhar para análises não-cartesianas, para uma experimentação

metodológica que possa “filtrar os detalhes e amplifica as interconexões que os une” (ROSNAY, 1971 *apud* FIGUEIRÓ, *op. cit.*), na qual a natureza possa ser considerada em sua totalidade complexa e inserindo-se os entes físicos, biológicos e sociais. A abordagem geossistêmica, foi um destes pontos de convergência nesta perspectiva.

2.4. OS Geossistemas como um Método à Abordagem da Paisagem e da Natureza em Geografia Física

Enfocando diretamente a importância da paisagem aos estudos da Geografia, Bertrand (2009) lembra que muitos geógrafos só começaram a despertar para os estudos do meio natural ao observar a paisagem, em suas formas e funcionamento, pois, é nesta que o inesgotável debate entre sociedade-natureza toma forma e constância e é posta como uma prática geográfica explícita.

Mesmo que para alguns geógrafos o termo paisagem ainda guarde certa ambiguidade de ordem epistemológica ao ponto de quase ficar equívoco para Geografia Física moderna e por isto, não ter sido feito, nas palavras de Bertrand (*op cit.*) nenhum estudo mais adequado. A pesquisa geomorfológica, “inflada” por vários métodos analíticos e também esvaziada por graves ausências, pareceu de início, apartar o estudo da paisagem como uma de suas proposições de método, ao considerá-la em seus componentes e não em seu conjunto total. Assim, via-se a paisagem como um conteúdo separatista, embora esta pertença ao conjunto da Geografia Física global.

A paisagem integra-se a Geografia no século XIX, sob um contexto de natureza enquanto entidade fisionômica, pelos alemães, com o vocábulo *Landschaft*, enfocando o que se vê com o olhar ou no espaço. Contemplando um foque naturalista, a perspectiva científica é dada a paisagem por meio das contribuições feitas por Humboldt que “em vez das classificações taxonômicas então reinantes, prefere ressaltar a fisionomia do *pays*, o aspecto da vegetação... e abranger tanto o clima e sua influencia sobre os seres organizados, como o aspecto da paisagem, variada conforme a natureza do solo e de sua cobertura vegetal” (CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 38).

Então se compreende que as incursões de Humboldt fora essenciais à constituição de um estudo da paisagem no século XIX, pois as bases para a *Landschaftskunde* ou *ciência da paisagem* (IDEM/IBDEM) foram lançadas sob uma perspectiva de um território-estrato como

fonte de concretude e expressão espacial das próprias estruturas que a natureza apresenta em seus elementos componentes e nas leis que a regem.

Nota-se que, de início, a concepção de paisagem foi dotada de um forte teor naturalista, o que tornava quase iminente uma maior valorização dos aspectos morfológicos e da cobertura vegetal como definidores da própria paisagem, por serem os aspectos mais externos e evidentes da mesma. Assim, partia-se também para um “cisma” entre as paisagens que se derivariam dos componentes naturais (*paisagens naturais*) daquelas que comportariam elementos da dinâmica humana (*paisagens culturais*). Uma nova ruptura parecia, então, novamente se configurar na Geografia.

Christofoletti (1999) lembra que para contrabalancear esse contexto, citando Schmithusen (1942), propõe que a Geografia considerasse e estudasse o fenômeno global da paisagem como um todo e Christofoletti (*op. cit.*) ainda destaca que o trabalho de Carl Sauer (1925) intitulado *The Morphology of Landscape*, foi uma importante contribuição para “estabelecer o conceito unitário de geografia, porque a finalidade deste trabalho era de encontrar para esta disciplina um lugar preciso no campo do conhecimento” (p. 39).

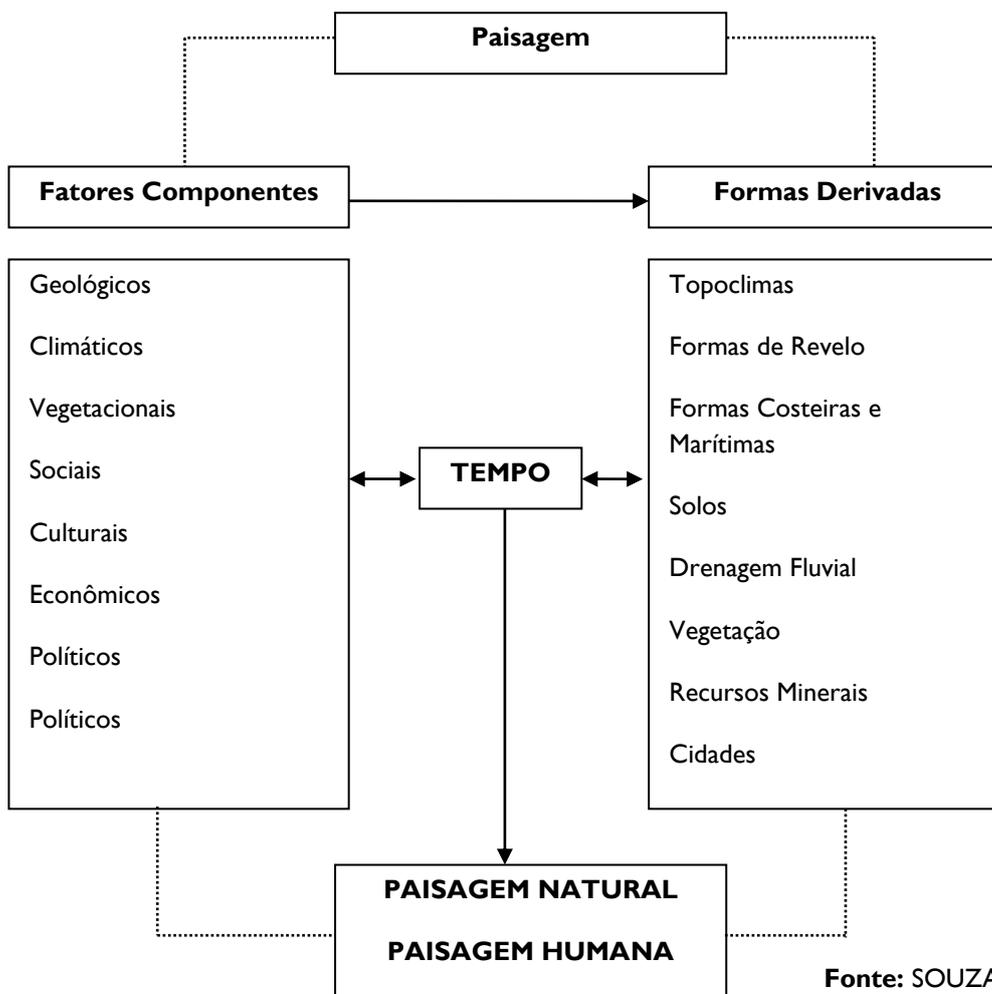
Decididamente, a paisagem é um organismo complexo, pois é feita pela associação específica de formas naturais e é apreendida pela análise morfológica, mas em seu conteúdo, também se mostram combinações de obras humanas, que se refletem no uso que é dado as mesmas e que conferem a identidade cultural das sociedades que passam sobre elas em vários momentos da história (Figura 53).

Bertrand (2009) comenta que o determinismo abrupto na noção de *Landschaft* da geografia alemã afeta a iniciativa de se compreender a integração dos elementos da paisagem por meio de uma base unificada na segunda metade do século XIX, mas Carl Troll, já referenciado neste trabalho, retoma a ideia da paisagem como mediadora da relação homem-meio.

Apoiado nos estudos da nascente ecologia, Troll propõe fazer uma relação da ecologia com a paisagem em 1938 e cria as bases para a *Landschaftsokology* ou a *Ecologia da Paisagem*, que enfoca um estudo da paisagem sob o ponto de vista da ecologia. Neste estudo, salienta Christofoletti (1999) a perspectiva era a de não se restringir apenas às paisagens naturais, mas também englobar as paisagens derivadas da ação humana. A intenção era de

focar a ecologia da paisagem aos propósitos humanos como os planejamentos territoriais, urbanos e regionais.

Figura 53. Os fatores componentes da paisagem e as formas derivadas.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2012.

Bertrand (2009) ainda lembra que na concepção da *Landschaftsokology*, as paisagens são divididas em “ecópotos”, perfazendo unidades comparáveis aos ecossistemas, em razão de sua dimensão escalar. Também para Bertrand “este método representa um progresso decisivo sobre os estudos fragmentados dos geógrafos e dos biogeógrafos, porque ele reagrupa todos os elementos da paisagem, e o lugar reservado ao fenômeno antrópico é bem importante nele” (IDEM, p. 37).

Outro aspecto que merece ser observado e que é interessante aos geógrafos; refere-se a noção de ecologia da paisagem; na qual a mesma revela-se imprecisa, pois nesta se

evidenciava o problema de representação cartográfica dos fenômenos que se desenvolveriam dentro desta perspectiva e nem a estruturação de níveis hierárquicos é invocada (BERTRAND, 2009). Entretanto a ideia de análise integrada ainda permanece como uma valiosa contribuição dos estudos de Troll.

Até mesmo com as lacunas deixadas pela ecologia das paisagens, era quase um consenso que as análises da Geografia Física deveriam rumar para um conhecimento integrado e sistêmico da natureza e que a paisagem representaria uma importante engrenagem ou ponto de partida para a compreensão das ações dos elementos biofísicos sobre o estrato geográfico.

Neste sentido, Jean Tricart emerge concebendo a Terra como um planeta vivo e com uma ordenação do meio natural. Conforme Christofolletti (1999, p. 40) “essa proposição torna-se mais sistematizada com o delineamento da Ecodinâmica (TRICART, 1976; 1977) e a focalização da análise sistêmica do meio natural (TRICART, 1979)”, esta seria a base para uma geografia ecológica, que veria a natureza e a sociedade no contexto de um entendimento abordado de maneira integrada, sobretudo considerando as questões do meio natural sob os efeitos das ações da sociedade (ROSS, 2006).

Tricart (1977) lembra que ótica dinâmica deve se impor na concepção de análise da organização do espaço, pois, o próprio termo, pressupõe a intervenção em um meio não inerte e que é mutável de acordo com os conteúdos que recebe e que, neste ponto, a ação humana:

[...] é exercida em uma Natureza mutante, que evolui segundo leis próprias, das quais percebemos, de mais a mais, a complexidade. Não podemos nos limitar à descrição fisiográfica, do mesmo modo que o médico não pode se contentar com a anatomia. Estudar a organização do espaço é determinar como uma ação se insere na dinâmica natural, para corrigir certos aspectos desfavoráveis e para facilitar a exploração dos recursos ecológicos que o meio oferece (IDEM, p. 35).

Assim, percebe-se que o exame integrado do meio natural e a própria inserção do homem, consiste em também verificar como se dá a própria organização espacial do estrato geográfico, portanto; esta concepção deveria ser incorporada pela Geografia, pois este conceito englobaria um sistema funcional e estruturado espacialmente, além de incluir, implicitamente, a abordagem holística como base científica de análise.

Alinhando-se a esta proposição, Christofolletti (1999) lembra que ao considerar o termo *organização*, é expresso que existe uma determinada ordem e entrosamento entre partes componentes de conjunto; e assim o funcionamento e a interação do conjunto seria então, a resposta à ação dos processos que dinamizam a relação entre os mesmos componentes. Nesta perspectiva, abre-se a possibilidade de se perceber que existem diferentes níveis de organização, mas os que realmente despertam atenção por parte da Geografia são os que envolvem a característica espacial.

A noção de espaço envolve, necessariamente, a existência de uma área ou de uma extensão delimitável e conhecida e, para a Geografia, seria a própria superfície terrestre, este espaço de estudo. Desta forma, mesmo considerando a organização espacial como o principal mecanismo analítico da ciência geográfica, o espaço ainda surge como uma das identidades pela qual ainda a ciência é reconhecida.

Mas “a geografia não é o estudo do espaço nem simplesmente dos lugares, mas sim da organização espacial. A dimensão espacial é atributo e qualitativo para caracterizar inicialmente o objeto de significância geográfica, mas não constitui o objeto da Geografia” (CHRISTOFOLLETTI, 1999, p. 41), logo, o estudo integrado é uma dos conteúdos que estão evidentes na concepção de organização espacial da Geografia. Mas também se entende que o lugar pode ser citado como a menor porção que se pode avaliar e agrupar os elementos e as variáveis de estudo daquela disciplina.

Na compreensão desta abordagem, surge também a necessidade de entender que os diversos lugares apresentam uma conexão funcional com outros e assim, podem ser partes integrantes de uma unidade funcional de hierarquia maior, a *região* e que nesta, se vê outro modelo de organização espacial que é oriundo dos lugares que a formam. E com esta perspectiva, vai se alterando a grandeza escalar e hierárquica até que se chegue ao próprio globo terrestre, como o nível final a ser analisado (CHRISTOFOLLETTI, *op cit*).

Tendo um objeto de pesquisa definido - a *organização espacial* - a Geografia pode se prestar a fazer esquemas de análises que visem reforçar os seus diagnósticos e para tal, outras disciplinas e campos analíticos são agregados aos estudos geográficos com esta finalidade. Então, ao se propor a fazer esta “teia científica” de grande complexidade, pois nem todas as abordagens de outras disciplinas se alinham às da Geografia, a perspectiva sistêmica se mostra bem interessante. Assim:

“[...] dois componentes básicos entram em sua estruturação e funcionamento [da geografia], representados pelas características do sistema ambiental físico e pelas do sistema sócio-econômico. O primeiro constitui o campo de ação da Geografia Física enquanto o segundo corresponde ao da Geografia Humana” (CHRISTOFOLETTI, 1999, p 41), (*acréscimo do autor*).

Cavalcanti *et al* (2010) menciona que a ideia de *Complexos Territoriais Naturais* (CTN) que fora proposta por Vasiliy V. Dokuchaev (1898) serviu de base para que Lev Semionovich Berg (1913), propusesse a noção de *Geografia das Paisagens* que, como preocupação geral deveria se ater à padrões espaciais que teriam uma forte relação entre os componentes da natureza, uma concepção que por conseguinte fatalmente se alinha à noção funcional e espacial da natureza integrada; uma vez que aos CTN, se incorpora a Teoria Geral dos Sistemas, o que dá uma nova dinâmica ao estudo da paisagem pela Geografia, ao considerá-la como um sistema ambiental.

Nesta esteira de novas ideias sobre o estudo dos CTN, a contribuição dada por Viktor Borisovich Sotchava, conforme Cavalcanti *et al* (*op. cit*), foi uma das mais significativas. O pesquisador russo propõe o vocábulo *geossistema*, mas lembra de que o mesmo não substitui as propostas anteriores, mas soma-se às formulações antecedentes. Igualmente, o estudo da paisagem pela Geografia segue um novo rumo à integração dos componentes físicos a serem analisados.

Em um contexto de Geografia utilitarista desenvolvido na década de 1960, é que se dá a formulação da teoria geossistêmica entre os geógrafos russos. Ross (2006) comenta que estes profissionais demonstraram a importância da Geografia dentro do pragmatismo da política e da economia soviética e por isto, concepções geográficas alinhadas a uma abordagem de forte vínculo com a natureza, acabam se desenvolvendo.

Imersos em uma corrida pela hegemonia no cenário biopolar que se desenhava durante a Guerra Fria, o então estado soviético incita a produção de um conhecimento científico que pudesse atender aos seus interesses estratégicos imediatos e por isto, buscam interpretar como se estruturam e relacionam os recursos ambientais disponíveis e a dinâmica social existente sobre eles.

Na Geografia Física, os sistemas ambientais são a inquietação que este ramo da disciplina possui, todavia da mesma forma, pressupõe-se ainda que a chave de análise deste sistema deva-se a organização espacial; pois estes podem se arranjar de maneira funcional e

interacional e, portanto, tem uma disposição específica. Assim sendo, podemos dizer que esta organização espacial dos sistemas ambientais físicos é o *geossistema*. Para Corrêa (2006), o *geossistema* resgatou a ideia de totalidade na Geografia que havia se perdido no momento de sua setorização no século anterior.

Os dois textos de Sotchava (1962; 1963) que foram traduzidos para o Brasil pelo professor Carlos Augusto Figueiredo de Monteiro na década de 1980, foram seminais para a entrada da teoria dos *geossistemas* nos meios científicos nacionais e a estes, outros importantes trabalhos experimentais e teóricos também dão uma nova “musculatura” à teoria como Bertrand (1972) e Beruchashvili (1977; 1978). Vale também citar o texto de Maria Bólos Capdevilla (1981) em espanhol, que aprimora ainda mais as proposições metodológicas de Sotchava.

As primeiras referências teóricas sobre uma análise integrada da natureza são vistas nos já clássicos textos de pesquisadores externos como SOTCHAVA (1977); TRICART (1977), BERTRAND (1982) e os de CHRISTOFOLETTI (1979) e MONTEIRO (2000) como os geógrafos nacionais que também busca esta perspectiva neste caminho analítico (SUETERGARAY, 2004).

Para Sotchava (1978 *apud* ROSS, 2006) os *geossistema* são uma classe peculiar de sistemas dinâmicos abertos e hierarquicamente organizados e que se manifestam no espaço físico-territorial. Permitem que se crie uma unidade dinâmica em que participem todos os componentes do mesmo. Por isto que o conceito de *geossistema*, apesar de possuir uma mesma base teórica com a do ecossistema, difere-se deste na medida em que neste último, os complexos são monocêntricos e partem de um ponto de vista biológico.

Adotando esta análise, Bertrand (2009, p. 93) entende o *geossistema* como um “conceito territorial, uma unidade espacial bem delimitada e analisada a uma dada escala; o *geossistema* é muito mais amplo que o ecossistema, ao qual cabe, deste modo, uma parte do sistema geográfico natural”. Este geógrafo francês amplia ainda mais o horizonte analítico iniciado em Sotchava, pois entende que a sucessão de tempos e a diversidade de paisagens são também determinantes ao próprio estudo da natureza nos *geossistemas*.

Então, se distinguiriam em um *geossistema*, conforme Bertrand (IDEM) três tipos de componentes:

- Os componentes abióticos (litosfera, atmosfera e hidrosfera) que formam o geoma;

- Os componentes bióticos ou biomassa (fitomassa e zoomassa) que constituem o bioma;
- Componentes antrópicos.

Na interface destes surgem os elementos considerados de contato, ou seja, aqueles que pode ser constituir em uma espécie de zona de transição de um componente em relação ao outro; como o solo ou as próprias camadas da atmosfera e que são também influenciados pela biomassa gerada nos mesmos componentes (BERTRAND, 2009).

Em outra proposição, Cavalcanti *et al* (2010, p. 542) entende o geossistema como o “um complexo natural que apresentam um padrão espacial (territorial) resultante de sua história, sua autonomia funcional e da função que desempenha no contexto em que está inserido. *Geossistemas* mudam com o tempo (são sistemas dinâmicos), pois tem uma história”.

O mesmo autor, citando Kruhlov (1999) e Semanov, Antipov, Suvorov (2007) ainda identifica que o estudo do geossistema é realizado em três linhas de abordagem que são a *tipológica*, *corológica* e a *dinâmica*. A primeira linha se atém à classificação dos geossistemas com bases nos tipos de elementos que determinam o seu padrão espacial homogêneo⁶, onde descritores físicos como o relevo, o substrato e a vegetação estariam entre os componentes analisados.

A segunda linha, a corológica, se destinaria a explicar as relações espaciais que são estabelecidas entre os *geômeros* e que originariam, a seguir, um *geócoro*, na perspectiva de compreender como os *geômeros* se estruturam no espaço e em condições hierárquicas para interagir trocando matéria e energia. Já a linha dinâmica, trata da mutação que os geossistemas vão sofrendo com o tempo, através dos *epigeômeros* e suas variações de estado, tanto em nível *funcional* como *evolutivo*⁷ (CAVALCANTI *et al*, *op. cit*).

Bólos y Capdevila (1981, p. 51), ao analisar a concepção dos *geossistema* e como este se aplica aos estudos integrativos da paisagem, menciona que o mesmo pode ser entendido como um processo e relata que:

⁶ Ainda segundo Cavalcanti *et al* (2010) a linha tipológica, ao considerar um padrão homogêneo, constituiria, assim, um *geômero*.

⁷ O nível funcional de um *epigeômero* se relaciona a uma dinâmica de curto prazo, podendo ser diária, semanal, anual... Já o nível evolutivo se refere às dinâmicas em longo prazo: secular milenar... Ver Cavalcanti *et al*. (*op. cit*) para mais detalhes.

“en el geosistema encontramos como en cualquier sistema unos elementos, los subsistemas, en interconexión que evolucionan en bloque hacia una dirección concreta. El mecanismo de esta evolución responde a la entrada de una determinada energía, cuyas características intrínsecas por un lado y sus efectos sobre el complicado mecanismo que ponen en marcha, por el otro, contribuyen a caracterizar al geosistema ya que permite definir aspectos muy importantes del mismo. Gracias a esta transformación constante del conjunto del sistema es que se puede definir también el geosistema como un proceso”.

Logo, considerando o nível de análise do *geossistema*, se distinguiriam também estruturas analíticas nos mesmos, de acordo com a distribuição espacial dos componentes, levando em consideração o plano vertical e o plano horizontal. Então estariam presentes na estrutura geossistêmica, segundo Bertrand (2009, p. 94):

O *geohorizonte*: a estrutura vertical interna de um *geossistema* é determinada pela estratificação em *geohorizontes*. Em um determinado momento, um *geohorizonte* se caracteriza por uma fisionomia (envoltório, forma, volume, textura, cor), por massas (massa total ou massa de cada componente), por energia (energia total ou energia de cada componente) [...]. Os *geohorizontes* são as estruturas verticais homogêneas que se superpõem uma às outras. (*grifos do autor*)

Uma vez ainda, levando em conta que a paisagem pode arrumar-se em níveis organizacionais hierárquicos segundo Isachenko (1973) citado por Cavalcanti *et al*, (2010) podemos distinguir, então, cinco níveis: três principais (*fáceis*, *urochishche* e *landschaft*) dois intermediários (*podurochishche* e *mestnost*) e quatro superiores (*zona*, *subzona*, *província* e *subprovíncia*). Sendo a unidade mínima de análise do geossistema a *fácie*.

A *fácie*, na estrutura geossistêmica, corresponde a um elemento específico em termos funcionais e possui, como ressaltado por Cavalcanti *et al* (*op. cit*, p. 542) mencionando Isachenko (*op. cit*), dois componentes: o sítio, que “fornece substâncias e as condições para que estas circulem; devidamente constituída por um segmento de relevo e um substrato homogêneo [...]” e a cobertura que “diz respeito à estrutura vegetal que cobre o sítio”. A *fácie* é discernível através dos segmentos apresentados em uma vertente, que são identificáveis por diferenças clinográficas, na cartografia, por meio da ruptura de declives, de acordo com a escala de trabalho adota e na própria paisagem com a observação de clinômetros (IDEM/IBDEM).

BERTRAND (2009, p. 93) lembra que ainda complementa a estrutura dos *geossistemas*:

O *geofáceis*: a estrutura horizontal interna de um *geossistema* é constituída, por um dado tempo, pelo mosaico de *geofáceis*. Cada *geofáceis* apresenta uma estrutura específica de *geohorizontes*, isto é, que ele corresponde às características de cada *geohorizonte* e às relações entre os diferentes *geohorizontes* que compõem este *geofácie*. Define-se, assim, por certa fisionomia, certa massa e certa energia interna. (*grifos do autor*)

Consequentemente, cada *geossistema* incorpora estruturas que lhe dão suporte analítico e permitem construir interfaces de estudos mais amplos com o meio natural. Mas ao se considerar, a base física na qual engendrará toda a relação geossistêmica, é o relevo que concretizará os arranjos socioambientais e culturais humanos de modo mais claro e factível. Mas Bertrand considerou que ainda faltava estabelecer um embasamento escalar para o estudo.

Tendo por base as escalas tempôro-espaciais inspirada nas ideias geomorfológicas de Cailleux e Tricart (1965) no qual a paisagem é analisada sob uma ordem de grandeza e de caracteres inerentes a cada elemento distinto⁸, Bertrand (2009), propõe um novo modelo de classificação que considere as unidades de paisagem superiores já que a sistematização anterior centra-se nas unidades inferiores.

Em sua proposta Bertrand, insere a noção de *unidades de paisagem* como os elementos analíticos a serem considerados. Para esta classificação, ele avalia o conjunto climático, biomas e também a estrutura geológica-geomorfológica, e assim ter-se-ia: A *zona*, primeira unidade que é definida pelo clima e, acessoriamente, os caracteres do bioma também são vistos. Esta unidade de paisagem, conforme Bertrand (2009) se ligaria diretamente ao conceito de zonalidade planetária.

O *domínio* é a segunda *unidade de paisagem* e neste, principalmente, a combinação do relevo é uma característica presente. A *região natural* se evidencia principalmente pelos conjuntos tantos os físicos, os estruturais como os domínios da vegetação. Estas, primeiras três unidades de paisagem, seriam consideradas como superiores, já que abarca uma grande proporção escalar.

⁸ Esta escala tempôro-espacial seria a “base” para muitos fenômenos geográficos. Nesta escala a grandeza inicia pelo distintivo G.I – G.II – G.III – G.IV e etc. Tricart e Cailleux (1965) levaram em consideração a morfoestrutura de cada grandeza para fazer a hierarquização da paisagem.

No nível inferior do sistema “bertraniano” de classificação da paisagem, as três unidades invocariam o seu respectivo traço característico. O *geossistema* reforçaria o conceito de conjunto dinâmico e de complexo geográfico; o *geofácies* investiria no aspecto fisionômico e o *geótopo*, seria a última unidade, que adviria das microformas homogêneas que se apresentariam na paisagem, mas inseridas no *geofáceis* (vide quadro 05).

Como se verifica no quadro, o *geossistema* corresponde a IV e a V grandeza na escala temporo-espacial, em uma análise mais particular, onde a maior parte das alterações substanciais que as paisagens enfrentam se tornam mais evidentes, mas ao mesmo tempo, é nesta unidade que a evolução de combinações dialéticas também se dão e que mais interessam à Geografia (BERTRAND, 2009).

O *geossistema* apresenta-se bem dinâmico, pois também faz referencia a história ambiental da paisagem, além de não tornar antagônico, os elementos que tem origem na ação humana (CORRÊA, 2006). A interface homem-meio, tão cara aos estudos em Geografia Física, é resgata dentro desta perspectiva integrativa.

O *geofácies* encontra-se na correspondido na VI grandeza na escala temporo-espacial, e “corresponde então a um setor fisionomicamente homogêneo onde se desenvolve uma mesma fase de evolução geral do *geossistema*” (BERTRAND, IDEM, p. 43). Paisagens menores que evoluem no tempo e que se sucedem no espaço no interior de um *geossistema*.

O *geofácies* apresenta uma estrutura dinâmica, fruto das transformações que emergem dos contatos ecológicos que se mostram em seu interior. Mas, não menos importantes; as pequenas formas são igualmente características do *geossistema*. Às vezes é muito divergente das vistas em geral e possuem aspectos que as diferenciam do conjunto geral. Pode ocorrer em acanhadas porções de morfoestruturas como a cabeceira de uma nascente, um fundo de vale em relativa penumbra, enfim os *geótopos* correspondem a estas situações em unidades geográficas são, em grande parte, homogêneas e discerníveis do terreno e podem ser bem diferentes do *geofáceis* e do próprio *geossistema*.

Quadro 05. Classificação das Unidades de Paisagens, conforme Bertrand (2007).

UNIDADE DE PAISAGEM	ESCALA TEMPORO-ESPACIAL (A. CALLIEUX E J. TRICART)	EXEMPLO TOMADO NUMA MESMA SÉRIE DE PAISAGENS	UNIDADES ELEMENTARES				
			Relevo (1)	Clima (2)	Botânica	Biogeografia	Unidade trabalhada pelo homem (3)
ZONA	G: grandeza G.I	Temperada		Zonal		Bioma	Zona
DOMÍNIO	G.II	Cantábrico	Domínio estrutural	Regional		Domínio região	
REGIÃO NATURAL	G.III	Picos de Europa	Região Estrutural		Andar série		Quarteirão rural ou urbano
GEOSSISTEMA	G.IV e G.V	Geossistema atlântico montanhês (calcário sombreado com faixa higrófila a “ <i>Aspérula odorata</i> ” em “terras fusca”	Unidade estrutural	Local		Zona equipotencial	
GEOFÁCEIS	G. VI	Prado de ceifa com <i>Molinio-Arrhenathereta</i> em solo lixiviado hidromórfico formado em depósito morânico			Estádio agrupamento		Exploração ou quarteirão parcelado (pequena ilha em uma cidade)
GEÓTOPO	G.VII	“cadies” de dissolução com “ <i>Aspidium Londhitis Sw</i> ” em microsolo úmido carbonarado em bolsas		Microclima		Biótopo biocenose	Parcela (casa em cidade)

Observação: 1. Conforme A. Calleux, J. Tricart e G. Viers.

2. Conforme M. Sorre.

3. Conforme R. Brunet.

Fonte: BERTRAND, 2007. 104

Embora louvável a tentativa de Bertrand em classificar e categorizar as unidades de paisagem e neste, incluir os geossistemas, a real definição do que seria, ou melhor, como se definiria na prática cada uma das unidades proposta, provocou certa confusão entre os geógrafos entusiastas da ideia, principalmente no que se refere a adoção de um escala cartográfica de trabalho. Ross (2006) ainda complementa:

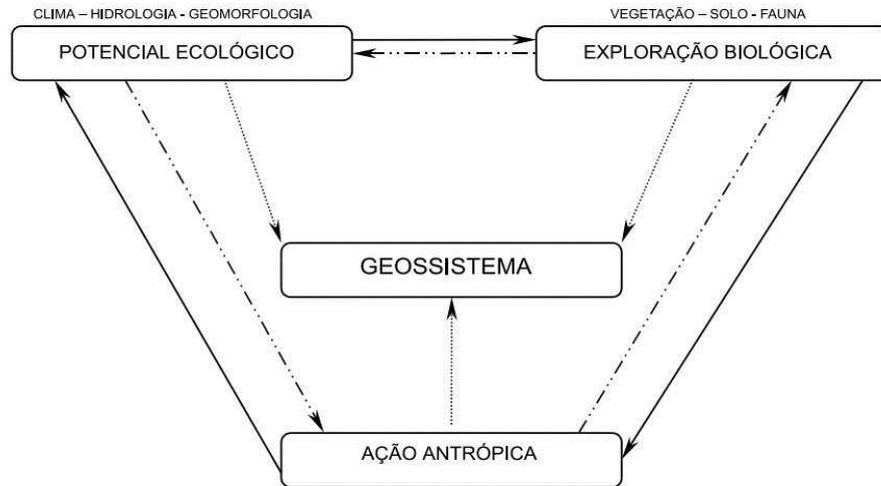
“Ao se tentar aplicar tal proposição, e ao mesmo tempo representá-la cartograficamente, resultavam grandes dificuldades de se estabelecer o que de fato poderia ser um geossistema, uma geofácea ou um geótopo, ou, dependendo da escala de representação, podia-se confundir geossistema com domínio, região natural, e assim por diante” (p. 31).

Então, o próprio Bertrand, entendendo este problema, propõe firmar um marco na própria paisagem que possa definir e designar o *geossistema* e assim, a vegetação corresponde em cada unidade, representaria, a melhor síntese do meio e que até mesmo representaria, uma espécie de suporte técnico-prático para identificar o *geossistema*. Para tal, ele se utiliza da teoria de H. Erhart (1967) da *biորresistásica* e concebe que existam diferentes estágios de evolução: o sistema de evolução; o estágio atual em função do clímax e o sentido de sua dinâmica (progressiva, regressiva e de estabilidade) (ROSS, *op. cit.*).

Dentro desta nova abordagem, Bertrand ainda considera que existam dois tipos básicos de *geossistema*: os que estão em *biostasias* e os que estão em *resistásias*. O primeiro tipo compreenderia os que estão mais ou menos estáveis, sendo dominado pelos processos DE pedogênese; o *geossistema* do segundo tipo são prevaletentes, a morfogênese, ocorrendo a destruição da vegetação e do solo, portanto, é instável (ROSS, 2006). O já clássico modelo de estruturação de Bertrand (2009) que sintetiza as conexões existentes no *geossistema*, ainda pode ser usado como um modo de apresentar as feições integrantes do estudo (figura 54).

Como já referenciado por Suetergary (2004), o termo *geossistema* já vem sendo trabalhado por diversos pesquisadores nacionais, merecendo destaque, os trabalhos de Monteiro (1996; 2000); Tropmair (1989; 2000; 2006); Christofolletti (1999); Ross (2006) e Rodríguez e Silva (2011) aos quais se somam outras produções em nível de graduação e de pós-graduação.

Figura 54. Estruturação dos Geossistema e suas conexões, conforme Bertrand (2007).



Fonte: BERTRAND, 2009.

Troppimair e Galina (2006) entendem o *geossistema* como “um sistema natural, complexo e integrado onde há circulação de energia e matéria e onde ocorre exploração biológica, inclusive aquela praticada pelo homem” (p. 81). Assim, nesta definição entende-se que a ação antrópica produz alterações em todo o sistema.

Monteiro (2000) ao fazer referência à modelagem que pode ser dada ao *geossistema* entende que ele deve representar uma realidade espacial clara, objetiva e que adota um jogo de relações em sincronia, mais também dotado de uma *Inteireza Diacrônica*, devendo ter, de modo simultâneo e íntimo, uma correlação temporal e ser estruturado sob uma perspectiva ímpar complexa e onde, a ação antrópica via elementos socioeconômicos, sejam colocados a parte, porém inclusos em todo o sistema; de modo integral.

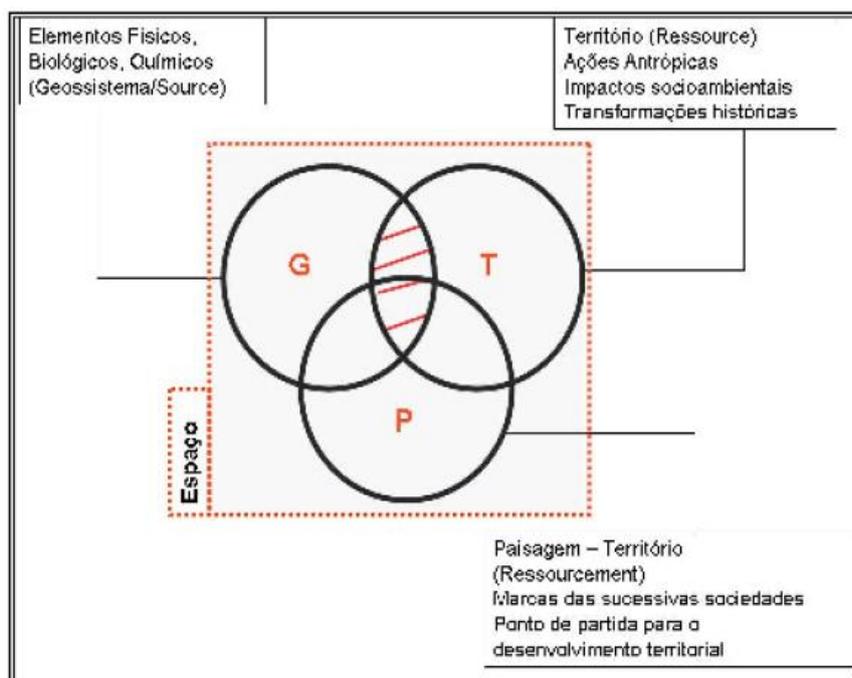
De modo a sintonizar-se com as novas demandas que são geradas em um espaço cada vez mais antropizado, Bertrand (2009) propôs uma nova perspectiva, ou melhor, preocupação que o *geossistema* deveria ter, diante de um novo panorama que a pesquisa científica vem experimentando nos últimos ao se voltar para propostas interdisciplinares, pois, conforme o autor “a interdisciplinaridade entre as ciências da natureza e as ciências da sociedade continua a marcar o passo” (IDEM, p. 305).

Para o pesquisador, a Geografia continua a fazer a sua transição para o estudo socioeconômico nas últimas décadas, mais o diferencial está em que seus ramos como a geomorfologia, hidrogeografia e climatologia, abrem novas frentes de pesquisa e já ensaiam

um novo trajeto teórico-metodológico com ênfase em estudos que consideram o meio ambiente e a organização e gestão dos territórios.

Diante deste cenário, Bertrand (2009) propõe em 1990, o sistema GTP (*Geossistema-Território-Paisagem*) (figura 55) que vem a associar o *geossistema* enquanto uma fonte ao território como um recurso à paisagem à identidade. Esta proposta se alicerça em uma estratégia tripolar em três espaços e em três tempos, onde o *geossistema* é colocado em uma perspectiva de natureza antropizada, ao território é dado um viés social e econômico e, a paisagem como aquela que detém o significado cultural, patrimonial, identitário e das representações (ROSS, 2006).

Figura 55. Representação do Sistema GTP, conforme Bertrand (2007).



Fonte: BERTRAND, 2007.

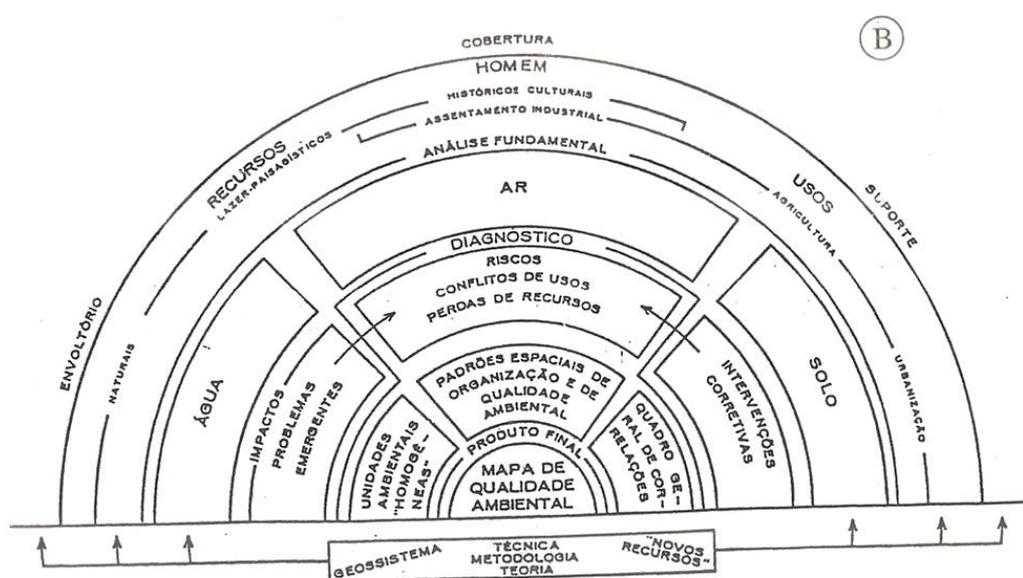
Monteiro (*op. cit.*) revela que o estudo do *geossistema* pode seguir o que o autor chama de “roteiro metodológico” e assim:

[...] o referencial teórico do “geossistema”, aliado àquele econômico dos “nossos recursos” está associado ao referencial técnico da *avaliação ambiental*. Isto quer esclarecer que o tratamento geossistêmico visa a integração das variáveis “naturais” e “antrópicas” (ETAPA ANÁLISE), fundindo “recursos”, “usos” e “problemas” configurados (ETAPA INTEGRAÇÃO) em “unidades homogêneas” assumindo um papel primordial na estrutura espacial (ETAPA SÍNTESE) que conduz ao

esclarecimento do estado real da qualidade do ambiente na (ETAPA APLICAÇÃO) DO “DIAGNÓSTICO” (p. 81).

Na figura 56, reproduzida de Monteiro (2000), o autor procurar demonstrar, de maneira sintética, os mecanismos interagentes que fazem parte do geossistema e os níveis de informação que podem ser extraídos de sua análise, considerando, então a rede complexa de interconexões que se formam, ao final, para o tratamento das informações e que, por fim geram o que o autor chama de “mapa de qualidade ambiental”.

Figura 56. Concepção metodológica de Monteiro, (2000) para o estudo do geossistema.



Fonte: MONTEIRO, 2000.

Cada vez mais em que se nota um contexto de grandes mudanças ambientais já em curso e que são anunciadas pelos constantes relatos nos veículos midiáticos como o incremento populacional humano no presente século e as questões advindas deste acréscimo, urge compreender qual será a reação dos meios naturais diante desse problema e em outra margem, cabe também discutir como se configurará a relação homem-meio diante do quadro iminente de crise socioambiental que se avizinha nos próximos anos.

Parece-nos evidente que, integrar os estudos que enfoquem tal situação se faz necessário e o alerta já anunciado, traz novamente à tona na Geografia, o imperativo da perspectiva geossistêmica, principalmente em sua corrente física, na medida em que o interesse sobre as possíveis interações que podem ser feitas sobre as esferas físicas do

mundo físico é resgatado além de também o protagonismo humano no meio natural passa a ser visto como um fator de grande relevância (CORRÊA, 2006).

Guerra e Marçal (2006) citando Bertrand (1971); Tricart (1977); Bólos (1981); Rougerie e Beroutchachvli (1991) Christofolletti (1999) e outros apontam que a Geografia Física, tem na visão geossistêmica, um importante instrumento metodológico, pois esta:

“[...] vem se caracterizando como seu objetivo fundamental, considerando que os geossistemas correspondem a fenômenos naturais (fatores geomorfológicos, climáticos, hidrológicos e vegetação), porém englobando os fatores econômicos e sociais, que, juntos, representam a paisagem modificada, ou não, pela sociedade. Para tanto, seu estudo requer o reconhecimento e a análise dos componentes da natureza, sobretudo através das suas conexões” (p. 97).

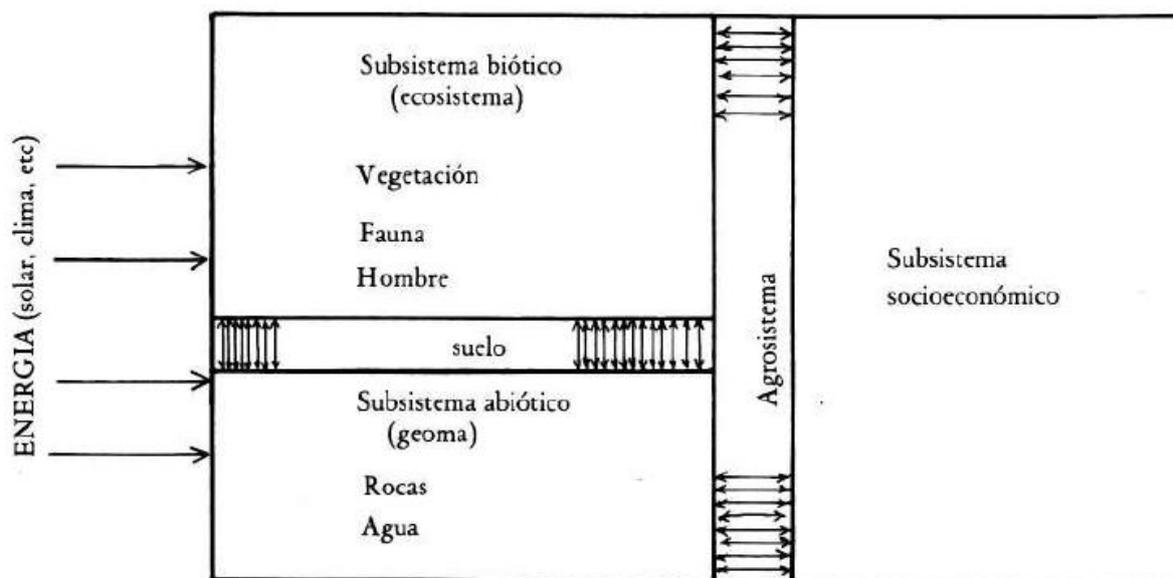
Monteiro (2000) ainda reforça a ideia que o geossistema assume uma proposição de veículo integrador da abordagem geográfica, uma vez que o pesquisador reafirma, pessoalmente, o papel do homem como um “derivador” da natureza, tanto positiva quanto negativa. Nos estudos de Monteiro, o clima assume uma função central na análise geossistêmica das paisagens, principalmente na chamada, “atmosfera geográfica”, a troposfera, devido a esta interação diretamente com a dinâmica antrôpo-natural da superfície.

Bolós y Capdevila (1981) também propõe outro modelo de estruturação. Considerando que ao receber energias (*input*), o geossistema entra numa fase de crescimento e evolução onde se observam o acréscimo de massa à sua estrutura o que causa o aumento de sua complexidade e estabilidade. Portanto os *inputs* recebidos são utilizados na produção de massa, em uma primeira fase e depois, a mesma serve para a criação da própria estrutura do geossistema, estratégias que ocorre também no sistema socioeconômico (figura 57).

Monteiro (1996) atesta que embora tenha se passado alguns decênios, a ideia dos geossistemas ainda continua em progressão e que muito menos se pode entender que muitos geógrafos já compartilham a ideia, em consenso, pois ainda são vistas dificuldades que vão desde a transição de fundamentação teórica para se chegar a estudos e respostas mais práticas, mas que merecem serem perseguidas, principalmente num momento em que a

preocupação para com qualidade ambiental cresce entre os grandes centros de decisão mundial e já toma contornos de política pública.

Figura 57. Estruturação dos Geossistema e suas conexões, conforme Bolós y Capdevila(1981).



Fonte: BOLÓS Y CAPDEVILA, 1981.

Portanto, diante desta perspectiva dada ao geossistema e que passa a assumir um caráter de integração holística dada ao estudo, às feições que são assumidas pela paisagem, a exemplo das bacias hidrográficas, podem ser um ponto de partida aos estudos em que se propõe integralizar estas perspectivas, pois como as bacias hidrográficas constituem unidades ambientais de relativa homogeneidade física e também estão sujeitas às respostas antrópicas, são exemplos interessantes de se propor a análise geossistêmica.

2.5. OS Estudos Geossistêmicos em Bacia Hidrográfica.

Como demonstrado no percurso teórico anterior, há uma grande inclinação dentro da Geografia Física em considerar a natureza enquanto um sistema e nesta percepção, as partes que formam a sua estrutura são totalmente interagentes direta ou indiretamente ou “significa um conjunto de elementos interdependentes, inter-relacionados e interagentes, coordenados entre si e que funcionam como um todo complexo, uma estrutura organizada” (CUNHA, 2006, p. 319).

É inegável que as análises ambientais que atualmente se fazem no âmbito das ciências naturais, já consideram um fato concreto que o homem tem um grande influencia na determinação da dinâmica física dos meios naturais em que estão inseridos e que é necessário, por parte dos pesquisadores, somar este aspecto à compreensão dos mecanismos regentes da natureza.

Drew (2005) mostrou muito desta integração que o homem tem feito com o meio natural, ao analisar que esta relação dual ao longo da história, como um fato que veio a se acrescer a partir da evolução técnica-científica que a humanidade enfrentou no último quartel do século XIX e primeiro do século XX e nesta percepção, na atualidade:

“[...] o homem é uma espécie “imprevisível”, no sentido de que o seu comportamento não constitui necessariamente uma reação ou uma adaptação ao meio que o cerca, tal qual outros organismos. A intensificação do emprego da energia transferida, principalmente combustíveis fósseis, assim como a energia genética, tornam realmente possível o divórcio quase total de uma parte da espécie humana, pelos menos, do seu ambiente natural” (IDEM, p. 193).

Como se nota, os sistemas ambientais não excluem o homem de sua composição, pois a este, ainda conforme Drew (*op. cit.*) é dada uma posição chave no entendimento funcional de tais sistemas, pois, ao longo do tempo, as formas de uso de recursos ambientais vão se alterando conforme o nível técnico que a humanidade apresenta, desde os recursos geomorfológicos como as vertentes e as planícies fluviais; os biogeográficos como a massa vegetal e animal; os pedológicos; climáticos e hídricos como os rios e a água subterrânea. Portanto, é impossível excluir a ação humana da composição dos meios naturais, pois ambos estão interligados.

Em todas as fisionomias que o ambiente físico assume, o homem está presente e interagindo com este, mas nenhum expressa melhor, como lembra Cunha (2006), o método integrativo sistêmico do que as bacias hidrográficas (B.H.)⁹. Nas B.H, os processos de controle e monitoramento podem ser mais bem avaliados como também a dinâmica ambiental recorrente como erosões, desmatamentos, alterações de uso do solo dentre outros encontram uma resposta mais imediata.

⁹ A partir deste ponto de texto, as referencias feitas à bacia hidrográfica serão dadas pela sigla B.H.

O final do século XX e o início do século XXI como lembra Mendonça (2004), foram o palco de intensas e profundas mudanças na humanidade, onde a sociedade é desafiada a encontrar novos rumos para a construção do presente e do futuro. Os usos mais intensos que se observam sobre os recursos naturais, notadamente, a água, vem produzindo alterações substanciais na dinâmica e na oferta desses bens. Neste contexto, a B.H. assume um papel de destaque em abordagens que versem sobre a estrutura, o funcionamento e conservação dos recursos naturais.

Assim:

“Sendo um sistema integrado [*a bacia hidrográfica*], há uma interação cujos efeitos refletem-se nas águas dos rios. Dessa forma, os sistemas fluviais espelham o grau de equilíbrio e a interação entre os seus elementos. O rio denuncia o desequilíbrio com alterações na sua dinâmica, refletindo-se na sua morfologia (assoreamento e erosão) e/ou poluição das águas a jusante da fonte de desequilíbrio” (IDEM, p. 319). (*acréscimo do autor*).

Reforçando o papel que as B.H. assumem no contexto das mudanças ambientais presentes, Rodríguez; Silva e Leal (2011) mencionam que:

“Na atualidade, o planejamento e a gestão das bacias hidrográficas assumem importância cada vez maior. As intervenções exercidas em todo o mundo nas bacias hidrográficas, baseadas em uma concepção de domínio e controle da natureza, tais como construções de represas, transposições de água, irrigação intensiva, extração sem controle de água subterrânea, têm trazido consigo, em não poucas ocasiões, efeitos e consequências negativos” (p. 111).

Se fosse feito um percurso histórico acerca do uso das bacias hidrográficas como elementos de ordenação espacial, se veria que deste muito tempo as B.H. estiveram ligadas à sobrevivência humana e não seria demais, também afirmar que uma das primeiras percepções de unidade enquanto um conjunto de elementos tenha sido a mesma. (ANDREOZZI, 2005).

Em Lencioni (2009) vemos que a B.H. fora usada como um meio de ordenação territorial ainda no Brasil Império, quando Aires de Casal em 1817 organiza uma divisão do Brasil em territórios considerando os limites tendo por base, as bacias hidrográficas, onde se

incluíam as terras que não estavam sob o domínio do estado português, esta divisão foi chamada de “*Brasil natural*”.

Lencioni (2009, p. 69) escreve ainda que autores como Anton Friedrich Büsching (1792) e Philippe Buache (1752) apresentam a concepção de conjuntos territoriais baseados em caracteres naturais e dentre estes, estava a bacia hidrográfica, pois esta “apresenta de uma forma sistematizada conjuntos territoriais que não se baseiam na evidência das divisões políticas”. uma proposta voltada para regionalização segundo critérios físico-naturais. Assim, fica claro a função da B.H. como uma caracterizadora da paisagem e por isto, uma identificadora de unidades territoriais e, por conseguinte, um elemento da organização regional.

Sob um ponto de vista formal, Andreozzi (*op. cit*) considera que a B.H. é uma unidade onipresente na paisagem do planeta Terra, já que como elemento derivado de forças endógenas e exógenas que modelam o relevo terreno; a mesma permite muitas variações e combinações de elementos que determinam, ao final, a sua feição e também, seus fluxos. Não seria demais, ainda afirmar que toda porção emersa de terras do planeta é parte de alguma B.H.

Diante dessas considerações, podemos entender as B.H. como elementos não-estáticos e estáveis, pois está sempre recebendo matéria de energia de fontes externas e internas, o que produz processos de construção e desconstrução de seus aspectos; continuamente sendo ininterrupta, a modelação fisiográfica de toda a área que a circunscreve. Logo, concordando com Andreozzi (2005), pode inferir que as B.H. estão em equilíbrio dinâmico.

Dentro desta percepção cabe trazer uma discussão acerca dos conceitos de B.H. e sua funcionalidade aos estudos da natureza, pois a mesma será vista neste trabalho dentro de uma perspectiva integradora, constituindo assim, um sistema ambiental. Conforme Cunha (2006) e Rodríguez; Silva e Leal (2011) também já a consideram em suas pesquisas.

Como entendido por Botelho (2010, p. 269), a B.H. é “a área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários, sendo limitada pelos divisores de água”. Esta definição, embora bem genérica, se enquadra no contexto físico em que se situa a B.H. Já enfocando a análise hidrológica, Garcez (1967, p. 39) define a B.H. como o “conjunto das

áreas com caimento superficial para determinada secção transversal de um curso d'água, medidas as áreas em projeção horizontal”.

A B.H. como um componente do sistema ambiental e às vezes, funcionando como tal, apresenta características fundamentais que a tornam uma unidade natural muito bem definida e que como tal, permite a integração multidisciplinar entre variados sistemas de gerenciamento, estudo e atividade ambiental (TUNDISI; TUNDISI, 2011). Deste modo, não é difícil creditar aos estudos da B.H. um caráter integrativo, pois a sua abordagem comporta desde análises voltadas ao comportamento ecossistêmico como também ao planejamento urbano-ambiental.

Christofoletti (1980), em sua célebre obra “Geomorfologia” escreve que:

A drenagem fluvial é composta por um conjunto de canais de escoamento inter-relacionados que formam a bacia de drenagem, definida como a área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial. A quantidade de água que atinge os cursos fluviais está na dependência do tamanho da área ocupada pela bacia, da precipitação total e de seu regime, e das perdas devidas a evapotranspiração e a infiltração (p. 102).

Mesmo sendo usado o termo “bacia de drenagem”, pode-se compreender que tal conceito também se aplica as B.H, pois está claro ao longo do mesmo capítulo da obra citada; que a expressão mencionada acima remete a um “aglomerado” de fluxos de energias e materiais e aos processos de precipitação e suas conseqüências, assim como também a tantas outras transformações que ocorrem nos demais elementos naturais; e que se relacionam; assim constituem-se, em um sistema.

Prosseguindo na discussão, a definição de Guerra (2008) para B.H. pode ser lembrada:

Um conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes. Nas depressões longitudinais se verifica a concentração das águas das chuvas, isto é, do lençol de escoamento superficial, dando o lençol concentrado – os rios. A noção de bacia hidrográfica obriga naturalmente, a existência de cabeceiras ou nascentes, divisores d'água, cursos d'água, cursos d'água principais, afluentes, subafluentes etc. (p. 76/77).

Os “aparatos físicos” que caracterizam a B.H. como divisores topográficos, nascentes, afluentes, subafluentes são bem evidentes. É comum notar-se uma sinonímia, segundo Andreozzi (2005) entre expressões como B.H. e vale quando se faz referencia a grandes áreas onde os rios se localizam, como vale do rio São Miguel ou Bacia do rio São Miguel, esta denominação é factível desde que contextualizada.

Ampliando ainda mais o conceito de B.H. Guerra (2008) esclarece que:

O conceito de bacia hidrográfica deve incluir também uma noção de dinamismo, por causa das modificações que ocorrem nas *linhas divisórias* de água sob o efeito dos agentes de erosivos, alargando ou diminuindo a área da bacia. Além do mais, a bacia hidrográfica pode ser *principal*, *secundária* e mesmo *terciária*, segundo certos autores, quando constituída de cursos de água de menor importância, isto é, os subafluentes geralmente. Podem ser ainda: *litorâneas* e *centrais* ou *interiores*. (p. 77).

Como reforçado pelo autor, é inegável que a concepção de unidade dinâmica faz parte da B.H. já que as feições que as inscrevem são mutáveis de acordo os *inputs* e *outputs* que se revezam e que, por conseguinte, as alçam à posição de sistemas dinâmicos do ponto de vista ambiental e territorial.

Christofolletti (1980, p. 102) ao classificar as B.H. de acordo com o padrão de escoamento global nos tipos *exorréicos* (escoamento contínuo ao nível marinho); *endorréicas* (escoamento interno em um nível de base continental); *arréicas* (quando não há nenhuma estrutura de escoamento de B.H. a exemplo dos desertos) e *criptorreicas* (quando o escoamento se dá por meio subterrâneo) nos infere a possibilidade de afirmar que todas as terras emersas do globo, fazem parte de alguma bacia de drenagem, o que reforça a ideia da mesma como unidade territorial básica (ANDREOZZI, 2005).

Citando Peters (1994), Viessman e Lewis (1996) em Andreozzi (*op.cit*), os termos bacia de drenagem, bacia de recepção, bacia de captação, área de contribuição e os termos em língua inglesa como *drainage basin*, *catchment* e *watershed* surgem, mas que em um contexto bem mais generalista, podem ser vistos como sinônimos da mesma coisa: bacia hidrográfica.

Botelho (*op. cit.*) citando pesquisadores como Leopold *et al* (1964); Chorley (1969); Schumm (1977); Oyeband e Ayode (1986) e outros chama a atenção para a função que a B.H. assume como a unidade natural de análise e referencia da superfície terrestre, pois nesta, as feições que as inter-relações com os elementos da paisagem assumem junto aos processos de esculpimento de modelados são reconhecíveis.

Os vários modelados de relevo que são vistos em uma B.H. são exemplos factuais do que Rodríguez; Silva e Leal (*op. cit.*) citando Cunha e Guerra (2009) relatam ao afirmar que as B.H. recebem energias do clima e da tectônica locais, com constantes adaptações aos elementos das formas e dos processos a estes associados, tendo papel essencial na evolução do próprio relevo, na medida em que a rede de drenagem constitui em um importante modelador da paisagem sem mencionar que a percepção de conjunto é possível das condições naturais e das atividades humanas que são desenvolvidas dentro das mesmas.

As drenagens fluviais, conforme Christofolletti (1980) assumem um papel relevante no que se refere à sua função junto a geomorfologia, pois os cursos de água constituem em um agente ativo no processo morfogenético dos mais atuantes, na esculturação da paisagem terrestre e portanto, as B.H. são consideradas ainda, segundo o mesmo autor, como sistemas abertos, cujas entradas incluem precipitação e os minerais e as rochas, pois estão em um ininterrupto processo de receber suprimento de energia através do clima local e também de matéria, mas gradualmente os perdem na água e no transporte de sedimentos.

Como uma unidade sistêmica, a B.H. ao enfrentar alterações pode ocorrer em qualquer uma de suas partes pode afetar todo o sistema de drenagem. Christopherson (2012) nota que:

O curso d'água se adapta para carregar a carga adequada de sedimentos referente à sua vazão. Se um sistema fluvial chega a um limite em que não pode mais manter sua forma atual, as relações dentro do sistema da bacia de drenagem são desestabilizadas, dando início a um período de transição para uma condição mais estável. (p. 433).

A B.H. pode ser considerada como uma célula básica para a análise ambiental (BOTELHO; SILVA, 2004), pois dada a diversidade de componentes que apresenta, são facilmente reconhecíveis os processos que interagem na mesma e, portanto, um estudo

sistêmico está implícito na adoção metodológica de sua abordagem. Na Geografia, a abordagem analítica da B.H. como uma unidade areal de estudo e por isto, prescreve a organização espacial, está presente na disciplina desde o fim da década de 1960.

Gonçalves (2009) citando Rutkowski (2000) ressalta a importância do estudo sistêmico no que se refere a abordagem da gestão de águas doces, pois ao considerar este recurso no âmbito da B.H. torna-se claro que a utilização das águas pela humanidade para as diversificadas atividades, desconsidera a inter-relação existente entre a dinâmica hidroambiental e as variáveis antrópicas.

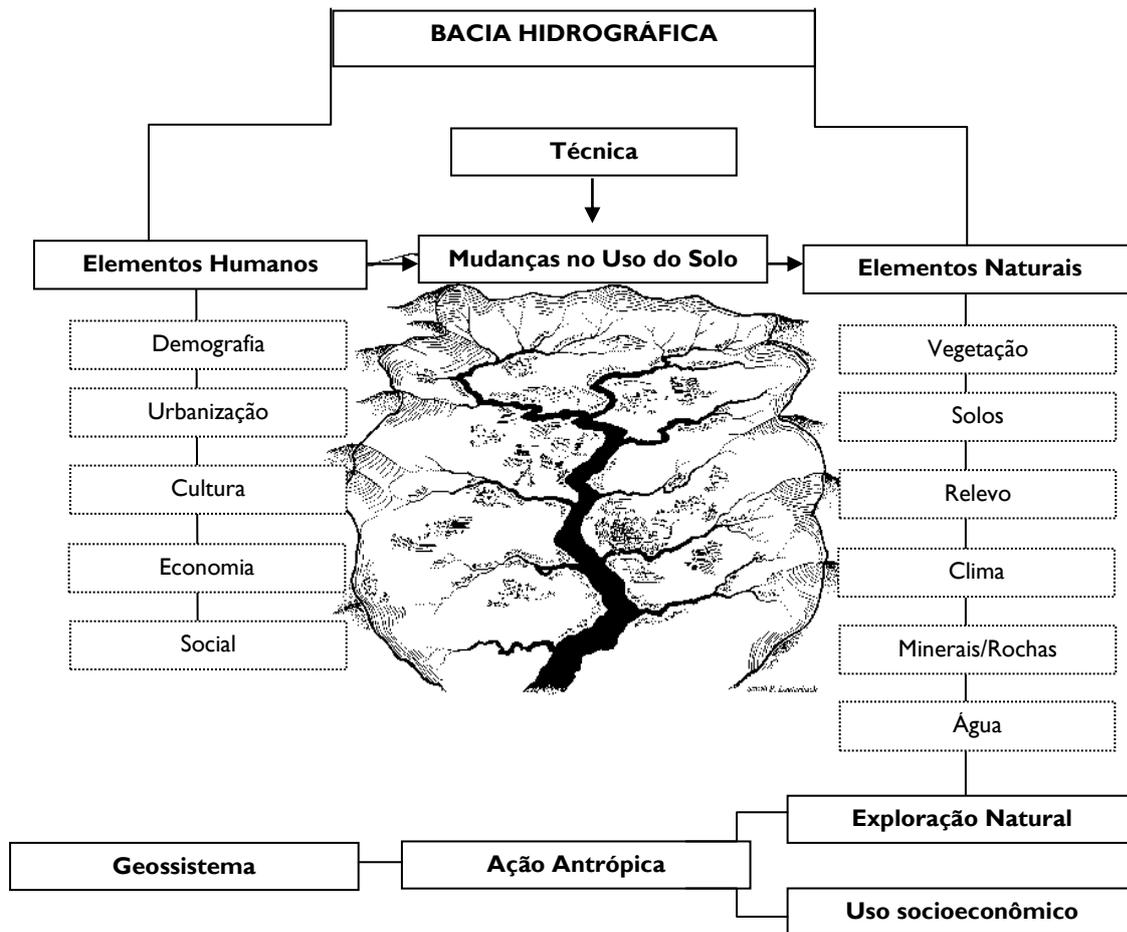
Lima (2005) reforça esta ideia ao também considerar a B.H. como um instrumento analítico também em Geografia Humana, pois:

“[...] o aspecto social não constitui problema desde que ele seja considerado como um elemento a mais no sistema, tendo sua interferência avaliada em termos de alterações nos fluxos de energia. A inserção do aspecto humano pode ser feita de um modo que sua ação seja vista como de mais uma espécie viva envolvida no equilíbrio ou desequilíbrio do sistema natural” (p. 176).

Assim, quando se considera o planejamento de recursos naturais, o conceito de B.H. tem sido ampliado, pois este se propõe a ir muito além dos aspectos hidrológicos e envolve também o conhecimento da estrutura biofísica da mesma agregando-se também as mudanças concernentes aos padrões de uso da terra e suas implicações num contexto socioambiental maior e alcançando até, a concepção análoga do conceito de B.H. em relação ao de Ecossistema para os estudos de gerenciamento ambiental (BORMANN & LIKENS, 1967; O’SULLIVAN, 1979; ODUM, 1985; 1993; POLLETE, 1993; LIMA, 1994; PIRES E SANTOS, 1995; ROCHA et al., 2000; *apud* PIRES, SANTOS & DEL PRETTE, 2002).

As colocações anteriores nos levam a entender que a abordagem geossistêmica tem uma forte correlação com a análise de B.H. na perspectiva em que se é buscado, integralizar também os efeitos que os padrões atuais de uso da terra, que são mediados pela ascensão da técnica, provocaram na dinâmica natural das mesmas (figura 58). Assim, também adotaremos o primeiro conceito, pois entendemos que este é mais factual do que a concepção dos ecossistemas.

Figura 58. Sistemas componentes de uma bacia hidrográfica.



Fonte: /www.longtom.org/watershed.html. Acesso em 14 de jul. 2012, adaptado pelo autor.

No campo das Ciências da Natureza e das Geociências, a B.H. tem uma grande aceitação quando se propõe fazer estudos de análise ambiental, visto que a mesma comporta uma área territorialmente bem definida e com características físicas bem reconhecíveis e, os muitos trabalhos já feitos, atestam esta perspectiva. Abordagens metodológicas com análise espacial geossistêmica e socioeconômica adotam a B.H no que concerne a tomada de decisões sobre recursos hídricos.

Por ser uma unidade física bem definida, o conceito de B.H. como instrumento de gestão territorial e ambiental, é internacionalmente aceito, visto que esta unidade, do ponto de vista ambiental é bem caracterizada, pois apresentam estruturas funcionais bem demarcadas e elementos componentes associados. Não há outra área que não se integre a uma determinada bacia hidrográfica.

A Política Nacional de Recursos Hídricos, lei nº 9.433/97 (BRASIL, 1997), no seu artigo 1º, inciso I que se refere aos fundamentos desta política nacional, atesta que a unidade

básica voltada para fins de aplicação da própria política nacional, é a bacia hidrográfica sendo a mesma também a base para a criação e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Deste modo, é um fato verídico entender que a bacia hidrográfica exerce um papel importante nas questões relacionadas ao uso de recursos naturais pela humanidade e que esta, fazendo uma paráfrase a Santos (2005a) se geografiza ao absorver o conteúdo socioambiental, ou melhor, se transforma em uma paisagem geográfica quando admiti ser uma rede complexa de interações naturais e antrópicas.

Lembrando Mendonça (1993) citado por Fortes (2010), não é, deste modo, errôneo afirmar que a B.H. é a unidade fundamental da paisagem, onde elementos físicos e sociais se interagem para organizar o espaço geográfico, o que torna o seu estudo, muito mais complexo e desafiante.

Estudar B.H. significa compreendê-la, adverte Christofolletti (1979, 1980 e 1999), como um sistema não-isolado, pois a mesma também forte relações de reciprocidade com os demais sistemas componentes da epiderme terrestre e também um sistema aberto, porque ocorre intensas trocas de energia e matéria com vários *inputs* e *outputs* que se refletem em recebimentos e em perdas.

A visão que também se deve ter é que pesquisar uma B.H. implica em considerar seus componentes, processos, interações, pois compreende não somente as águas, mas o solo, clima, geomorfologia, áreas urbanizadas, ambos os subsistemas que mantêm uma estreita relação de dependência e por isto, se tornam essenciais para uma consistente avaliação da bacia e, principalmente, identificar os pontos na mesma, mais propensos a sofrer com a influência antrópica (LEITE; ROSA, 2009).

Andreozzi (2005) citando Arcuri (1997) indica que o estudo de B.H. é importante, pois problemas ecológicos que existem nelas podem ser vistos em outras bacias locais mais próximos ou longínquos, ou complementando, se partimos de uma visão holística, podemos inferir que o que acontece à parte, ocorre ao todo e também porque há uma grande relação de reciprocidade em bacias, visto que; em geral, elas não se restringem a uma única unidade federativa, tanto aos níveis municipais, estaduais e internacionais.

Diante das considerações expostas, cabe mencionar que como unidades territoriais e ambientais, que apresentam uma grande diversidade em seus elementos naturais, uma proposta de estudo que se apresenta às B.H. é o zoneamento, pois dado os mais antagônicos meios que a formam, a adoção deste método pode revelar informações que subsidiem,

principalmente a dinâmica e a forma de uso que deve ser feito nas mesmas, pois o grau de dados que se obtém sobre uma bacia pode ser imprevisível para que se evite ou atenuar a degradação de seus elementos bióticos e abióticos e, a abordagem zonal através da classificação de *geossistema* em suas unidades de análise, o *geótopo* e o *geofáceis*, é instrumento muito útil nesta perspectiva.

2.6. O Zoneamento como uma Proposição ao Estudo dos Geossistemas em Bacias Hidrográficas.

Ao se considerar a perspectiva do zoneamento como um pressuposto de trabalho com a finalidade de caracterizar, no âmbito socioambiental uma dada área, é necessária fazê-lo de maneira a relevar, a importância que a análise integrada dos componentes naturais e também o uso que a sociedade faz desses componentes possui para o estudo final e para área a que se destina o trabalho.

Com esta intenção, a Geografia, ao evocar a organização espacial como o seu objeto de pesquisa, possui referenciais teóricos que podem auxiliar neste meio-fim. Os estudos ambientais oriundos da Geografia Física em seus desdobramentos metodológicos têm instrumentos usuais que podem atuar em uma caracterização ambiental de uma dada área que pode ir desde uma abordagem geomorfológica até uma biogeográfica.

Mas também ao verificar a manifestação que a organização geográfica tem sob o espaço humano, faz-se preciso ainda, compreender que o espaço como um “ente” geográfico, forma um sistema de estruturas e como tal, é preenchido não somente por elementos naturais, mas também por rudimentos humanos. Considerar somente o primeiro, é não ultrapassar, adverte Santos (2005b), os domínios da abstração; porque somente considerando que existe uma relação entre as coisas, é que podemos, realmente, conhecê-las e também defini-las.

Neste sentido, adotamos a noção de organização do espaço natural e seus fluxos vivos (AB' SÁBER, 1994). Mas também em Santos (2005b), vemos que o espaço construído é uma interação entre fluxos e fixos que se revertem em um conjunto de objetos e de ações que se mostram nos elementos naturais e humanos. Em outra medida, as relações entre os fluxos de energia e matéria entre as componentes da natureza e o uso dos recursos naturais

pela sociedade, visto em Ross (1995) também se alinham a uma compreensão que se instrumentalize em uma proposta de zoneamento.

Nas proposições que se alinhem a uma tentativa de reconhecimento e/ou análise de uma região ou área, é indispensável, como lembra Ab' Sáber (1994), o conhecimento da estrutura, da composição e da dinâmica dos fatos que caracterizam o *espaço total* do recorte de análise escolhido, pois ao conhecer a gênese do espaço envolvido no estudo, deve-se lembrar de que o mesmo:

“envolve uma análise da estruturação espacial realizada por ações humanas sobre os atributos remanescentes de um espaço herdado da natureza. Por esta razão, há de que conhecer o funcionamento dos fluxos vivos da natureza (perturbados mas não inteiramente eliminados) e toda a história e formas de ocupação dos espaços criados pelos homens (p. 29)

Desta forma, podemos entender o *espaço total*, como uma síntese, ou palco de concretização das relações socioambientais e que por isto, inclui todo o mosaico dos componentes introduzidos pelos homens ao longo da história na paisagem de uma dada área da Terra e que a mesma, mencionado por Ab' Sáber (*op. cit.*), torna-se um “suporte geológico e bioecológico modificado por uma infinidade variável de obras e atividades humanas” (29) e, o espaço então se mostra visual; visto que a sua dinâmica habitual e não-habitual são perceptíveis.

Uma *core area* (AB' SÁBER, *op. cit.*), deverá ser delimitada para que a pesquisa que se pretende, como um zoneamento, possa ser detalhada, mas não se desprezando os círculos de transição que também se desenrolam no entorno que se envolvem para a funcionalização dos espaços agregados.

Ross (1993) assinala e reforça que estudos integrados de um determinado território pressupõe que exista o entendimento da funcionalidade do ambiente natural com ou sem a intervenção humana e que assim, há de se buscar a integração de diversas disciplinas científicas para esta finalidade acerca da área pesquisada.

O mesmo autor ainda compreende que as mudanças dos ambientes naturais são comandadas, em um extremo, pela energia solar atmosférica e em outro pela energia do

interior do planeta por meio da litosfera e assim, se processam trocas de energia e matéria que, aliadas à ação da água, são responsáveis pela dinâmica e presença de vida terrena, representam a funcionalidade basilar que rege os ambientes físicos.

Sobre esta funcionalidade que operacionaliza os ambientes naturais é que o homem intervém ao “apropriar-se do território e se de seus recursos naturais, causa grandes alterações na paisagem natural com um ritmo muito mais intenso no qual aquele que normalmente a natureza imprime” (ROSS, 1993, p. 64).

Assim não é possível considerar a sociedade humana como elementos estranhos e exógenos à natureza e aos ecossistemas onde habitam, pois são entes imbricados numa relação de dependência unilateral da humanidade com os recursos naturais. A humanidade é parte essencial desta dinâmica que é evidenciada através dos fluxos energéticos que faz o sistema funcionar como um todo.

Desde modo, como ainda enfatizado por Ross (1995) ao se fazer análises ambientais dentro do enfoque da Geografia em uma perspectiva integradora, prescinde “atender as relações das sociedades humanas de um determinado território (espaço físico) com o meio natural, ou seja, com a natureza deste território” (p. 65), visando alcançar uma expectativa holística da realidade humana e dos componentes naturais.

Ao citar Kosik (1967), Santos (2005b) escreve que ao se partir do princípio de que a interdependência e a mediação da parte e do todo significam que os eventos isolados são abstrações, os elementos separados de seu conjunto e que unicamente por sua participação no conjunto par, adquirem veracidade e concretude e assim, os elementos não são diferenciados e determinado é um conjunto abstrato e vazio.

Os objetos e suas relações no espaço geográfico assumem variáveis de naturezas distintas, segundo Santos (*op. cit.*), e atuam no nível de relações simples e relações globais. Mas independente da perspectiva que se adote não se pode perder de vista, a noção de conjunto, seja qual for a forma de ação que se estabeleça. Assim:

Em primeiro lugar, quando uma variável muda o seu movimento, isso remete imediatamente ao todo, modificando-o, fazendo-o outro, ainda que, sempre e sempre, ele constitua uma totalidade. Sai-se de uma totalidade para se chegar a outra, que também se modificará [...]. Assim, como as

relações entre as partes são medidas pelo todo, assim também o são as relações entre os elementos do espaço (p. 27).

Cada fragmento natural abriga também uma fração da sociedade, o que nos deixa entender que a essência primaz do espaço é ser social e por isto, o próprio espaço não pode ser formado, unicamente, por coisas advindas dos objetos geográficos, seja estes naturais ou artificiais, mas que são dinamizadas e estão em constante movimento de entrada (*inputs*) e de saída (*outputs*) que, portanto, em conjunto; nos dá uma natureza, como dito antes, em que refugia uma parte da sociedade humana (SANTOS, 2005b).

Dissociar a natureza da discussão socioeconômica na compreensão da própria organização do espaço na Geografia é incorrer em um erro conceitual e prático, pois embora ambos evoluam segundo leis e dinâmicas próprias, acabam se influenciando mutuamente neste curso. Moreira (2012) argumenta que:

Natural e social são determinações da existência, que só entram nos seus planos [ser humano] enquanto um processo metabólico no qual a natureza e a sociedade são incorporadas pela necessidade da reprodução dos homens enquanto seres vivos. Falamos então de socialização da natureza e naturalização da sociedade para nos referir a este processo, no qual a natureza é transformada em sociedade, à medida que a sociedade é transformada em natureza (p. 103).

Silva e Corrêa (2009) sustentam ainda que estudos mais recentes na Geografia com enfoque na natureza buscam construir rotas teóricas que alinhem conhecimento sobre as correlações entre os elementos físicos e as ações antrópicas enquanto complexo socioeconômico e cultural, sempre na perspectiva de uma visão totalizadora a este tipo de estudo no âmbito geográfico.

A razão deste percurso teórico está em deixar bem fundamentada a interdependência humana em relação aos elementos naturais, mas também parte da necessidade de se perceber que o estudo da natureza e da manifestação de seus componentes não se faz dissociada da perspectiva da humanidade, pois suas ações, respondem negativamente ou positivamente no funcionamento dos sistemas físico-naturais.

Uma proposição que resultam em produtos síntese para a análise ambiental envolve, segundo Ross (2006), o reconhecimento de espaços territoriais que pode também intitular-se de “Unidades de Paisagem, Unidades de Terras; Unidades Ambientais ou ainda Sistemas Ambientais” (p. 672), a partir das quais se formulam delineamentos que mostrem o alcance espacial e escalar de cada unidade ou sistema e, num contexto conservacionista de apropriação humana, as potencialidades e fragilidades dos recursos naturais existentes e os devidos usos humanos.

Os zoneamentos, abordados no âmbito ambiental ou econômico e até mesmo congregando ambos, são proposições de tratamento em que podem ser visualizadas estas unidades ambientais ou de paisagens e sua relação com o território no qual representam. Neste caso guardam em alguma medida, certo grau de homogeneidade fisionômica que são exatamente o reflexo da dinâmica dos fluxos de matéria e energia dos componentes do meio natural e a inserção/influência humana em um dado tempo cronológico.

O zoneamento adverte Ross (1993) não pode ser feito a partir de uma leitura estática do ambiente, mas deve se inserir em um entendimento processual de que os territórios possuem ocupações dinamizadas ao longo do tempo e que os mesmos, apresentam fases de desenvolvimento e apropriações distintas e mutáveis e que o uso de seus recursos também acompanham estes momentos. Cabe então trazer alguns conceitos de zoneamento e de seus tipos.

Machi (2008) citando Montañó (et al, 2007) entende zoneamento como a divisão de uma área, região ou país em unidades individualizadas, segundo características específicas de ordem ecológica e econômica, política ou social; e em que se permite, determinados usos e atividades, Porém interdita outras. A noção de unidades homogêneas se apresenta como um elemento importante na adoção de um zoneamento.

Conforme o Departamento de Zoneamento Territorial, do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2012) ¹⁰ se distinguem dentre as proposta de zoneamento: o *zoneamento ecológico-econômico* (voltado para fins de planejamento e ordenamento do território); o *zoneamento ambiental* (considera, em primeiro cenário, o aspecto preservacionista, no

¹⁰ Disponível em: <http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/zoneamento-territorial/zoneamento-ecologico-economico/item/8188>. Acesso em 21 de julho de 2012.

entanto evoluiria para um zoneamento ecológico-econômico); o *zoneamento geoambiental* (voltado para os elementos e aspectos naturais do meio físico e biótico) dentre outras propostas de zoneamento se desenvolvem em consonância com interesses específicos.

O uso do conceito de zoneamento no Brasil comenta Montaña (2007), está ligado à pelo menos duas tradições. Uma inicial se refere ao planejamento agrícola sob a forma de zoneamentos agroecológicos ou agroagrícolas nos quais “se faz um estudo da aptidão dos solos e do clima de uma dada área para diversos tipos de culturas” (p. 41); já o outro conceito se refere a uma tradição, mais consubstanciada pela adoção, que se vincula à regulação do uso do solo urbano, e que geram estruturas e meios legais e normativos.

Machi (2008) referenciando Biudes (2005) apresenta que o zoneamento agrícola consiste na “identificação de áreas com condições edafoclimáticas que permitem às culturas melhor aproveitamento das suas potencialidades genéticas” (p. 04). Por conseguinte esta proposta se adéqua a uma demanda de conciliar o desenvolvimento econômico com as necessidades dos produtos e as exigências de equidade ambiental.

Por zoneamento agroecológico compreende-se como o resultado de um “ordenamento do meio rural e florestal, que relaciona os sistemas naturais e os modificados pelo homem com as melhores alternativas ecológicas de estruturação e uso das paisagens produtivas” (MACHI, *op. cit.*). Percebe nesta proposição, que o grau de sensibilidade das diversas paisagens é aceito em relação à técnica produtiva que se adota em uma dada variedade de cultivo.

Ao se pretender regular o solo urbano através de um zoneamento, fica evidente, como escreve Montaña (2007) citando Machado (1992) que “consiste em dividir o território em parcelas nas quais se autorizam determinadas atividades ou se interdita, de modo absoluto ou relativo, o exercício de outras atividades” (p. 41). Esta proposição demonstra-se rígida ao não prever a introdução de outras dimensões, como a ambiental ao processo de planejamento urbano, mas ainda sim é um dos principais instrumentos do poder público municipal e/ou estadual.

O zoneamento ambiental amplia mais o conceito de na medida em que trabalha com a proposição de resguarda de recursos naturais e de proteção dos mesmos, visando estabelecer padrões racionais de uso alinhados à equidade ambiental. Para Ross (1993):

As proposições de um zoneamento ambiental devem refletir a integração das disciplinas técnico-científicas na medida em que se deve considerar as potencialidades do meio natural, adequando os programas de desenvolvimento e os meio institucionais a uma relação harmônica entre sociedade e natureza (p. 65).

Mencionando Brotas (2007), Machi (2008) reconhece que o zoneamento ambiental determina as vulnerabilidades e aptidões ambientais do território, ao simular as respostas apresentadas pelo meio natural relacionadas à sua ocupação com diferentes atividades, auxiliando na formulação de políticas e estratégias de desenvolvimento de acordo com a capacidade de suporte da área zoneada.

No âmbito federativo, o zoneamento ambiental foi criado há mais de duas décadas, inserido na Política Nacional de Meio Ambiente (Lei n.º. 6.938/81, artigo 9º, inciso II) como um instrumento primário à gestão ambiental, mas seu uso prático não encontrou uma posição firme que fizesse valer todo o seu potencial enquanto um instrumento regulador das questões de uso de recursos naturais.

Visando retirar este instrumento do limbo provocado pelos desentendimentos na aplicação do mesmo, o decreto 4.297 de 10 de julho de 2002 regulamentou o zoneamento ambiental e no capítulo I, artigo 2º estabelece que “medidas e padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade ambiental, dos recursos hídricos e do solo e a conservação da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população”. No mesmo decreto, termo o zoneamento ambiental é alterado para zoneamento ecológico-econômico (ZEE).

Ainda no mesmo capítulo do citado decreto, já no artigo 3º, fica claro que o objetivo geral do decreto é “organizar, de forma vinculada, as decisões dos agentes públicos e privados quanto a planos, programas, projetos e atividades que, direta ou indiretamente, utilizem recursos naturais, assegurando a plena manutenção do capital e dos serviços ambientais dos ecossistemas”. Montañó (2007) lembra que pouco se avançou no sentido de esclarecer qual o papel deste instrumento na gestão ambiental, seja no que diz respeito à sua integração com outros instrumentos de mesma finalidade.

Elaborar um zoneamento argumenta Brasil (1991) citado por Paula e Souza (2007), consiste em dividir uma área em parcelas com caracteres homogêneos, com propriedades

fisiográficas e ecológicas semelhantes, nas quais é autorizado ou não um determinado uso e atividades intervenientes. Assim, pode-se entender que um zoneamento deve ser visto como instrumento interessante para a elaboração e execução de políticas públicas a serem implementadas em um determinado território.

Becker e Egler (1996) julgam que alguns pontos são relevantes e que devem ser observados e almeçados em propostas de elaboração de zoneamento:

- a) Ser um instrumento técnico de informações sobre o território, necessário para a sua ocupação racional e uso sustentável dos recursos naturais ali disponíveis, na medida em que provem uma informação integrada em uma base geográfica;
- b) Representar um instrumento político de uso e regulação do território, ao integrar políticas públicas em uma base geográfica e assim, acelerar o tempo de execução e abrangência de ações;
- c) Classificar o território segundo a sua capacidade de suporte ao uso e ocupação;
- d) Condicionar o planejamento e a gestão territorial em bases sustentáveis, sendo, um instrumento estimulador e corretivo a este desenvolvimento.

Mencionado por Paula e Souza (2007, p. 2980), para Brasil (1991), as vantagens do zoneamento seriam:

- a) Permitir que se determine limite de possíveis irreversibilidades, devido a conflitos ambientais e pontos de fragilidade biológica, antes que se tomem decisões sobre o uso de cada área, que de outra forma poderiam causar danos irreversíveis; tendo portanto, caráter preventivo;
- b) Identificar as atividades antrópicas para cada setor da unidade ambiental e ser respectivo manejo, possibilitando a descentralização de comando e decisão;
- c) Pelo fato da metodologia do zoneamento ambiental ser flexível, permite que se adapte a definição e manejo de uma zona.

As análises ambientais na abordagem da Geografia podem dar um excelente suporte técnico-científico, sustenta Ross (1995), à elaboração de Zoneamentos Ambientais e Socioeconômicos e estes dão um grande suporte as políticas de planejamento estratégico

em qualquer esfera de governo ou território político-administrativo, como municípios, áreas metropolitanas, pólos industriais, bacias hidrográficas dentre outros.

Como uma unidade básica de planejamento territorial e ambiental, a bacia hidrográfica se mostra como a *core area* do quadro natural que mais corriqueiramente se utiliza da metodologia do zoneamento como um instrumento de análise à compreensão de seus componentes sob um ponto de vista integrativo e nesta perspectiva, estudos holísticos-sistêmicos são referenciais de amplo uso em trabalhos deste teor.

As unidades territoriais básicas são elementares para a informação, análise e a formulação de zoneamentos que segundo Becker e Egler (1996, p. 12): “é uma entidade geográfica que contém atributos ambientais que permitem diferenciá-la de suas vizinhas, ao mesmo tempo em que possui vínculos dinâmicos que a articulam à uma complexa rede integrada por outras unidades territoriais”.

Os autores ainda reforçam que “enquanto entidades geográficas, as unidades territoriais básicas devem possuir contigüidade espacial, a serem georreferenciadas e pertencerem a uma classificação tipológica que permita seu agrupamento em diversas ordens de grandeza” (p. 13). Estas entidades geográficas que se enquadram neste pressuposto básico podem ser as bacias hidrográficas, unidades de paisagem, municípios, distritos, regiões geoeconômicas; mas vale salientar que tais unidades básicas devem deixar implícitas relações concretas de apropriação e de uso do solo, que se mostram diversificadas, argumentam ainda, os já citados autores.

Como exemplo de zoneamento, a Empresa Brasileira de Pecuária e Agricultura (Embrapa) em sua divisão de solos, elaborou e apresentou a proposta de Zoneamento Agroecológico do Nordeste (ZANE) no ano 2000, na qual foram identificadas grandes unidades de paisagens da região e suas respectivas unidades geoambientais. O estudo visa fornecer subsídios ao planejamento e o potencial agrícola dos estados da região.

Três estudos feitos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) usam esta perspectiva ao fazer o diagnóstico ambiental das bacias do rio Jequitinhonha (1997), rio Jaguaribe (1999) e rio Paraguaçu (1996) e propor o zoneamento das unidades ambientais das referidas bacias dentro de uma perspectiva geossistêmica, para ao final, identificar o potencial geoambiental das referidas bacias.

Independentemente da fração territorial a ser trabalhada no zoneamento, o estudo deve considerar, de início, os sistemas naturais e as formações econômicas segundo suas

lógicas particulares e é no território representado que se dará a sua integração de maneira efetiva, mas é o levantamento de campo e as representações cartográficas é que vão dar validade ao estudo e assim, firmar as zonas para a regulação de uso..

O resultado de um zoneamento é concretizado em conjuntos de documentos cartográficos que visam sintetizar as informações a eles associados. Em cada documento, estão inseridos elementos sobre as condições ambientais de cada subunidade como também a potencialidade das mesmas para os mais variados usos, como o zoneamento ecológico-econômico para indústrias, expansão urbana, atividades turísticas dentre outras que serão subsídios ao poder público na tomada de decisões, pois as opções de uso de uma área podem estar em discordância com as aptidões e a vulnerabilidades ambientais existentes.

O uso de ferramentas técnicas, a exemplo de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e o Geoprocessamento, tornaram-se importantes para a concretização das propostas de zoneamento, já que as mesmas armazenam uma série de dados que permitem, posteriormente, a correlação de informações reunidas.

Para Dias *et al* (2011, p. 144) “a tecnologia de geoprocessamento, por ser uma ferramenta poderosa e precisa, permite realizar investigações oferecendo produtos digitais básicos e aplicados para as análises de cada situação ambiental definida”. Por isso, esta ferramenta ou conjunto de técnicas tem uma ótima resposta no que se refere a estudos sobre o meio natural.

Xavier da Silva *et al* (2001) citado por Gonçalves (2009, p. 26) argumenta que:

A interface informática/pesquisa ambiental torna-se verdadeiramente estratégia, onde a vasta extensão territorial, a variedade de ambientes e a gravidade de muitas situações de desequilíbrio ambiental demandam tratamentos eficientes, como os proporcionados pelo uso de geoprocessamento e de Sistemas Geográficos de Informações (SGI).

Embasado nesta assertiva, o zoneamento no âmbito geossistêmico é uma proposição de estudo ambiental que encontra uma forte interface com as técnicas que os SIG e o Geoprocessamento, já que os produtos cartográficos gerados são o principal instrumento que deriva desta abordagem.

Empregando a perspectiva tipológica para o estudo dos geossistema, a presente dissertação de mestrado irá tratar da identificação dos geossistemas na bacia hidrográfica do rio São Miguel, no estado de Alagoas. No trabalho serão utilizadas técnicas de geoprocessamento para o zoneamento das unidades geossistêmicas, visando ao final, fazer o reconhecimento de *geofáceis* e *geótopos* e a função na dinâmica ambiental da área de estudo.

3. METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho e assim atingir os objetivos que foram inicialmente propostos, alguns passos metodológicos foram pensados e em seguida, sistematizados visando estruturar um método de interpretação e também um método de pesquisa prático e aplicável ao estudo do objeto empírico desta dissertação: a bacia hidrográfica do rio São Miguel.

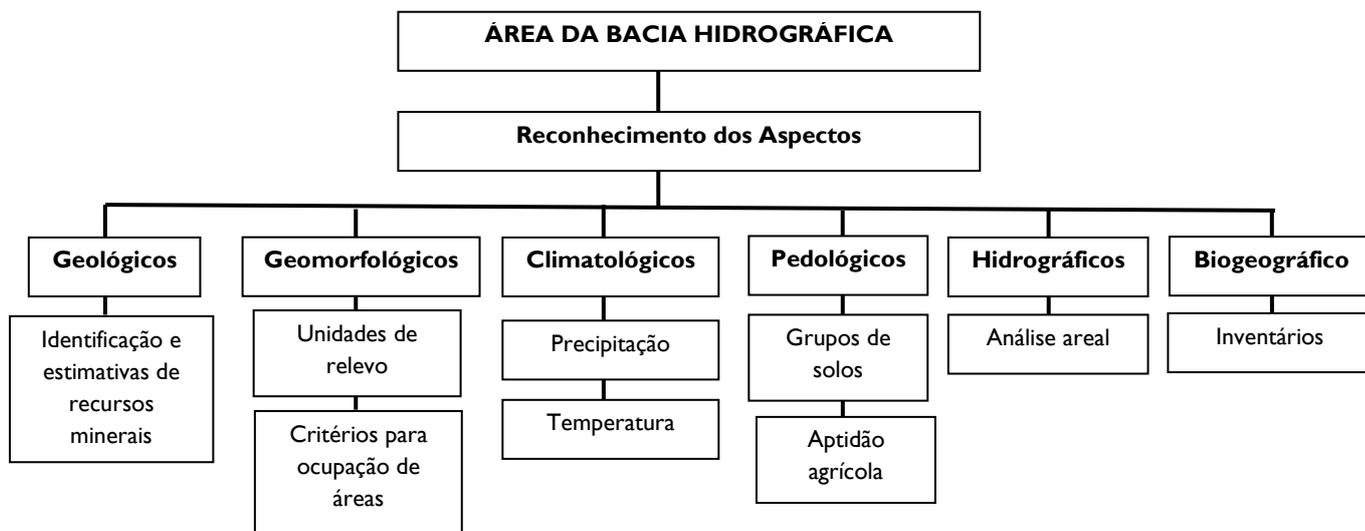
A base teórica e metodológica empregada foi a teoria dos geossistemas, formulada por Sotchva (1963;1964) a partir da teoria geral dos sistemas e que no Brasil, encontrou uma ressonância maior na geomorfologia, quando se voltou à explicação do modelamento do relevo. Em Christofolletti (1979), também nos deparamos com uma significativa contribuição nacional na adoção desta perspectiva.

A adoção da perspectiva geossistêmica para estudos ambientais pressupõe considerar que o meio natural e a paisagem derivada como um palimpsesto, onde se encontram diferentes e complexos arranjos de formas que se sobrepõem e assim interagem entre si e que geram alterações na configuração final que a paisagem pode assumir (CORRÊA, 2005).

A gênese da paisagem é logo explicada não pela observação fragmentária de seus elementos: componentes bióticos ou abióticos, mas pelo resultado da integração que se produz entre os elementos formadores, considerando as feições que se originam das multi-sobreposições que se dão. Em uma bacia hidrográfica, temos um bom exemplo de como diferentes feições físico-naturais podem estruturam-se em uma mesma área espacial definida.

Ao definir a bacia hidrográfica como a unidade geoambiental a ser estudada, independentemente da finalidade principal do estudo, a delimitação espacial da bacia é uma etapa que permite, de imediato, reconhecer o ambiente físico que a constitui e que podem particularizá-la como também mostrar os tipos de usos que a mesma se submete. Uma vez feita a delimitação, proceder a identificação de conjuntos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, climatológicos, hidrográficos e biogeográficos tornam-se mais factíveis. Este procedimento pode ser sintetizado na figura 59 a seguir:

Figura 59. Elementos para o reconhecimento do meio físico em uma bacia hidrográfica.



Fonte: ALBUQUERQUE (2012) modificado pelo autor.

Como observado no esquema acima, o estudo da bacia hidrográfica como unidade geoambiental pressupõe considerar uma gama de elementos que conjuntamente podem explicar a dinâmica a que a mesma se submete e como esta se concretiza nas morfologias que a bacia apresenta em toda a sua área espacial.

A bacia hidrográfica, como integrante da epiderme terrestre, pode e deve ser avaliada considerando-se a perspectiva dada pelas formações antroponaturais que são partes indissociáveis das paisagens e em uma definição de Rodriguez *et al* (2007, p. 15) é “constituída num sistema territorial composto por elementos naturais e antropogênicos condicionados socialmente, que modificam ou transformam as propriedades das paisagens naturais originais”.

Para Tricart (1977) o conceito de sistema aplicado aos estudos ambientais é um valioso instrumento para se chegar a um estudo mais amplo do complexo natural, pois “ele permite adotar um atitude dialética entre a necessidade da análise [...] e a necessidade, contrária, de uma visão de conjunto capaz de ensejar uma atuação eficaz sobre este meio ambiente” (p. 19). Portanto, concordando com Rodriguez *et al* que:

[...] a superfície geográfica é concebida como o geocomplexo (ou geossistema) de nível mais superior que existe no globo terrestre, como um sistema material integral, composto de esferas inter-relacionadas (atmosfera, hidrosfera, litosfera, biosfera) entre as quais desenvolve-se um

intercâmbio de energia, substância e informações. Concebe-se ainda como um sistema integral complexo, espacialmente heterogêneo e diferenciado, formado por uma multiplicidade de tamanhos e complexidades (2007, p. 30).

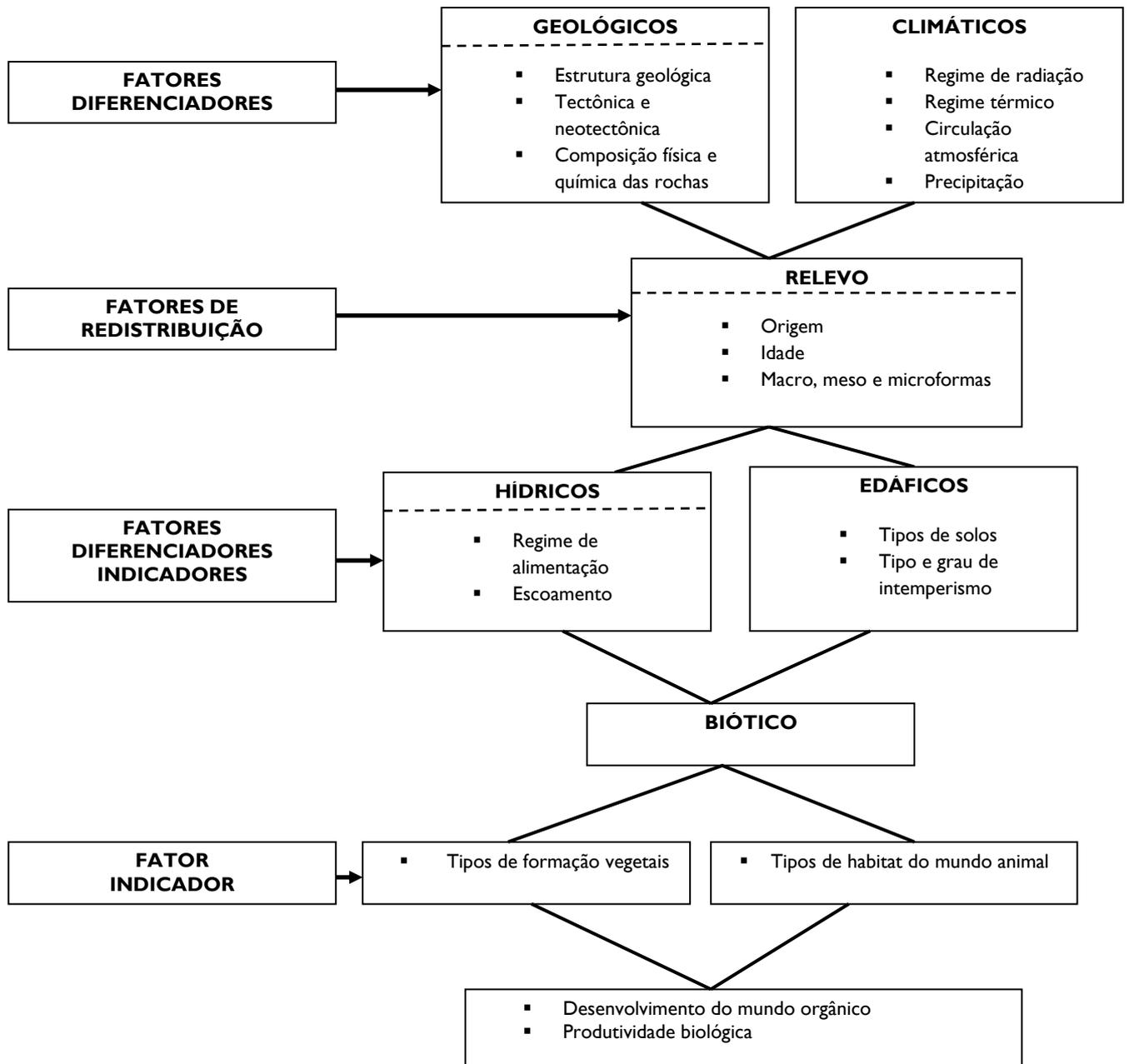
Ao adotar a perspectiva sistêmica, aderimos à análise geossistêmica como o postulado teórico que mais se adéqua ao tipo de estudo que se pretende fazer no já referido objeto empírico de pesquisa, uma vez que a bacia hidrográfica pode compreender diferentes elementos naturais que estão mediados por uma dada exploração econômica e um particular tipo de uso do solo.

Entender como os fatores ambientais ou “geoecológicos” (RODRIGUEZ *op. cit.*) se integram na análise geossistêmica faz-se necessário para a própria compreensão de como a paisagem evolui ao passar do tempo e como as formas de relevo assumem feições distintas e distinguíveis na mesma e logo, os fatores geoecológicos:

Podem ser considerados como os componentes naturais, em que sua inter-relação dialética desempenham um papel na composição substancial, a estrutura, o funcionamento, a evolução e a dinâmica da paisagem. Pode-se considerar seis tipos de fatores geoecológicos na formação da paisagem: geológicos, climáticos, geomorfológicos, hídricos, edáficos e bióticos (IDEM, p. 85).

Como se infere, o conceito de geossistema considera como os seus componentes, os elementos naturais e os elementos que estão intrínsecos à própria paisagem e que exercem um papel chave em seu conjunto (estrutura, funcionamento, evolução e dinâmica) e são responsáveis pelos “*feedbacks*” que o sistema apresenta ao final. Portanto, no nível organizacional dos fatores geoecológicos, podem se distinguir quatro atuações hierarquicamente dispostas (figura 60).

Figura 60. Ordem dos fatores geocológicos formadores da paisagem



Fonte: Rodriguez *et al* (2007, p. 87)

Cada um dos fatores anteriores apresentam uma atuação que compete diretamente na formação da paisagem que serão descritos a seguir:

- I. Os diferenciadores vão determinar as propriedades dos demais componentes dentro do sistema e por isto, não são diretamente influenciados pela ação humana, pois agem em uma escala global e por isto são os primeiros input recebido e são gradualmente alterados durante o decorrer das eras geológicas;

2. Os de redistribuição terão a responsabilidade de partilhar a matéria e a energia recebida por todo o sistema e terão uma forte influencia na formação dos demais componentes;
3. Os diferenciadores indicadores de modo geral, serão o resultado de todo o processo ocorrido no sistema e podem ser parcialmente afetados pela ação antropogênica e;
4. Os indicadores são resultantes das influências que se combinam entre os fatores anteriores citados e estão mais suscetíveis a sofrer e a se transformar pelo impacto antrópico (RODRIGUEZ *et al*, 2007, p. 85/87).

Por meio dos fatores geoecológicos, podemos compreender que a paisagem depende de uma ampla rede de interações que se sobrepõe mutuamente para lhe conferir uma forma final, mas que também está sujeita aos efeitos que a ação antrópica pode lhe causar, quer seja em grau maior ou menor de intervenção e logo, a mesma mostra um estado ambiental bem distinto.

Este “estado” pode ser entendido na perspectiva de como o fator geoecológico se comporta ao ser exposto a um determinado tipo de alteração em níveis variados e com o geossistema conseguirá absorver e reagir ao dano instalado. Ampliando mais, seria, grosso modo, a capacidade de resiliência e resistência do próprio sistema. O quadro 06 na página seguinte dá uma interessante visão deste processo de intervenção nos geossistema e o seus desdobramentos.

O impacto ambiental, uma vez instalado em uma dada paisagem pode trazer alterações substancias na estrutura funcional da mesma se esta apresentar uma baixa resistência a alterações, mesmo que sejam pontuais, pois como sempre partimos da noção integrativa da paisagem, entendemos que um fator alterado pode ressoar na organização de todo o sistema.

Citando López e Cervantes (1984) Rodriguez *et al* (2007) menciona que, genericamente, existem dois tipos de impactos que são causados pelo homem na paisagem:

- a) **De ocupação:** possui caráter mais especial e são ações ou objetos, como os caminhos, rodovias, desmatamento, canais, edificação urbana, redes de serviços, etc. que revelam uma tentativa de adequação de um dado espaço;

- b) **De operação:** possui caráter mais focal e que consistem principalmente substâncias, como gases, águas residuais, ruídos, odores fétidos, etc. como subprodutos do trabalho humano.

O quadro 06 a seguir, sintetiza os tipos de degradação a qual os componentes do geossistema estão sujeitos.

Quadro 06. Sequência das etapas e dos processos de degradação dos geossistemas

CLIMA processo climatobiogenético	Vegetação Clímax	→	Desflorestamentos, desaparecimento da vegetação natural.	→	Cultivo incontrolado, aparecimento de pragas e enfermidades.	→	Perda do umbral e capacidade produtiva e de potencial genético
RELEVO Morfogênese	Morfogênese Atenuada	→	Maior escoamento, menor infiltração.	→	Erosão hídrica e eólica	→	Desequilíbrio hidrológico, desertificação e outros processos.
SOLO Pedogênese	Pedogênese Ativa	→	Degradação físico-biológica	→	Perda de nutrientes	→	Salinização hidromórfica e outros processos
PAISAGEM Gênese e desenvolvimento da paisagem	Paisagem em estabilidade homeostática	→	Paisagem no primeiro estágio de alteração das relações homeostáticas. Ainda está quase intacto o potencial natural e a integridade. A estabilidade natural se modifica antropogenicamente	→	Paisagem instável à crítica que experimentou a perda parcial da estrutura espacial e funcional e da integridade que dá lugar à desestruturação (alteração) das relações homeostáticas	→	Paisagem esgotada em estado muito crítico que perdeu a estrutura espacial e funcional. Os mecanismos da estabilidade natural foram eliminados
SISTEMA AGRICOLA	Geossistema natural	→	Sistema agrícola adaptado. Produtividade alta ou baixa (em dependência do ingresso de energia externa).	→	Sistema agrícola de compromisso. Produtividade média a muito alta (em dependência de ingresso de energia externa)	→	Sistema agrícola desintegrado. Produtividade baixa ou muito baixa (inclusive em dependência de ingresso de energia externa)
NIVEIS DE DEGRADAÇÃO	Sem degradação	→	Pouco degradada	→	Degradada	→	Muito degradada

Fonte: RODRIGUEZ *et al*, 2007.

A paisagem para Rodriguez *et al* (2007, p. 152) “são formações históricas, devendo-se conceber as paisagens como ‘momento’ e como ‘memória’. As peculiaridades estruturo-

funcionais das paisagens refletem-se sempre no curso da evolução” portanto, é indissociável a análise das paisagens de uma visão histórica, para também poder-se esclarecer o complexo caráter da atividade humana.

Como se percebe, considerar o geossistema como um mecanismo para o estudo ambiental é também inferir que a dinâmica humana também se alinha fortemente a sua interpretação e que estas produz *outputs* que podem vir a desestabilizar o conjunto do sistema e em uma bacia hidrográfica, referencia espacial adotada neste trabalho, estas alterações comprometem, exemplarmente, a hidrodinâmica dos recursos aquáticos de superfície.

Ao trabalhar dentro da perspectiva dos geossistemas a adoção de material cartográfico é um dos instrumentos de grande importância para a visualização de maneira mais factível daqueles componentes e, os próprios trabalhos que emergem de uma análise geográfica tem, na cartografia, um lastro metodológico dos mais usuais.

Martinelli (2006) comenta que a elaboração de um mapa temático no âmbito da Geografia “se insere num contexto que envolve a busca de conhecimento e o esclarecimento acerca de certa questão da realidade que se tem interesse em resolver” (p. 27), portanto, o instrumental trazido pela cartografia pode sintetizar uma dada realidade geográfica e torná-la mais assimilável.

Ao se considerar a representação cartográfica das unidades geossistêmicas que são componentes da paisagem:

“exige-se um inventário geográfico completo e relativamente detalhado. A análise deve ao menos descer até o nível dos geofáceis mesmo se eles não devem figurar na carta. O essencial do trabalho se efetua no terreno: levantamentos geomorfológicos, pedológicos e fitogeográficos, exame das águas superficiais, observações meteorológicas elementares, inquéritos sobre o sistema de valorização econômica” (BERTRAND, 2007, p. 55)

Ao se utilizar, portanto, da cartografia como um instrumento para a visualização dos geossistemas, os Sistemas de Informação Cartográfica (SIG) são adicionados à análise que se espera fazer dos mesmos. Para Argento e Cruz (2011, p. 367) ‘hoje sem a utilização de Sistemas de Informações Geográficas – SIGs, torna-se praticamente inviável a elaboração de

projetos ambientais, pois a presença de um plano de informações, representado por mapeamentos geomorfológicos, é indispensável”.

Martinelli e Pedrotti (2001) mencionam que a cartografia ambiental, instrumento de natureza geográfica, é entendida como aquela que compreende o ambiente como o centro das ações humanas, concebe que a cartografia das unidades de paisagem é elemento de síntese, uma vez que se comportam como elementos de síntese geossistêmica e estes, são dotados de morfologias (definidas, dentre outras coisas, por estruturas verticais e horizontais variáveis no tempo) funcionamento (conjunto de transformações ocorridas a intervenção de variados fatores) e por fim, de comportamento (interpretadas como mudanças internas de estado)

Determinado o recurso técnico, a escolha de uma escala de representação é outra decisão a ser tomada. Bertrand (2007) menciona que a escala média entre 1:100.000 e 1:200.000 pode ser satisfatória na perspectiva de se cartografar o *geossistema*. Já numa escala maior (1:20.000) tem-se uma facilidade em se representar os *geofáceis* no interior de um *geossistema*.

O Centro de Estudios Del Ordenacion del Territorio y Medio Ambiente (citado por MACHI, 2005, p. 28) admite que estudos voltados à dinâmica ambiental devem responder a três aspectos fundamentais, ao se considerar a proposta e os objetivos da pesquisa:

1. Reconhecimento: adequado para estudos em escala regional ou nacional;
2. Semi-detalhado: nível intermediário, dirigido para estudos mais característicos que os anteriores e dirigidos à tomada de decisões gerais;
3. Detalhado: aconselhado em estudos que requer tomada de decisões concretas, como localização de ações humanas ou análise de impactos ambientais.

Considerando estas situações, a adoção de uma escala de trabalho para o nível de análise de bacias hidrográfica pode ser a escala média, entre 1:100.000 e 1:50.000 sendo esta última a que atende aos objetivos integrais deste trabalho, embora seja um nível de detalhe menor, consegue adequar-se de modo satisfatório a análise geossistêmica da bacia hidrográfica do rio São Miguel.

Para a identificação das unidades geossistêmicas da já referida bacia, foram elaboradas as bases cartográficas Geológica, Geomorfológica, Pedológica, Fitogeográfica, Morfométrica (Declividade) e Rede de Drenagem. Ambas as cartas temáticas citadas, são os subsídios para

a confecção da carta de unidades geossistêmica da bacia que utilizará os elementos morfoestruturais e as respectivas famílias derivadas como parâmetros para a identificação dos *geofácies* e *geótopos*. A seguir, é apresentada a descrição de como será feito a elaboração do referido material cartográfico e a descrição das fontes que serão utilizadas nesta etapa da pesquisa.

3.1. Base Cartográfica.

Para a elaboração das cartas temáticas que compõe a caracterização da bacia do rio São Miguel, foram utilizados os seguintes materiais: carta de unidades geológicas do estado de Alagoas elaborado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), escala 1:50.000, ano 1975; carta de unidades geomorfológicas elaborado pelo Zoneamento Ecológico-Econômico da Zona Costeira do Estado de Alagoas (ZEEC-AL) 2003 na escala 1:400.000.

A carta pedológica do Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do estado de Alagoas feito pela Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) em 1987 serviu de base para o cartograma de solos da bacia. Para a carta temática de vegetação, a base usada foi oriunda do projeto de identificação de cobertura vegetal do estado de Alagoas e mangues de Alagoas (IMA/PETROBRÁS, 2010) na escala 1:50.000.

3.2. Elaboração do Mapeamento Temático.

A elaboração do mapa temático de geossistemas e das *geofácies* teve como base as cartas topográficas do IBGE (1985) na escala 1: 50.000 (tabela 04), folhas Roteiro, São Miguel dos Campos, Maribondo, Atalaia e a carta topográfica União dos Palmares editada pela SUDENE (1986) e na escala 1:100.000 e, que fora adaptada para se adequar a escala final do trabalho. As cartas foram sobrepostas formando um mosaico, e em seguida, foi delimitada a bacia hidrográfica do rio São Miguel e depois digitalizadas e editadas nos softwares de geoprocessamento SAGA (Sistema de Análise Geo-ambiental), versão 2007, da UFRJ e Quantum GIS, versão 1.8.1.

Como se optou por considerar o relevo como o fator determinante na identificação dos geossistemas e *geofácies* da bacia, foi elaborado o mapa temático da compartimentação geomorfológica da bacia com a determinação das subunidades e famílias de formas de relevo.

Os referenciais utilizados para esta etapa foram a compartimentação geomorfológica proposta por Ross (2006) para as unidades geomorfológicas do Brasil; o estudo feito pelo Zoneamento Ecológico-Econômico da Zona Costeira de Alagoas (ZEEC-AL, 2003) e a proposta de Lima (1979) para a regionalização de Alagoas.

Tabela 04 – Identificação das cartas topográficas usadas.

Carta	Número da Folha	Modelo
Atalaia	SC.24-X-D-VI-2	MI-1599-2
Maribondo	SC.24-X-D-VI-1	MI-1599-1
São Miguel dos Campos	SC. 24-X-D-VI-4	MI- 1599-4
Roteiro	SC.25-V-C-IV-3	MI-1600-3
União dos Palmares	SC-24-X-D-III	-----

Fonte: IBGE, 2012.

A partir das informações obtidas nos mapas de compartimentação e altimetria, foi elaborado o mapa de geossistemas e de geofácies, onde as cotas altimétricas foram o ponto de partida para reconhecimento de ambos. Assim, identificamos, na bacia, os seguintes geossistemas e geofáceis, no quadro 7:

Quadro 7: Classificação dos Geossistemas e geofáceis da bacia hidrográfica do rio São Miguel

GEOSSISTEMAS (unidade morfoestrutural)	GEOFÁCEIS (Subunidades Morfoestruturais)
ESCARPAS ORIENTAIS DO PLANALTO DA BORBOREMA	Cimeira Estrutural Dissecada
	Cimeira Estrutural Conservada
	Escarpa Cristalina Estrutural
	Serras Isoladas
DEPRESSÃO PERIFÉRICA	Depressão do Médio São Miguel
	Serras Isoladas Rebaixadas
BAIXO PLANALTO SEDIMENTAR DOS TABULEIROS	1º Patamar Tabular do Baixo São Miguel

	2° Patamar Tabular do Baixo São Miguel
	3° Patamar Tabular do Médio São Miguel
BAIXO PLANALTO SEDIMENTAR DOS TABULEIROS	4° Patamar Tabular do Médio São Miguel
	Encosta de contato
	Colinas Isoladas Tabulares
	Colinas baixas litorâneas
PLANÍCIE COSTEIRA	Planície Flúvio-Marinho-Lagunar

Fontes: ROSS (2006), LIMA (1975).
Organização: SOUZA, J.C.O, 2012.

Vale ressaltar que a escala de trabalho que foi adotada – 1:50.000 – só permitiu o reconhecimento das geofácies do quadro acima, posto que este foi o nível máximo de detalhamento permitido pela escala. O tratamento, edição e armazenamento dos dados cartográficos mapeáveis deve como ferramenta os já citados softwares de geoprocessamento SAGA-UFRJ 2007 e Quantum GIS 1.8.1.

O uso de destes recursos tecnológicos foi justificado devido ao grande volume de dados de natureza e escalas diferentes e intenção de montar um SIG para a área de estudo. Assim, no primeiro software, foi elaborada a primeira versão dos mapas de geossistema e de geofácies sendo estes, utilizados nas campanhas de campo à área de estudo para validação e correção de informações.

Foram realizadas quatro campanhas de campo à área de pesquisa, ocorrendo duas campanhas no início de 2012, no mês de março, para apreensão inicial das características da área de estudo e as duas finais no mês de janeiro de 2013 para correção e aferição de informações levantadas no gabinete.

Com base no expedito de campo, as informações levantadas serviram para a atualização dos já mencionados mapas e desta vez, o segundo software - Quantum GIS 1.8.1

- foi usado para este trabalho e também foi empregada a imagem do satélite Landsat 7 do litoral sul de Alagoas, captada no ano de 2011 para a mesma finalidade e dirimir dúvidas pontuais.

A caracterização de cada *geofacéis* foi um dos procedimentos que também foram executados e neste, a identificação das formas de relevo, tipologia de vegetação, litologias, altitude e o tipo de solo serviram para individualizar cada subunidade morfoestrutural encontrada na já referida bacia.

4. OS GEOSISTEMAS E AS GEOFÁCEIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO MIGUEL.

A sociedade ao longo de seu processo de evolução desenvolve uma relação com o relevo pautada no uso e na intervenção neste, e de maneira a extrair recursos ou serviços que as morfoesculturas poderiam oferecer. Esta forma de relação, menciona Schutzer (2012), tem variado de acordo com o nível técnico que cada sociedade conseguiu atingir e também de seus sistemas produtivos no decorrer do tempo.

Na incidência do sistema capitalista, essa relação acelerou-se devido a essência que é inerente ao sistema do capital, ou seja, pautada na geração de uma acumulação progressiva e permanente, lastreada pela relação contraditória e dialética que se estabeleceu entre capital e trabalho. Assim, têm-se os tempos e os espaços acelerados, voltados ao atendimento de demandas surgidas ou sugeridas pela lógica do capital.

Em todo este contexto de apropriação das bases naturais, as formas do relevo se inserem como um importante recurso que sofrem de maneira mais direta com as determinações que a sociedade capitalista que conferem. De longe, o relevo é utilizado para abrigo, moradia, locomoção em uma dinâmica de uso de objetos e recursos naturais que provocam ao final, alterações nos processos que são responsáveis pela elaboração e reprodução desses mesmos objetos.

A ascensão do modelo capitalista acresceu as formas do relevo, um valor econômico, na medida em que se multiplicaram as maneiras de uso que foram dadas a mesmas. E as grandes evoluções proporcionadas pelo incremento técnico nos modos de produção e notadamente na agricultura, deram um novo sentido de uso ao relevo, onde o mesmo é também visto como elemento de organização e planejamento do território. Assim, este capítulo pretende apresentar o estudo acerca dos geossistemas e das geofáceis da bacia Hidrográfica do rio São Miguel.

Ross (2006) enfatizou que as formas que são esculpidas pelos processos morfoclimáticos podem ser facilitadores ou dificultadores da ocupação humana em uma determinada porção de território e de seus respectivos arranjos espaciais. Na mesma medida, o traçado de rodovias e ferrovias; o estabelecimento de empreendimentos imobiliários ou industriais e, até mesmo a definição de atividades agrícolas, passa diretamente pelo uso e a conseqüente intervenção nos modelados do relevo para atender a um determinado fim e até na elaboração de propostas conservacionistas para bens de interesse ambiental. Neste contexto, Schutzer reforça a ideia:

Com sua técnica e suas máquinas o homem vem modificando significativamente a geomorfologia de seus sítios de ocupação urbana e das paisagens naturais rurais. Suas estradas com cortes e aterros, juntamente com os resíduos de urbanização, vem construindo novos pacotes de solos que vem sendo chamado de solos tecnógenos e que interferem nos processos naturais (2012, p. 36).

Ab' Saber também adverte que:

[...] é indispensável ressaltar que as nações herdaram fatias – maiores ou menores – daqueles mesmos conjuntos paisagísticos de longa e complicada elaboração fisiográfica e ecológica. Mais do que simples espaços territoriais, os povos herdaram paisagens e ecologias, pelas quais certamente são responsáveis, ou deveriam ser responsáveis [...]. Para tanto, há de se conhecer melhor as limitações de uso específicas de cada tipo de espaço e de paisagem (2003, p. 10).

Situações como as descritas podem ser observadas ao longo da bacia do rio São Miguel que apresenta formas de uso marcadas pelas feições que o relevo assumiu em cada compartimento geomorfológico. Nas áreas que correspondem ao Baixo Planalto Sedimentar, principalmente no médio curso, a atividade agrícola ligada ao cultivo da cana-de-açúcar aproveita a pouca declividade para inserir uma dinâmica produtiva baseada na colheita mecânica do vegetal; nos trechos mais acidentados como no alto curso entre a escarpa cristalina e a cimeira, a criação de gado de corte é bastante difundida. As encostas e a planície sedimentar flúvio-marinho-lagunar voltam-se ao turismo e a conservação ecológica.

A importância que o relevo assume na definição de geossistemas pode ser vista em diversos trabalhos (ROSS, 2006; VEADO e TROPMAIR, 2001; MARQUES, 2011; RODRIGUEZ *et al*, 2007;) onde também nos mesmos e outros, a exemplo de Schutzer (2012); Ab' Sáber (2007) e Guerra (2011) que demonstraram a importância do relevo no estudo, no ordenamento e no planejamento territorial.

Neste sentido, o recurso de cartografar os atributos geomorfológicos de um local é indispensável em proposições como as descritas anteriormente, pois concordando com Argento (2011) a geomorfologia serve de base para o entendimento das estruturas espaciais, não só as que dizem respeito à natureza física dos fenômenos, mas também o caráter socioeconômico dos mesmos.

Logo, Ross (2005, p. 52) comenta que a cartografia geomorfológica, é:

[...] um importante instrumento na pesquisa do relevo, correspondendo a o que Tricart (1963) apresenta como sendo o que “constitui a base da pesquisa e não a concretização gráfica da pesquisa já feita”. Ele é ao mesmo tempo o instrumento que direciona a pesquisa e quando concluído deve representar uma síntese como produto desta. Assim, a carta geomorfológica é indispensável na questão do inventário genético do relevo.

Portanto, o mapa geomorfológico reveste-se de importância ao planejamento territorial ao permitir que dinâmicas de uso espacial possam ser melhor direcionadas, pois num primeiro momento, oferece informações acerca das potencialidades, vulnerabilidades, fragilidades, riscos e restrições quando ao uso e a ocupação de uma dada porção da área cartografada e também as possíveis intervenções no conjunto de sua paisagem constituinte. Para Torres, Neto e Menezes (2012), o mapeamento do relevo deve contemplar os atributos estruturais, morfográficos, morfométricos e cronológicos de cada forma mapeada.

Na delimitação dos geossistema e dos geofácies da bacia do rio São Miguel, utilizou-se as unidades geomorfológicas que foram elencadas na proposta de Zoneamento Ecológico-Econômico da Zona Costeira do Estado de Alagoas (ZEEC-AL, 2003), as quais já foram descritas no item que tratou da compartimentação geomorfológica da área de estudo. Este estudo também se demonstrou fundamental na identificação das geofácies. Portanto a bacia

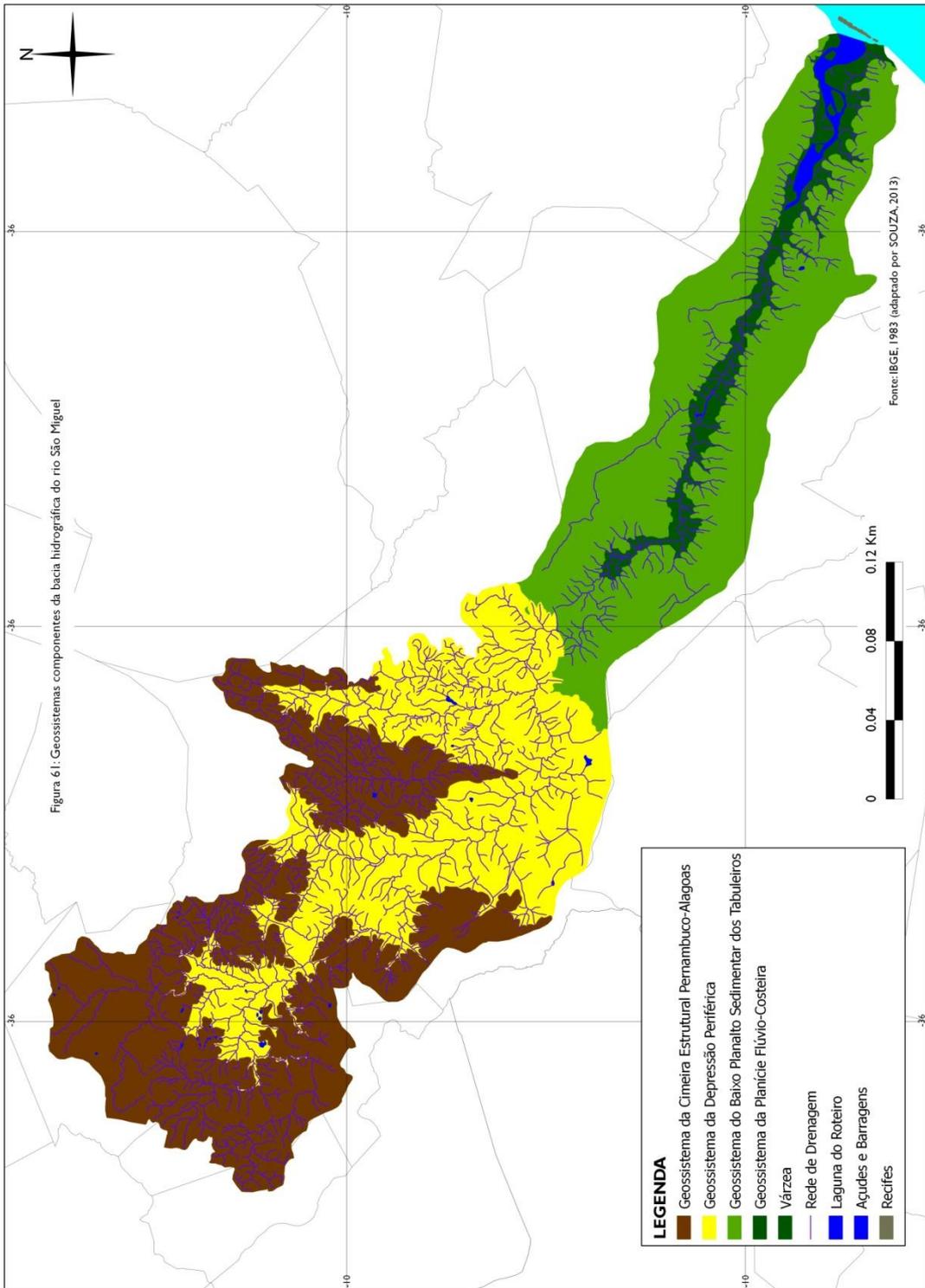
está compreendida entre as Encostas Orientais, Pediplano do Baixo São Francisco, Tabuleiros Costeiros e Planícies Deltaicas, Estuarinas e Praiais.

Os limites dos geossistemas encontrados que corresponde às unidades morfoestruturais presentes na bacia, enquanto as geofácies são representadas pelas subunidades morfoestruturais identificadas a partir das unidades anteriores, ou seja, os geossistemas.

Os geossistemas e os geofácies foram isolados a partir de sua cota altimétrica, visto que este método - que consiste na identificação e compilação das curvas de nível - se mostrou mais factível ao considerar a escala de trabalho utilizada e as consequentes limitações que a mesma possa apresentar. Portanto nesta etapa de desenvolvimento do trabalho, concordamos com Gregory (1992) ao mencionar a perspectiva de Wilson (1981) que caracteriza a análise sistêmica como:

[...] preocupada em lidar com a complexidade e com a identificação e a compreensão dos efeitos sistêmicos, com a busca de métodos aplicáveis a uma vasta categoria de sistemas classificados em certos tipos e com o fornecimento dos instrumentos que auxiliem o planejamento e a resolução dos problemas (p. 231).

A partir desta consideração, procederemos a descrição dos geossistemas (figura 61) componentes da bacia hidrográfica do rio São Miguel e de seus respectivos geofácies (figura 62) constituintes, focando a relação entre as unidades morfoestruturais e os sistemas ambientais físicos



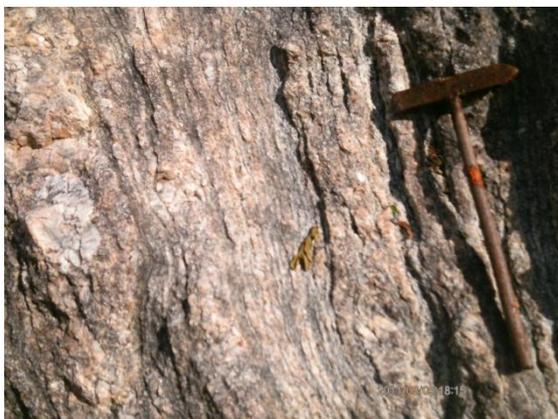
4.1. O Relevo da Bacia do Rio São Miguel na Perspectiva dos Sistemas Físicos.

Ross (2005), adaptando de Schobbenhaus (1984) mencionou que o Brasil é formado por grandes macroestruturas geológicas bastante antigas e que as formas de relevo que se derivaram destas, são recentes. Assim, temos no território nacional os seguintes macrocompartimentos: plataformas ou crátons, cinturões orogênicos e grandes bacias sedimentares. A bacia do rio São Miguel, nestes termos, está situada no macrocompartimento dos cinturões orogênicos, de maneira mais particular no cinturão orogênico da faixa atlântica. Esta se estende deste a parte oriental da região nordeste até o sudeste do Estado do Rio Grande do Sul (ROSS, 2005).

Esta faixa orogênica apresenta, segundo o já citado autor, uma grande complexidade litológica e estrutural, ou seja, é constituída por grande miscelânea de rochas de idades e tipos diferentes como os gnaisses, migmatitos (figura 63), quartzitos e também intrusões de granito (figura 64) e sienitos. Portanto, as feições que os geossistemas e os seus geofácies que foram identificados assumem na área de estudo, derivam da dinâmica intempérica que esta faixa orogênica foi submetida principalmente ao longo do terciário.

Uma vez identificados e delimitados os geossistemas e os respectivos geofácies que os constituem, a análise que seguirá trará uma combinação decorrente de informações das características do relevo, altitude, Pedologia e Estrutura Litológica. A escala adotada para esta análise será 1:50.000, que também será lastreada por algumas obras como Ross, (2006); Veado e Troppmair (2001); Rodriguez *et al* (2007); Bertrand e Bertrand (2007) e Embrapa (1999) e pesquisa e campanhas de campo.

Figura 63: Migmatito aflorante na calha do rio São Miguel, município de Maribondo.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Figura 64: Granito carreado na calha do rio São Miguel, município de Maribondo.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

A principal técnica de pesquisa adotada foi o método de estudo baseado na identificação taxonômica e sistêmica proposta por Bertrand (1971; 2007) e Rodriguez *et al* (2007) no qual a grandeza escalar das unidades, geossistema a unidade maior e geofácies a unidade menor, ou as subdivisões foi elencada como elementos distintivos. Todas as informações levantadas foram organizadas em um SIG (Sistema de Informação Geográfica), onde foram armazenadas de modo a permitir a sua posterior manipulação.

Uma das técnicas utilizadas nesta etapa foi a transferência por compilação, das informações contidas nas cartas topográficas que formam a bacia estudada para o papel poliéster, pois isto garantiria a visualização total da área de estudo e facilitaria a edição do material no software de geoprocessamento.

4.1.1. Geossistema Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas

Esta geossistema compreende o segundo maior número das geofácies da bacia, que são a Escarpa Cristalina Estrutural, Cimeira Estrutural Conservada, Cimeira Estrutural Dissecada e Serras Isoladas. Dentre os demais geossistemas, este representa o de menor proporção territorial, aproximadamente 10% da área total da bacia e o que mais apresenta processos de intemperismo físico.

4.1.1.1. Geofície da Escarpa Cristalina Estrutural

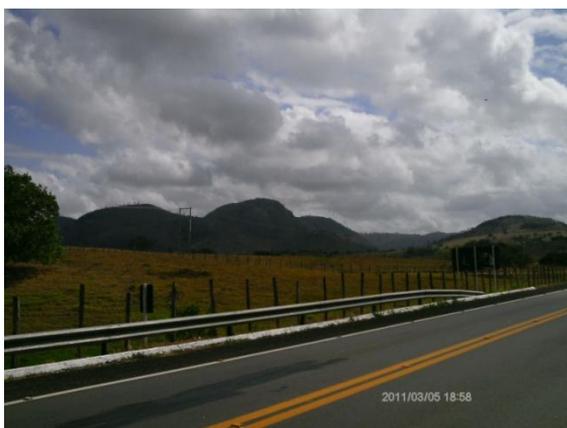
É totalmente modelada em rochas do suíte intrusiva itaporanga; granitos, granodioritos e dioritos; calcialcalinos com alto teor de potássio e metaluminosos. Nesta geofície, os leitos dos primeiros afluentes do rio São Miguel, como os riachos do Ingá e Tanque D'Arca, se formaram sob um estrato litológico de rochas de granito e por isto, apresentam pouco material aluvional e um estreito e raso terraço fluvial (figuras 65 e 66).

Esta geofície está situada no extremo leste da bacia. As formas de relevo apresentam orientação preferencial na direção NE/SO e tem dissecação alta proporcionada pela ação do intemperismo físico, já que a área possui médias elevadas de temperatura se comparado aos demais trechos da bacia.

Os topos do geofície são alongados e bastante acidentados, fruto de uma intensa atividade estrutural endógena durante o Arqueano que deu origem a um sistema de falhas/fraturas. Vales estreitos e fechados em formato de “V” e com uma pequena planície

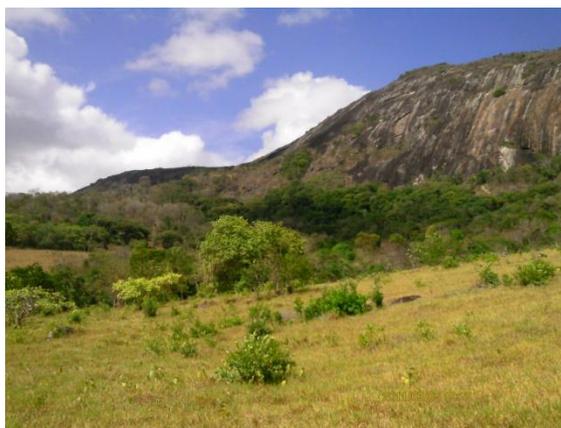
aluvial compreende as características dos primeiros afluentes da bacia. Apresentam altitudes entre 530 e 400 metros.

Figura 65: Geofácie da escarpa cristalina estrutural, município de Maribondo.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Figura 66: Escarpa cristalina estrutural, município de Tanque d'Árca.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

A pedologia do geofácie apresenta solo do tipo Neossolo Litólico que são solos pouco profundos e bastantes grosseiros devido à presença de fragmentos rochosos de variadas dimensões; Planossolo Háplico de drenagem deficiente, um horizonte Bt argiloso, de densidade aparente elevada e semipermeável e Argissolo Acinzentado que é caracterizado pelo acúmulo de argilas por iluviação, translocação lateral interna ou formação no próprio horizonte

4.1.1.2. Geofácie da Cimeira Estrutural Conservada

A geofácie da Cimeira Estrutural Conservada (figura 67) é modelada, geologicamente, por biotita e muscovita em maior proporção, xisto, gnaisse, leucognaisse, matagrauvaca, migmatito, quartizito, anfibólito e mármore do mesoproterozóico são também formações largamente encontradas na geofácie. Dado o caráter ígneo e metamórfico da litologia da área, os cursos fluviais também conformam um leito estreito e um raso terraço fluvial (figura 68), dado a baixa quantidade de material aluvionado.

Figura 67: Geofácia da cimeira estrutural conservada, município de Maribondo.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Figura 68: Terraço fluvial no já rio São Miguel, município de Maribondo.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Apresentando uma altitude entre 380 a 300 metros, os topos da Cimeira Estrutural Conservada igualmente se apresentam alongados e acidentados devido ao intenso intemperismo físico que atua no local e que oferta material coluvial a ser transportado pelos cursos d'água que exumam esta geofácia, sendo que estes mesmos cursos, apresentam vales entalhados em formato de “V”.

Na pedologia da citada geofácia, surgem os solos do tipo Argissolo Amarelo, solo caracterizado pelo acúmulo de argilas por intensa iluviação, translocação lateral interna ou formação no próprio horizonte e com um horizonte B textural (Bt). Entre os horizontes A e B, há uma diferença significativa no teor de argila (GUERRA E BOTELHO, 2009), passando de um horizonte superficial mais arenoso para um horizonte subsuperficial mais argiloso.

4.1.1.3. Geofácia da Cimeira Estrutural Dissecada

Outra geofácia componente do geossistema da Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas é a Cimeira Estrutural Dissecada (figura 69 e 70), subunidade que se caracteriza pela alta dissecação de suas formas e que contribuem para a existência de topos alongados e acidentados devido ao intenso ataque erosivo; os vales fluviais se desenvolveram ainda sob um sistema de falhas /fraturas e com uma pequena planície aluvial e desta forma, os terraços fluviais são de apenas I nível. Ainda devido ao amplo processo de denudação das cimeiras, as vertentes se dão na forma côncava-convexa.

Figura 69: Geofácia da cimeira estrutural dissecada, município de Maribondo.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Figura 70: Geofácia da cimeira estrutural dissecada, município de Maribondo.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

A geofácia localiza-se a oeste da bacia do rio São Miguel, tendo uma orientação NE/N. A altitude da geofácia está entre 280 a 240. Na Cimeira Estrutural Dissecada se apresentam também topos alongados e irregulares devido ao ataque sofrido pelo intemperismo físico que atua no local, o que também oferta material coluvial a ser transportado pelos cursos d'água que exumam esta geofácia - como os riachos das Pedrinhas, Lagoa Grande e Riachão - sendo que estes mesmos cursos fluviais, apresentam vales entalhados em formato de "V" e possuem fundos estreitos e fechados.

Apresenta uma pedologia formada por solos: Latossolo Vermelho e Cambissolo Háplico. O primeiro tipo de solo compreende material mineral com horizonte B latossólico. É um tipo de solo em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos e por isto, são solos profundos, ácidos a fortemente ácidos. Ocorrem em pequenas proporções, já no município de Maribondo, ao longo do rio Jamoatá.

O cambissolo háplico apresenta horizonte B incipiente (Bi) e a existência de muitos minerais primários de grande intemperização. Este tipo de solo apresenta um grau variável de susceptibilidade de erosão dependendo da profundidade. Este solo é predominante em todo este geofácia, estendo-se até o município de Anadia, já no curso principal da bacia do rio São Miguel.

4.1.1.4. Geofácia das Serras Isoladas

O quarto geofácia do geossistema da Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas são as Serras Isoladas (figura 71 e 72). Esta subunidade é representa por serras agrupadas ou isoladas que são encontras, principalmente entre a 2º e a 3º geofácies já descritos. Apresenta

dissecação alta; topos alongados e pouco acidentados e vertente côncava-convexa. A altitude varia entre 200 a 180.

Figura 71: GeofÁCie das Serras Isoladas, município de Maribondo.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Figura 72: Serra de Santa Cruz, município de Boca da Mata.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Solos do tipo Latossolo Amarelo Cambissolo Háplico respondem pela pedologia da geofÁCie. A litologia da geofÁCie apresenta Biotita, muscovita, xisto, gnaiss, leucognaisse, matagrauvaca, migmatito, quartzito, anfibólito e mármore do mesoproterozóico.

4.1.2. Geossistema da Depressão Periférica

Em termos espaciais o geossistema da Depressão Periférica na bacia do rio São Miguel é a maior das unidades morfoestruturais da bacia. Fica circunscrita entre o Geossistema das Escarpas Orientais do Planalto da Borborema, ao norte, e o Geossistema dos Baixos Planaltos Sedimentares dos Tabuleiros, ao sul.

O intenso transporte de rios subsequentes menores levaram os sedimentos da Formação Barreiras que preenchem toda a extensão do geossistema, mas deixaram como registro deste processo, pequenos leques aluviais no sopé de algumas serras que são encontradas na depressão periférica. Podemos encontrar dois geofÁCies neste geossistema.

4.1.2.1 GeofÁCie da DepressÃO do MÓdio SÃo Miguel

A geofÁCie da DepressÃO do MÓdio SÃo Miguel (figura 73) apresenta-se, no tocante ao trabalho morfoescultural, dissecaÇÃO alta e de grande alcance, onde a exumaÇÃO do geofÁCie se deu pelo poder de arraste de sedimentos oferecido pelos afluentes do rio SÃo Miguel. Estes apresentando terraços com mais I nÍvel, e os vales (figura 74) sÃo de fundo chato e encaixados.

Figura 73: GeofÁCie da DepressÃO do MÓdio SÃo Miguel, municÍpio de Anadia.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Figura 74: Pequeno vale na DepressÃO do MÓdio SÃo Miguel, municÍpio de Anadia.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Esta geofÁCie localiza na porÇÃO O/NE da bacia, com uma altitude variando entre 200 a 180. SÃo comuns a existÃncia de formações serranas isoladas ou em conjunto, como testemunhos da ocasiÃo em que a geofÁCie esteve em um nÍvel atimétrico mais elevado. A depressÃO do mÓdio SÃo Miguel possui vales fluviais amplos e de fundo chato e encaixados que aluviona material do local e gerando assim, terraços bem mais espessos do que das outras geofÁCies. Possuem terrenos mais ou menos planos, mas com poucas irregularidades e de baixo declive.

Na geologia da geofÁCie incluem-se ortognaisses claros e calcÁrios, quartzitos e migmatitos; granulito, migmatito e paragneisse com formaÇÃO ferrÍfera e rochas calcissilicÁtica. Grande parte deste material foi exumado e transportado durante todo o perÍodo terciÁrio sendo vertidos em sedimentos para o geossistema dos Baixos Planaltos Sedimentares do Tabuleiro.

Por está em uma área de transição climática, a precipitação no local mostra-se com média anual superior a 100 mm, baixa, se comparada à média do baixo curso da bacia. Portanto, a permanência de água neste trecho da geofácia é pequena. A pedologia é englobada pelos Latossolo Amarelo, Cambissolo Háplico, Gleissolo e Argissolo Amarelo. Destes solos, o destaque é para o Gleissolos que é encontrado ao longo dos cursos d'água e nas várzeas que percorrem a área. São solos hidromórficos, mal drenados, pouco profundos, que podem surgir distróficos ou eutróficos, dependendo da natureza do material sob o qual se desenvolvem.

4.1.2.2. Geofácia das Serras Isoladas Rebaixadas

A segunda geofácia encontrada no Geossistema da Depressão Periférica são as Serras Isoladas Rebaixadas que por vezes se assemelham a formações colinosas. São feições que possuem dissecação alta e alongada, podem se vistas isoladas ou em pequenos conjuntos (figura 75 e 76). Apresentam vertentes exumadas pelo intemperismo que após o transporte do material eluvial, formam na base das serras, pequenos leques aluviais.

A pedologia desta geofácia é formada pelo Cambissolo Háplico, solo raso e pouco drenado e onde também afloram maciços cristalinos e trechos de Latossolo Amarelo. A estrutura geológica é semelhante a primeira geofácia descrita. A altitude das Serras Isoladas Rebaixadas varia de 250 a 350 onde as serras de Brejinho, Bolívia e Cachoeira se destacam.

Figura 75: Geofácia das Serras Isoladas Rebaixadas, município de Anadia.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Figura 76: Geofácia das Serras Isoladas Rebaixadas, município de Anadia.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

4.1.3. Geossistema do Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros.

Lima (1977) lembra que a formação deste geossistema (figura 77) ocorreu na base de um sistema de rochas cristalinas elevadas que foram largamente atacadas pelo intemperismo físico durante todo o terciário e que também experimentou um intenso transporte de sedimentos até a sua colmatação no fim do mesmo período geológico.

São formas (figura 78) preferencialmente esculpidas, segundo Ross (2006), em sedimentos de arenito com intercalação de argilas o que dá origem a espessos solos do tipo Latossolos de textura e profundidade variadas. Esta característica permite a existência de uma bem desenvolvida rede hídrica ao longo do geossistema.

Figura 77: Vale do médio São Miguel, no Geossistema do Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros, município de São Miguel dos Campos.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Figura 78: Geossistema do Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros, próximo à planície flúvio-lagunar, município de Roteiro.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

As vertentes são extensas de formato principalmente côncavo. Na base do Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros, o contato com a planície marinha condiciona o trabalho erosivo das oscilações da maré o que origina falésias vivas em alguns trechos que mantêm este tipo de contato. Este geossistema tem uma orientação oeste-leste, estreitando-se quando se aproxima da planície costeira.

As variações de precipitação e na oferta de água nos rios proporcionaram várias etapas de erosão que intensificaram e reduziram em alguns momentos a ação de transporte destes sedimentos. Por isto, o geossistema apresenta uma feição morfoescultural escalonada, com significativas diferenças na espessura e na altitude de cada patamar. Assim, estes

mesmos patamares, 4 ao todo, são os geofácies incluídos neste geossistema que também possui mais outros 3 correspondendo, assim, ao geossistema com o maior número de geofácies da bacia do rio São Miguel.

4.1.3.1. Geofície do 1º Patamar Tabular do Baixo São Miguel

Esta geofície de origem sedimentar confina em seus limites, o estuário flúvio-lagunar do rio São Miguel e a laguna que “afoga” o citado rio, a laguna do Roteiro (figura 79). Dentre os demais patamares, é o mais estreito, mas possui uma grande espessura de material coluvial que fora transportado pelos processos erosivos ocorridos à montante da bacia.

As formas do relevo assumidas nesta geofície possuem dissecação alta o que dá origem a topos alongados e aplainados (figura 80). A grande oferta de sedimentos areno-argilosos permite aos cursos fluviais um vigoroso processo de denudação da geofície o que gera vales abertos, alongados e de fundos chatos bem exumados e encaixados.

Figura 79: Geofície do 1º Patamar Tabular do Baixo São Miguel, em contato com à planície flúvio-lagunar, município de Roteiro.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Figura 80: Aspecto da base do 1º Patamar Tabular do Baixo São Miguel, município de Roteiro.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Com uma boa oferta de sedimentos, os terraços fluviais alcançam até 3 níveis e são acumulativos. As vertentes são côncavas, devido ao intemperismo químico e físico que atuam em conjunto nesta feição de relevo. A litologia da geofície é composta por sedimentos argilosos intemperizados que são intercalados com aluviões arenosos, arenitos-argilosos a conglomerático, com a presença também de argilo puro a arenoso e conglomerados; arenito impuro com intercalações de folhelho, silitito e calcário.

Na pedologia da geofácia, a grande quantidade de material carreado do geossistema das Escarpas Orientais do Planalto da Borborema e da Depressão Periférica, conferiram solos bem desenvolvidos e espessos, mas com estágios variados de maturação. O Espodossolo Ferrihumilúvico apresenta textura predominante arenosa, principalmente no horizonte B e tem drenagem variável. São pobres em fertilidade e fortemente ácidos.

O Argissolo Vermelho é bem a imperfeitamente drenado, pouco profundo a profundo e foi desenvolvido em condições de clima tropical quente, com chuvas bem distribuídas durante todo o ano. Na geofácia ainda são encontrados solos do tipo Gleissolo ao longo dos terraços e várzeas dos rios e Latossolo Amarelo bastante porosos e permeáveis e de textura variada que vai de média a muito argilosa, e com predomínio de argilo-minerais, encontrados no topo e nas encostas do 1º Patamar Tabular do Baixo São Miguel. A altitude está entre 100 e 120 metros.

4.1.3.2. Geofácia do 2º Patamar Tabular do Baixo São Miguel

Ocorrendo antes do 1º patamar, esta geofácia se difere da sua anterior, principalmente pela altura que alcança: entre 120 e 140 metros. O relevo desta geofácia igualmente apresenta uma morfologia de dissecação média o que dá origem com cumes alongados e aplainados (figura 81).

A igual oferta de sedimentos areno-argiloso permite aos cursos fluviais um vigoroso processo de denudação da geofácia o que também gera vales abertos, alongados e de fundos chatos bem exumados e encaixados (figura 82). As vertentes são côncavas, devido ao intemperismo químico e físico que atuam em conjunto nesta feição de relevo.

Os terraços fluviais alcançam igualmente até 3 níveis e são acumulativos. As vertentes são côncavas. A estrutura geológica deste patamar não varia muito se comparada ao 1º e também apresenta sedimentos argilosos intemperizados intercalados com aluviões arenosos, arenito argiloso a conglomerático, argilo puro a arenoso e conglomerados; arenito impuro com intercalações de folhelho, silitito e calcário.

Figura 81: Cume da Geofácia do 2º Patamar Tabular do Baixo São Miguel, município de São Miguel dos Campos.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Figura 82: Aspecto do Vale na Geofácia do 2º Patamar Tabular do Baixo São Miguel, município de São Miguel dos Campos.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

A principal diferença da pedologia deste patamar é a presença do Argissolo Vermelho-Amarelo, na porção norte da geofácia e Argissolo Acinzentado, em pequenos enclaves ao sul da geofácia. Ambos são insuficientemente drenados, pouco profundos e densos, e entre os horizontes A e B, há uma diferença significativa no teor de argila.

4.1.3.3. Geofácia do 3º Patamar Tabular do Médio São Miguel

Esta geofácia apresenta-se com uma espessura média de sedimentos, mas bastante erodidos e de constituição diversa. Foi modelada em rochas sedimentares de composição predominante argilosa sendo também intercalada com aluviões arenosos vindos de outras geofácies à montante deste patamar.

A morfologia da geofácia assemelha-se as das anteriores, possuindo na mesma proporção, dissecação média com cumes alongados e aplainados, a existência um vigoroso processo de denudação que também geraram vales abertos, alongados e de fundos chatos bem exumados e encaixados (figura 83). Os terraços fluviais são do tipo acumulativo, mas com apenas 2 níveis (figura 84). As vertentes são côncavas, devido ao intemperismo químico e físico que atuam em conjunto nesta feição de relevo.

Figura 83: Aparência assumida pelo vale fluvial na Geofácia do 3º Patamar Tabular do Médio São Miguel, município de São Miguel dos Campos.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Figura 84: Os terraços fluviais da Geofácia do 3º Patamar Tabular do Médio São Miguel possuem dois níveis, município de São Miguel dos Campos.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

A pedologia da geofácia também segue dos já descritos, ou seja, predominam o Espodossolo Ferrihumilúvico (porção sul da geofácia), Gleissolo (ao longo dos terraços e várzeas), Argissolo Acinzentado (em um enclave no centro da geofácia) e Argissolo Amarelo (porções leste e noroeste). A altitude está entre 140 a 160 metros.

4.1.3.4. Geofácia do 4º Patamar Tabular do Médio São Miguel

A geofácia em evidencia acompanha todo o curso do rio São Miguel desde as cidades de Anadia, Maribondo até a confluência com o riacho Riachão, já na cidade de São Miguel dos Campos. Está limitado ao norte pela Geofácia da Depressão do Médio São Miguel e ao sul pela Geofácia do 3º Patamar Tabular do Médio São Miguel.

Suas formas de relevo foram esculpidas também em rochas sedimentares de composição predominante argilosa sendo também intercalada com aluviões arenosos de outros geofácies à montante deste patamar. Apresenta dissecação alta com cumes alongados e fortemente aplainados e erodidos (figura 85).

Representando já nesta geofácia, o principal curso fluvial, o rio São Miguel disseca de maneira intensa as estruturas litológicas da Formação Barreiras e da Formação Coqueiro Seco, o que gera vales abertos, alongados e de fundos chatos bem exumados e encaixados (figura 86), o que garante o transporte de sedimentos aos demais geofácies do geossistema do Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros.

Figura 85: A Geofácia do 4º Patamar Tabular do Médio São Miguel está bastante atacada pela erosão laminar, município de São Miguel dos Campos.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Figura 86: Vale fluvial na Geofácia do 4º Patamar Tabular do Médio São Miguel, município de São Miguel dos Campos.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

As vertentes nesta geofácia apresenta uma configuração côncava-convexa, bastante desnudada pela ação intempérica das precipitações que são em grande volume a partir deste trecho da bacia, em direção a foz da mesma. A altitude varia entre 160 a 180 metros e nos topos, a atividade canavieira mecanizada é largamente difundida, principalmente em São Miguel dos Campos e Boca da Mata.

A pedologia da geofácia também não difere das demais geofácies, pois em todo os patamares, o processo de pedogênese foi semelhante, dando origem a solos que variam de desenvolvidos como os Argissolo Amarelo e Argissolo Acinzentado (porções oeste e nordeste da geofácia); Gleissolo (ao longo dos terraços e várzeas) e Espodossolo Ferrihumilúvico (em um enclave na porção oeste e nordeste da geofácia).

4.1.3.5. Geofácia das Encostas de Contato

Esta geofácia apresenta uma morfologia com dissecação alta desde o topo até a sua base. Por ter formas com declividades variáveis (de alta a média) são propensas a sofrerem com escoamento laminar e uma consequente erosão fluvial que causa exumação pelo intemperismo físico-químico, ou seja, arraste e solubilização de materiais (figura 87).

Apresenta uma altitude variando entre 80 a 20 metros e está inserida entre as geofácies do patamar tabular do São Miguel (médio e baixo curso) (figura 88). Na vertente apresenta um modelado côncavo-convexo em um constante processo de esculpimento.

Figura 87: A Geofácia das Encostas de Contato está bastante atacada pela erosão laminar, que desagrega muitos sedimentos, município de Barra de São Miguel.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Figura 88: Aspecto das Geofácia das Encostas de Contato, laguna do Roteiro na parte inferior município de Barra de São Miguel.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

A litologia da geofácia assemelha-se aos dos patamares é composta por sedimentos argilosos intemperizados que são intercalados com aluviões arenosos, arenito argiloso a conglomerático, com a presença também de argilo puro a arenoso e conglomerados; arenito impuro com intercalações de folhelho, silitito e calcário. A pedologia é representada pelos Espodossolo Ferrihumilúvico, Latossolo Amarelo, Argissolo Vermelho, Amarelo e Acinzentado que são encontrados em estratos e trechos diferentes da geofácia.

4.1.3.6. Geofácia das Colinas Isoladas Tabulares

Em alguns trechos na geofácies do 3º e 4º patamares tabulares do Médio São Miguel, são distinguíveis formações colinosas de baixa declividade ou suavemente onduladas que se assemelham a pequenos morretes isolados (figura 89). Possuem uma altitude entre 60 a 80 metros e são frutos do retrabalhamento de material eluvial depositado no geossistema do baixo planalto sedimentar dos tabuleiros.

Apresentam litologia semelhante ao da superfície em que se localiza, ou seja, sedimentos argilosos intemperizados intercalados com aluviões arenosos, arenito argiloso a conglomerático, argilo puro a arenoso e conglomerados; arenito impuro com intercalações de folhelho, silitito e calcário.

Figura 89: Aspecto da Geofácia das Colinas Isoladas Tabulares município de São Miguel dos Campos.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Sob esta estrutura litológica, a morfologia apresenta dissecação intensa com topos aplainados resultantes da exumação pelo intemperismo físico-químico, o que reduz a declividade da geofácia. As vertentes que se desenvolveram também foram fortemente dissecadas e apresentam-se do tipo côncava-convexa (figura 90).

Figura 90: Aspecto das Vertentes na Geofácia das Colinas Isoladas Tabulares município de São Miguel dos Campos.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Na pedologia da geofácia são encontrados em pequenas proporções, os solos do tipo Argissolo Vermelho, Argissolo Amarelo, Argissolo Acinzentado e Latossolo Amarelo.

4.1.3.7. Geofácia das Colinas Baixas Litorâneas

Esta última geofácia faz parte do Geossistema do Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros está totalmente inserida na geofácia do 1º Patamar Tabular do Baixo São Miguel (figura 91). Dentre as demais geofácies que compõe a bacia do rio São Miguel, esta possui a menor proporção e localiza-se predominantemente na porção leste do 1º Patamar Tabular do Baixo São Miguel, no município de Roteiro.

Sob uma litologia que compreende sedimentos argilosos intemperizados e também intercalados com aluviões arenosos, arenito argiloso a conglomerático, argilo puro a arenoso, a morfologia que se desenvolveu apresenta dissecação alta com topos estreitos e aplainados; pequenos vales abertos e de fundo côncavo; vertentes côncavas exumadas que originam falésias vivas em trechos em que a geofácia mantém contato com o geossistema da planície costeira. Dada a grande ação erosiva, acentuada pela ação intempérica provocada pela grande precipitação, a altitude fica entre 80 e 50 metros. As vertentes são do tipo côncava. Pequenos leques aluviais podem ser vistos na base da geofácia (figura 92).

Figura 91: Geofácia das Colinas Baixas Litorâneas município de Roteiro.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Figura 92: Pequeno Leque Aluvial no sopé da Geofácia das Colinas Baixas Litorâneas município de Roteiro.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

A pedologia da geofácia compreende solos do tipo Argissolo Vermelho; Argissolo Amarelo; Argissolo Acinzentado; Latossolo Amarelo e Latossolo Amarelo que são bastante atacados pela erosão pluvial e fluvial. Em alguns trechos da geofácia, é comum o

aproveitamento econômico baseado no plantio da cana-de-açúcar, já que a mesma apresenta uma topografia menos acidentada.

5.1.4. Geossistema da Planície Flúvio-Costeira

Este último geossistema corresponde ao setor final da bacia do rio São Miguel e dentre os demais, é mais complexo, pois apresenta uma grande dinâmica mórfica devido a existência de uma grande miscelânea de materiais e também de componentes (figura 93). Por ser o depositório final de toda a carga de sedimentos que fora erodida nos setores iniciais do referido rio.

Lima (1977) menciona que a planície ou baixada litorânea de Alagoas compreende áreas que apresenta morfologias bem variadas, que definem, nas palavras do autor, uma costa de “rias” e “deltaicas” (figura 94). No geossistema estudado, os terraços eustáticos são predominantes, onde antigos cordões litorâneos semi-paralelos são evidenciados na margem interna da laguna do Roteiro.

Figura 93: Falésia no Geossistema da Planície Costeira, município de Barra de São Miguel.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Figura 94: Dunas no Geossistema da Planície Costeira, município de Roteiro.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

A glaciação ocorrida durante a última parte do pleistoceno, entre 10.000 a 11.000 anos antes do atual, também chamada de glaciação de Würm. Esta deixou como resultado, segundo Lima (IDEM), em seu último estágio, terraços flúvio-marinho-lacustres arenosos originados durante a fase da transgressão marinha. As altitudes do geossistema variam entre 0 e 10 metros, sinteticamente encontra-se apenas uma geofácia.

5.1.4.1. GeofÁCie da Planície Sedimentar Flúvio-Marinho-Lagunar

Apresentando uma altitude entre 0 e 10 metros, esta geofÁCie alcança a geofÁCie do 2º Patamar Tabular do Baixo São Miguel, mas estabelece um contato mais próximo com o 1º Patamar Tabular do Baixo São Miguel, onde apresenta uma morfometria bem variável, alargando e estreitando-se de acordo com a oferta de material aluvial.

A sua litologia compreende: silte, argila, matéria orgânica (origem do complexo de mangues), areia (diversas texturas e inconsolidadas); recifes de arenito, calcário e calcáreo de origem recifal (figura 95). Como já possui material amplamente trabalhado nos geossistemas anteriores, a morfologia da geofÁCie apresenta dissecação alta que é influenciada principalmente pelas oscilações da dinâmica das marés; terraços flúvio-marinho em dois estágios de deposição: um holocênico e outro pleistocênico; dunas rebaixadas e de pouca extensão e falésias vivas que ocorrem no encontro da geofÁCie das Encostas de Contato com o Geossistema da Planície Costeira (figura 96).

Figura 95: Material depositado pela abrasão flúvio-marinha na base da falésia, na GeofÁCie da Planície Sedimentar Flúvio-Marinho-Lagunar, município de Barra de São Miguel.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Figura 96: Terraços flúvio-marinho de dois estágios, GeofÁCie da Planície Sedimentar Flúvio-Marinho-Lagunar, município de Barra de São Miguel.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Na pedologia da geofÁCie encontra-se o Neossolo Litólico, Neossolo Quartzarênico, solos; conforme Guerra e Botelho (2009) areno-quartzosos, bastante arenosos e profundos, com estrutura em grãos simples, caráter distrófico e acidez elevada e predominantemente encontrada na maior parte da geofÁCie e nas ilhas lacustres (figura 97). Solos de Mangue

(figura 98) também denominado de organossolo, que se caracteriza pelo alto teor de matéria orgânica e visto nas franjas do complexo estuarino da laguna do Roteiro e Gleissolos, nas margens de cursos fluviais que afluem para o interior da laguna.

Figura 97: Neossolo litólico e neossolo Quartzarênico depositado pela abrasão flúvio-marinha, na Geofácia da Planície Sedimentar Flúvio-Marinho-Lagunar, município de Roteiro.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Figura 98: Organossolo associado à apicuns, na Geofácia da Planície Sedimentar Flúvio-Marinho-Lagunar, município de Barra de São Miguel.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

No quadro 08 na página seguinte, há a um resumo das principais características dos ambientes físicos presentes em cada um dos geossistemas e respectivas geofácies.

Quadro 08: Geossistemas e Geofácies da bacia do rio São Miguel

GEOSSISTEMA (Unidade Morfoestrutural)	GEOFÁCEIS (Subunidade Morfoestrutural)	Formas do Relevo	Altitude (m)	Solos	Litologia
Cimeira Estrutural Pernambuco- Alagoas	Escarpa Cristalina Estrutural	Dissecação alta; topos alongados e acidentados; vales estreitos e fechados e com pequena planície aluvial.	530- 400	Neossolo Litólico; Planossolo Háplico; Argissolo Acinzentado.	Suíte Intrusiva Itaporanga; granitos, granodioritos e dioritos; calcialcalinos com alto teor de potássio e metaluminosos;
	Cimeira estrutural conservada	Dissecação alta; topos alongados e acidentados; vales estreitos e fechados e com pequena planície aluvial; terraços de apenas 1 nível; vertentes côncavas.	380 - 300	Argissolo Amarelo; Argissolo Acinzentado.	Biotita, muscovita, xisto, gnaíse, leucognaíse, matagrauvaca, migmatito, quartizito, anfibólito e mármore do mesoproterozóico.
	Cimeira estrutural dissecada	Dissecação alta; topos alongados e acidentados; vales estreitos e fechados e com pequena planície aluvial; terraços de apenas 1 nível; vertentes côncava-convexa.	280 - 240	Latossolo Vermelho; Cambissolo Háplico.	Biotita, muscovita, xisto, gnaíse, leucognaíse, matagrauvaca, migmatito, quartizito, anfibólito e mármore do mesoproterozóico.
	Serras Isoladas	Dissecação alta; topos alongados e acidentados; vertente côncava-convexa.	200 - 180	Cambissolo Háplico; Latossolo Amarelo;	Biotita, muscovita, xisto, gnaíse, leucognaíse, matagrauvaca, migmatito, quartizito, anfibólito e mármore do mesoproterozóico.

Depressão Periférica	Depressão do Médio São Miguel	Dissecação alta e alongada; terraços de 2 níveis; vales de fundo chato e encaixados.	200 - 180	Cambissolo Háplico; Gleissolo; Argissolo Amarelo; Latossolo Amarelo.	Ortognaisses claros e calcários, quartzitos e migmatitos; granulito, migmatito e paragnaisse com formação ferrífera e rochas calcissilicática.
	Serras Isoladas Rebaixadas	Dissecação alta e alongada; serras isoladas ou em pequenos conjuntos.	250-350	Cambissolo Háplico; Latossolo Amarelo.	Ortognaisses claros e calcários, quartzitos e migmatitos; granulito, migmatito e paragnaisse com formação ferrífera e rochas calcissilicática.
Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros	1º Patamar Tabular do Baixo São Miguel	Dissecação alta; topos alongados e aplainados; vales abertos e de fundo chato bem exumados e encaixados; terraços fluviais em vários níveis; vertentes côncavas.	100 - 120	Argissolo Vermelho; Gleissolo; Latossolo Amarelo; Espodossolo Ferrihumilúvico.	Sedimentos argilosos intemperizados, intercalados com aluviões arenosos, arenito argiloso a conglomerático, argilo puro a arenoso e conglomerados; arenito impuro com intercalações de folhelho, siltito e calcário.
	2º Patamar Tabular do Baixo São Miguel	Dissecação alta; topos alongados e aplainados; vales abertos e de fundo chato bem exumados e encaixados; terraços fluviais em vários níveis; vertentes côncavas.	120 - 140	Argissolo Vermelho-Amarelo; Argissolo Acinzentado; Gleissolo;	Sedimentos argilosos intemperizados, intercalados com aluviões arenosos, arenito argiloso a conglomerático, argilo puro a arenoso e conglomerados; arenito impuro com intercalações de folhelho, siltito e calcário.
	3º Patamar Tabular do Médio São Miguel	Dissecação alta; topos alongados e aplainados; vales abertos e de fundo chato bem exumados e encaixados; terraços fluviais em vários níveis; vertentes côncavas.	140 - 160	Argissolo Amarelo; Argissolo Acinzentado; Gleissolo; Espodossolo Ferrihumilúvico.	Sedimentos argilosos intemperizados, intercalados com aluviões arenosos, arenito argiloso a conglomerático, argilo puro a arenoso e conglomerados; arenito impuro com intercalações de folhelho, siltito e calcário.

Continuação...

Baixo Planalto Sedimentar (Tabuleiros Costeiros)	4° Patamar Tabular do Médio São Miguel	Dissecação alta; topos alongados e aplainados; vales abertos e de fundo chato bem exumados e encaixados; terraços fluviais em vários níveis; vertentes côncavas- convexas.	160 - 180	Argissolo Amarelo; Gleissolo; Espodossolo Ferrihumilúvico.	Sedimentos argilosos intemperizados, intercalados com aluviões arenosos, arenito argiloso a conglomerático, argilo puro a arenoso e conglomerados; arenito impuro com intercalações de folhelho, siltito e calcário.
	Encosta de contato	Dissecação alta; exumação pelo intemperismo físico-químico; vertentes côncavas.	80 - 20	Argissolo Vermelho; Argissolo Amarelo; Argissolo Acinzentado; Gleissolo; Latossolo Amarelo; Espodossolo Ferrihumilúvico; Latossolo Amarelo.	Sedimentos argilosos intemperizados, intercalados com aluviões arenosos, arenito argiloso a conglomerático, argilo puro a arenoso. E e conglomerados; arenito impuro com intercalações de folhelho, siltito e calcário.
	Colinas isoladas Tabulares	Dissecação alta; topos aplainados; exumação pelo intemperismo físico-químico.	60 - 80	Argissolo Vermelho; Argissolo Amarelo; Argissolo Acinzentado; Latossolo Amarelo; Latossolo Amarelo.	Sedimentos argilosos intemperizados, intercalados com aluviões arenosos, arenito argiloso a conglomerático, argilo puro a arenoso e conglomerados; arenito impuro com intercalações de folhelho, siltito e calcário.
	Colinas baixas litorâneas	Dissecação alta; topos estreitos e aplainados; vales abertos e de fundo côncavo; vertentes côncavas exumadas que originam falésias vivas.	80 - 50	Argissolo Vermelho; Argissolo Amarelo; Argissolo Acinzentado; Latossolo Amarelo; Latossolo Amarelo.	Sedimentos argilosos intemperizados, intercalados com aluviões arenosos, arenito argiloso a conglomerático, argilo puro a arenoso.

Continuação...

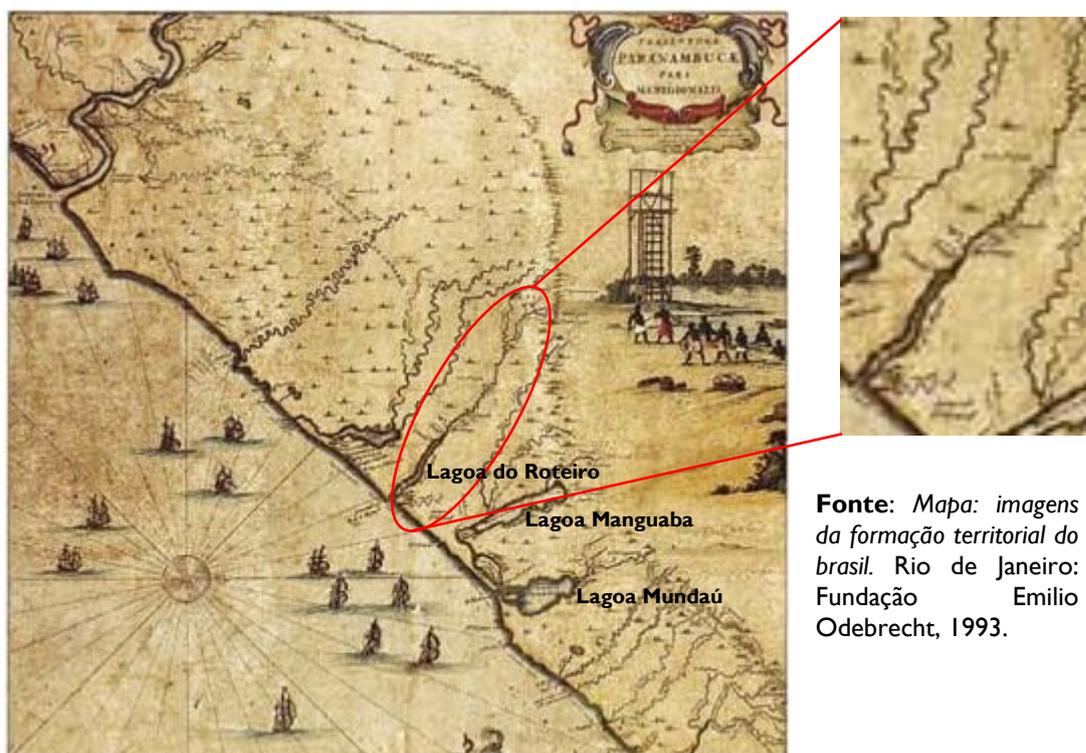
Planície Costeira de Alagoas	Planície Sedimentar Flúvio-Marinho-Lagunar	Dissecação baixa; terraços fluvio-marinho holocénico e pleistocénico; dunas e falésias.	10 - 0	Neossolo Litólico; Neossolo Quartzarênico; Planossolo Háptico; Solos de Mangue	Silte, argila, matéria orgânica areia; Recifes com arenito, calcário, calcáreo recifal.
-------------------------------------	--	---	--------	---	---

Fontes: Lima (1979); ZEEC-AL (2003); Embrapa (2003). **Organização:** SOUZA, 2012.

5. A GÊNESE DAS PAISAGENS NA BACIA DO RIO SÃO MIGUEL.

A plena ocupação da área da bacia do rio São Miguel remonta ao início do século XVI, mas considera-se que o reconhecimento de foz seja bem mais antigo e remonte ao ano de 1501, mais precisamente no dia 29 de setembro. Na gravura de George Marcgrave, de 1647, recolhida por Gaspar Barléus, o rio São Miguel é mencionado como rio *Sinimby* (BEZERRA, 2011), figura 99.

Figura 99: *Rerum per octennium in Brasilia et álibi nuper gestarum, sub praefectura Illustirssimi Comitis I Mauritti, Nassoviae.* Em destaque, o rio São Miguel.



Fonte: Mapa: imagens da formação territorial do Brasil. Rio de Janeiro: Fundação Emílio Odebrecht, 1993.

Andrade (2010) menciona que o rio São Miguel é dos grandes rios açucareiros do nordeste oriental. Em suas margens, a atividade pecuarista e canavieira encontram as condições edafológicas necessárias ao seu desenvolvimento. Estes tipos de uso que foram dados ao solo da bacia, deixaram marcas prementes que a dinâmica econômica do local assumira. Este quadro que não se alterou significativamente após mais de 300 anos de inserção da cultura da cana-de-açúcar na bacia. As demais atividades econômicas responsáveis pelo uso e ocupação do solo na referida bacia, já foram descritas no item que trata da caracterização da área de estudo, ou seja, no capítulo I.

A bacia do rio São Miguel enquadra-se no que Rodriguez *et al* (2007) consideram como paisagem antropogênica, que “[...] concebe-se o sistema natural produtivo composto por segmentos de natureza levemente a fortemente modificados e os sistemas tecnogênicos (paisagens antrópicas)” (p. 159). Toda paisagem antropogênica constitui-se, grosso modo, um fenômeno histórico, na qual se arquiteta evoluindo, o meio natural e as etapas de absorção dos fatores econômicos e sociais trazidos pelo homem e impressos nesta.

Com uma urbanização intensa que fora lastrada pelas atividades agropastoris, a bacia estudada é fortemente influenciada pela ação combinada (mecânica, física, química e biológica) que as atividades humanas ocasionaram fato que é demonstrado pela grande descaracterização que os geossistemas e as geofácies componentes da bacia sofrem de maneira direta.

Considerando também a classificação sintética das paisagens antropogênicas dos já citados autores (2007, p. 165), a área de estudo já estaria em um grau moderado de modificação de suas estruturas geomórficas e geológicas e com uma forte inserção de transformações artificiais ocasionadas pelas atividades pastoril (alto e médio curso), turística (em sua foz) e agrícola (médio e baixo curso). Seria então também, considerando o impacto econômico sobre o meio ambiente e o grau de transformação do território na mesma pelas atividades econômicas. No quadro 09, são apresentadas, resumidamente, as principais características dos geossistemas e os impactos ambientais de cada.

Quadro 09: Dinâmica Natural e Impactos Ambientais Recorrentes.

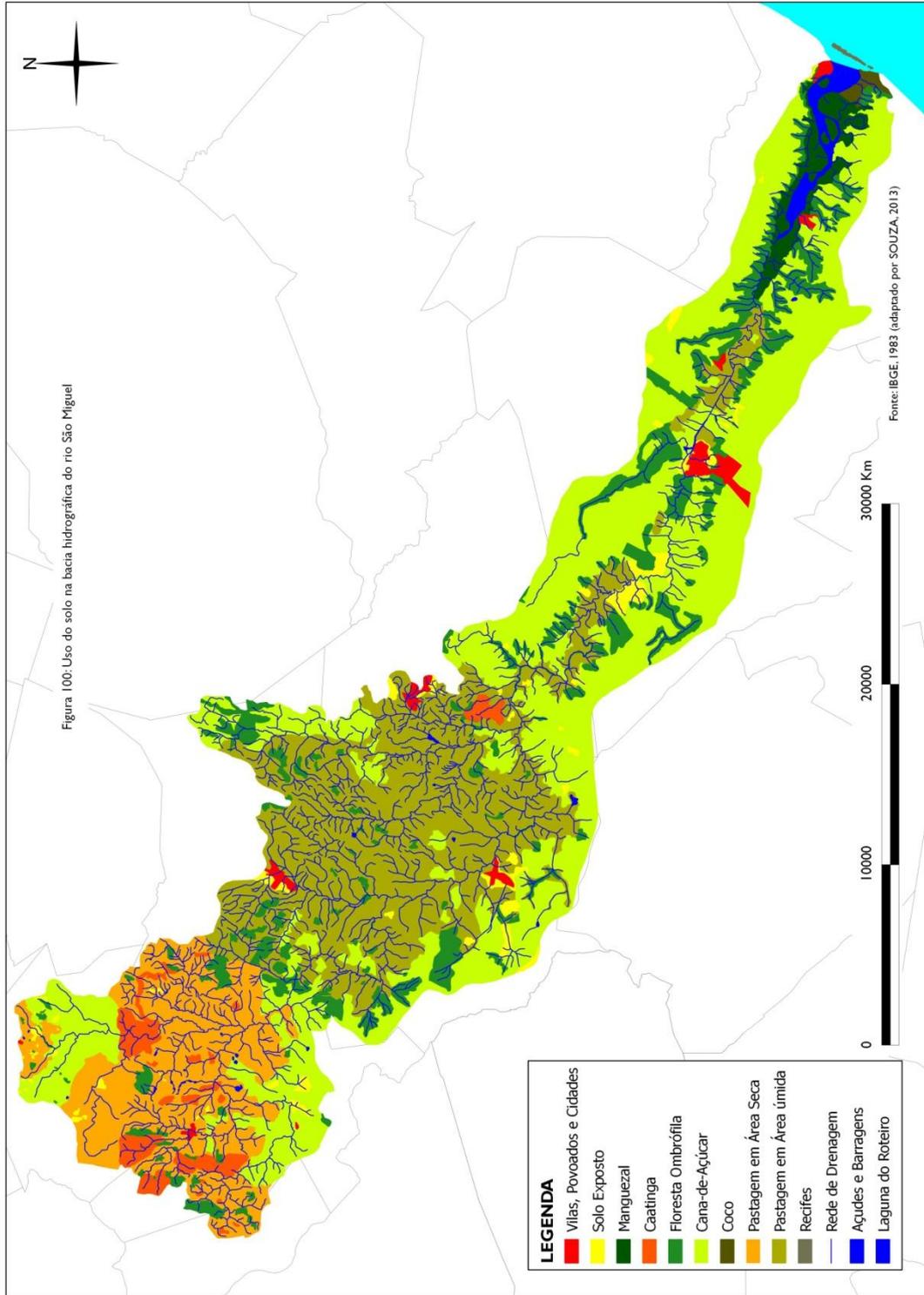
	GEOSSISTEMA		DINÂMICA NATURAL	USO E OCUPAÇÃO	DEGRADAÇÃO ANTRÓPICA	RISCO AMBIENTAL	ESTADO AMBIENTAL ¹¹
1	Cimeira Estrutural Pernambuco -Alagoas	Área escarpada com alta declividade (20-45%)	Erosão fluvial e pluvial; exumação pelo intemperismo físico e deflação eólica	Culturas temporárias (abacaxi, milho, feijão) e pecuária.	Erosão, queimadas, poluição do solo e desmatamento	Deslizamento de blocos rochosos e corrida de detritos.	Medianamente estável
2	Depressão Periférica	Superfície aplainada e relativamente e baixa (3-8%).	Dissecada pela ação erosiva fluvial e transporte sedimentar	Culturas temporárias (milho, feijão e cana-de-açúcar) e pecuária	Erosão, queimadas, poluição do solo e desmatamento.	Inundações e erosão linear	Medianamente estável
3	Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros	Superfície aplainada, de média declividade (8-13%).	Dissecada pela lixiviação do solo (fluvial e pluvial) e transporte de sedimentos	Culturas temporárias (cana-de-açúcar), mineração e pecuária	Erosão, voçorocas, alteração de ecossistemas, compactação do solo, poluição do solo e contaminação hídrica.	Deslizamento rotacional e translacional, <i>creep</i> , inundação, erosão laminar e enxurradas.	Instável
4	Planície Flúvio-Costeira	Planície com influência lagunar e marinha, com áreas de inundação e de baixa declividade (0-3%).	Sedimentação, fluxo hídrico, acumulação de matéria orgânica e abrasão marinha.	Turismo intenso, recreação e lazer, culturas temporárias, extrativismo vegetal e animal.	Desmatamento, alteração de ecossistemas assoreamento, contaminação hídrica, poluição do solo e declínio da pesca.	Erosão linear, inundação, enchentes e alagamento.	Crítico

Fonte: Adaptado de Cavalcanti (1996, *apud* RODRIGUEZ *et al*, 2007), por Souza, 2012.

Os geossistemas na bacia do rio São Miguel foram sendo transformados principalmente quando novas lógicas de uso iam sendo ajustadas ao solo da área como da

¹¹ O estado ambiental se refere ao grau de alteração que um ambiente natural está submetido. Neste estudo, foram identificados três graus de estado ambiental nos geossistemas: ***medianamente estável***, são ambientes que ainda apresentam características naturais originais, mas que estão em processo de descaracterização; ***instável***, são ambientes que já apresentam um estágio intermediário de comprometimento dos caracteres naturais e alguns componentes encontram-se drasticamente alterado; ***crítico***; são ambientes em um estágio avançado de alteração ambiental, bastante antropizados e desestabilizados.

adoção de vertentes econômicas pelo governo estadual a partir da década de 1980, voltadas ao desenvolvimento local e também pelas forças dos capitais endógenos que atuam na área e assim, pode-se encontrar usos diferenciados nos geossistemas da área. A figura 100 a seguir, mostra as formas de uso encontradas em toda a extensão da bacia.



5.1. Uso do Solo no Geossistema da Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas

Este primeiro geossistema identificado possui um padrão de uso do solo que não se alterou de modo significativo desde as décadas de 1980/1990, ou seja, ainda é predominante, as atividades ligados ao setor primário da economia. Notadamente, a agricultura de subsistência de caráter temporário e a pecuária semi-intensiva. Houve também a tentativa do desenvolvimento da cultura algodoeira de caráter comercial, na década de 1970, devido as condições climáticas serem favoráveis à malvacea, entretanto o cultivo não obteve êxito.

O caráter morfoestrutural do geossistema é um fator que se torna limite a formas de uso mais variadas, o que leva ao emprego de baixa tecnologia nos processos produtivos. Sendo assim os municípios de Tanque d'Arca, Mar Vermelho, Belém e a parte N/NE do município de Maribondo apresentam na agricultura de sequeiro a sua principal atividade, como: o milho e o feijão, seguido pelo cultivo de abacaxi, fumo e mandioca (figura 101).

A pecuária de corte e a leiteira também são vistas no geossistema, apesar de serem pouco difundidas. De tal modo com estas formas de usos se observa principalmente a utilização de queimadas para o preparo do solo na agricultura e no plantio de pasto para o gado, como também o desmatamento de remanescentes florestais, com a mesma finalidade; o que gera processos erosivos em todas as geofácies (figura 102). É importante lembrar que as pequenas propriedades agrárias são maioria no geossistema, onde em geral o tamanho espacial das destas não ultrapassam os 5 hectares.

Figura 101: Pequeno cultivo de sequeiro no Geossistema da Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas, município de Tanque d'Árca.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013.

Figura 102: Queima de lixo desencadeia outros processos impactantes, município de Maribondo.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013.

São Miguel e dos pequenos riachos tributários, o que ainda garante a oferta de água aos cultivos, pois este geossistema se insere na mesorregião do Agreste Alagoano, uma área de transição fitoclimática, marcada pelas temperaturas elevadas e irregularidades, na distribuição da precipitação.

5.2. Uso do Solo no Geossistema da Depressão Periférica

Neste geossistema, que sinaliza o médio curso do rio São Miguel, o uso do solo é marcado igualmente pelas pequenas propriedades agrárias, todavia o diferencial que já se observa é a propriedade semi-intensiva de criação de gado de corte e cultivo intensivo de cana-de-açúcar; atividade que garante boa parte da ocupação da população.

A inserção canavieira neste geossistema deu-se durante meados da década de 1970 e fora incrementada em meados da década de 1980, com os incentivos oriundos do Proálcool; onde se instalaram duas plantas de usinas sucroalcooleiras (figura 103). A área cultivada de cana-de-açúcar ocupa uma extensão superior a 20.500 hectares (SEPLAN, 2011) e se localiza principalmente ao longo do médio vale do rio São Miguel e de seus tributários, os riachos Jamoatá, Mata Verde e Santa Cruz.

Figura 103: Cultivo de cana-de-açúcar no Geossistema da Depressão Periférica, município de Anadia.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

A geofácia da Depressão do Médio São Miguel, possui em sua pedologia em maior proporção, o Argissolo Vermelho-Amarelo, um solo com baixo teor de nutrientes e ácidos e por isto, o cultivo de cana-de-açúcar no mesmo necessita do uso de corretivos químicos e fertilizantes para amenizar as características desfavoráveis. No entanto a acidez deste se presta ao cultivo do abacaxi. Em trechos em que o Argissolo acompanha o relevo mais

declivoso, principalmente quando se localiza na geofácie das Serras Isoladas, está sujeito a sofrer com a erosão hídrica (LEPSCH, 2011).

Por apresentar também formas morfoesculturais aplainadas e extensos vales em quase toda a sua extensão, com a exceção das proeminentes serras que surgem isoladas, a criação de gado de corte é bastante difundida em propriedades de caráter comercial intensivo (figura 104). Também houve a tentativa da inserção da cultura algodoeira no geossistema na década de 1970, mas sem muito êxito e atualmente os cultivos ligados ao sequeiro (milho e feijão), tubérculos e frutas, como o abacaxi são encontrados, mas são inexpressivos – ocupam menos de 3% da área agricultável – se comparado aos canaviais em extensão e importância econômica.

Figura 104: Criação de pecuária de corte no Geossistema da Depressão Periférica, município de Anadia.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Situado quase totalmente na mesorregião da Zona da Mata ou Leste Alagoano, o geossistema se beneficia das precipitações que ocorrem com mais frequência na região, assim como as temperaturas elevadas e situações edafoclimáticas que são favoráveis à agricultura que desenvolve no mesmo. Um dos problemas que afetam o geossistema é a disposição de lixo pela população; já que as principais cidades da área – Anadia e Boca da Mata – apresentam um médio volume de população que não dispõe de locais adequados para a disposição dos materiais inservíveis, fato que ocasiona o descarte inadequado e um risco de contaminação da água subterrânea e a superficial, está já em sério risco de comprometimento pelos dejetos do processo produtivo dos canaviais como a vinhaça.

5.3. Uso do Solo no Geossistema do Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros.

Este geossistema é mais extenso dentre os outros três que formam a bacia hidrográfica do rio São Miguel. Está inteiramente no médio e baixo vale do rio e tem uma dinâmica de uso do solo marcada em maior proporção, pela cana-de-açúcar em sua superfície com a presença de grandes municípios canavieiros a exemplo, de São Miguel dos Campos.

A ocupação humana neste geossistema ocorre paralela aos primeiros núcleos populacionais de Alagoas¹² no ano de 1636, quando da descoberta da foz do rio São Miguel em 1501 por Américo Vespúcio. Em 1612, já havia sido instalado na área, um engenho banguê. Portanto, a ocupação desta área se dá ao longo do vale do rio São Miguel, impulsionada pelo cultivo da cana-de-açúcar.

Mais tarde em 1857, inicia-se o plantio de algodão nos baixos planaltos, chamados de “Campos de Inhaúns”, que perdurou até o primeiro quartel do século XX, aonde chegaram a se instalar duas indústrias têxteis para beneficiar a malvácea, mas as crises externas favoreceram o fim deste cultivo na área.

O cultivo de canaviais nesta área ocorre desde o século XVII. Inicialmente ao longo da várzea do rio São Miguel e de seus tributários e começa a “subir” as encostas após a década de 1940 com o fim dos engenhos banguês e o advento das grandes usinas que passam a plantar e moer cana em escala industrial. Esta atividade alcançou, no ano de 2010, 59.880 hectares de área colhida (ALAGOAS, 2010), fato que demonstra a força desta atividade econômica no geossistema. Outras variedades de cultivo como as de sequeiro, coco-da-baía, e mandioca são vistas entre os pequenos produtores, em caráter de subsistência, e representam menos de 5% na área do geossistema.

Consoante aos canaviais, a pecuária bovina também se destaca no geossistema, mas decresce a cada ano devido a outras atividades econômicas que se instalaram (figura 105). O plantel bovino chega a 30.117 cabeças (ALAGOAS, 2010). Os demais rebanhos existem, mais possuem um número inexpressivo.

¹² Os primeiros núcleos populacionais de Alagoas, conforme Lindoso (2000) foram Porto Calvo, no litoral norte; Santa Maria Madalena da Lagoa do Sul e Santa Maria Madalena da Lagoa do Norte, atuais municípios de Marechal Deodoro e Santa Luzia do Norte na mesma ordem no médio litoral e São Francisco do Penedo, atual Penedo, no litoral Sul.

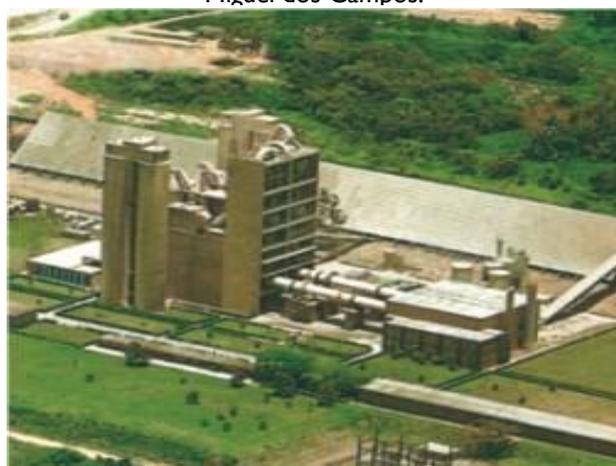
Figura 105: Cultivo de cana-de-açúcar no Geossistema do Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros, município de São Miguel dos Campos.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Outra atividade econômica que marca o uso do solo no geossistema é a extração mineral de calcário, argila e pozolana natural que são utilizadas na fabricação de cimento portland; no município de São Miguel dos Campos, na geofácies do 3º Patamar Tabular do Médio São Miguel (figura 106). Teve uma produção de 583.772 toneladas no ano de 2010 (ALAGOAS, 2010). A fabricação deste produto é controlada por uma empresa multinacional do setor. Em pequena escala também existe a extração de petróleo na área.

Figura 106: Fábrica de extração de calcário para a fabricação de cimento, no Geossistema do Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros, município de São Miguel dos Campos.



Fonte: CIMPOR, 2011

Com uma pedologia marcada basicamente por Argissolo Vermelho-Amarelo, a área apresenta morfoesculturas marcadas pela dissecação fluvial e pluvial, principalmente na base

das colinas interiores e nas encostas (figura 107). Neste citado solo, apresenta um horizonte A/B arenoso, o que favorece os processos de lixiviação e de erosão desta camada superficial de solo e o plantio de cana-de-açúcar em médias declividades, contribui neste processo para o plantio de vegetal. Houve ainda a supressão da vegetação original em larga escala em todas as geofácies (figura 108).

O município de São Miguel dos Campos, o maior do geossistema também não possui rede coletora de esgoto que atenda a toda a população. Logo, a contaminação hídrica superficial e subterrânea se torna um efeito negativo ao geossistema; uma vez que este problema soma-se a descarga de dejetos sucroalcooleiros *in natura* no solo, que por já inserir-se, geologicamente na Formação Barreiras do período terciário e no Complexo Coqueiro Seco, possui aquíferos com boa fonte de água, favorecido pelo pacote sedimentar quaternário e paleózoico.

Figura 107: Ravina da base da Geofácia da Colina Baixa Litorânea, Geossistema do Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros, município de Roteiro.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Figura 108: Queimada de vegetação de restinga no sopé da Geofácia da Colina Baixa Litorânea, no Geossistema do Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros, município de Roteiro.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

5.4. Uso do Solo no Geossistema da Planície Flúvio-Costeira

Este geossistema é o menor de toda a bacia, ocupando menos de 20% da área total desta; contudo apresenta em seu solo, usos bem variados. Sua ocupação confunde-se com a do Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros e teve inicialmente na cana-de-açúcar, o principal dinamizador de seu espaço territorial.

Os dois municípios que possuem porções de seus territórios no geossistema, são: Roteiro e Barra de São Miguel; estes por sua vez experimentam no turismo um novo elemento transformador no uso do solo no geossistema. O turismo tem crescido desde a década de 1990, quando neste período houve uma “descoberta” pela atividade turística do local (figura 109).

Figura 109: Turismo de lazer no Geossistema da Planície Costeira, município de Roteiro.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

As feições morfoesculturais do geofácio como a planície flúvio-marinho-lagunar ladeada pelo cordão de recifes de arenito na foz do rio São Miguel; os depósitos de areias quartizosas flúvio-marinhas que formam linhas de praias amplas e a abrasão marinha na geofácio das Encostas de Contato que produzem falésias vivas dissecadas; são elementos que se tornam atrativos ao desenvolvimento do turismo no geossistema, entretanto também trazem problemas.

Cruz (2003) chama atenção para os impactos que o turismo pode produzir nos espaços naturais de que se apropria, pois para a exercício da atividade é necessário a instalação de uma rede de infra-estrutura que possa atendê-la; sendo as mesmas a principal causa de alterações naqueles espaços. Deste modo, o turismo ao mesmo tempo em que depende do quadro natural para sua consolidação, também degrada, erode paisagens naturais e interfere na estrutura e no funcionamento dos geossistemas que os abrigam.

A década de 2000 marcou uma nova etapa no uso do solo no geossistema. Com a intervenção e a especulação imobiliária alinhada aos projetos de duplicação da malha viária que se interliga com a capital estadual; houve um incremento no turismo voltado para a

segunda residência (figura 110) com a construção de condomínios de veraneio, principalmente na geofácie da Encosta de Contato e na planície flúvio-marinho pleistocênica.

Figura 110: Turismo de segunda residência próximo à laguna do Roteiro, no Geossistema da Planície Costeira, município Barra de São Miguel.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Tais empreendimentos suprimiram antigos cordões litorâneos e aplainaram dunas fixas que havia na área, além de provocaram uma pressão na captação de água subterrânea. Ambas as cidades tem sistemas de abastecimento deficitários e baixa cobertura de saneamento básico, o que gera a contaminação tanto da água subterrânea como das superficiais. O estuário lagunar é dos ambientes mais afetados pela precária assistência sanitária nos dois municípios que ainda tem na disposição inadequada de lixo urbano, um problema ainda em evidência.

A pesca e o cultivo de ostras são outras atividades desenvolvidas no solo do geossistema, sendo menos impactantes de modo geral. Porém os seus praticantes ainda alçam mão da extração de madeira dos manguezais que ladeiam toda a laguna do Roteiro. A laguna e a sua vegetação constituinte estão incluídas na Reserva Ecológica de Manguezais da Lagoa do Roteiro, que em seu plano de manejo prevê a conservação da vegetação do local e a proibição do corte e queimada da mesma, o que na prática, não ocorre.

Mesmo sendo em menor proporção de uso do solo no geossistema, o cultivo de cana-de-açúcar é fator gerador de processos de assoreamento em trechos da laguna, pois com a retirada ou queima da vegetação (figura 111), o solo fica exposto e mais suscetível a

enfrentar a lixiviação pluvial, o que ocasiona erosão e transporte de sedimentos para o interior do corpo lagunar.

Figura III: O cultivo de cana-de-açúcar domina a paisagem no Geossistema da Planície Costeira e suprime a vegetação nativa por meio de queimadas município de Roteiro.



Fonte: SOUZA, J.C.O, 2013

Como instrumento prático para um maior reconhecimento das condições de uso de cada um dos geossistemas da bacia do rio São Miguel é que foram feitos todos os levantamentos do quadro fisiográfico que a compõe, onde cada um dos estudos visava construir um entendimento de como os agentes naturais atuaram no modelamento das formas de relevo que representam a expressão concreta dos geossistemas componentes da área de estudo e na mesma linha, ver o processo humano inserido na dinâmica inerente a cada ambiente geossistêmico, demonstrado nas formas de uso dado ao solo e os impactos decorrentes destes.

Todos estes elementos foram primordiais na formulação de uma proposta de zoneamento dos geossistemas segundo a forma de uso que deveria ser dada a cada segundo suas condições e características geoambientais.

5.5. Sugestão de Zoneamento Geográfico dos Geossistemas da Bacia Hidrográfica do Rio São Miguel.

A caracterização da área de estudo no capítulo I desta dissertação visou apresentar, as condições ambientais e componentes da bacia de modo a revelar qual a condição da natureza que se desenvolveu na área. Assim, o levantamento litológico permitiu mostrar a

composição mineral de cada formação geológica presente em cada um dos geossistemas e geofácies de modo a evidenciar as condições de fertilidade do solo e uma provável aptidão ao uso agrícola.

O levantamento pedológico permitiu conhecer as classes de solo componentes dos geossistemas e também reconhecer a dinâmica dos processos dinamizadores do relevo e as fragilidades de cada um a uma dada intervenção. Conhecer as transformações e os impactos advindos de sistemas de uso do solo permitiu traçar o panorama geoambiental da bacia de maneira a compreender a relação entre o meio natural e o antrópico em geossistemas.

Portanto, estes levantamentos foram importantes na proposição de um zoneamento dos tipos de uso que podem ser dados aos geossistemas da bacia de acordo com a característica ambiental de cada um e também as suas respectivas limitações.

As características teóricas essenciais a um zoneamento dos ambientes naturais foram descritas no capítulo II onde se percebeu que tal estudo é um dos instrumentos aplicáveis à organização de um dado espaço territorial e ambiental já que o mesmo pode subsidiar ações de intervenções nos locais focos deste trabalho.

Assim, a proposta de zoneamento apresentada tem por base a análise sistêmica na qual a perspectiva é o estudo da paisagem através dos geossistemas como a escala de análise. Os conhecimentos sobre a natureza e a estrutura dos geossistemas na bacia hidrográfica do rio São Miguel será sistematizada, onde os elementos que o compõem, a dinâmica que os rege e também o valor e a intensidade com que o homem interfere no ambiente do geossistema, também estará incluída nesta proposta.

A proposição de um zoneamento passaria, portanto no conhecimento de como os mecanismos funcionam e como estes se originam de maneira natural e antrópica pede que se tenha um conhecimento dos processos dinâmicos da natureza em uma paisagem e como o homem reage a eles e os enfrenta.

Como já conceituado neste trabalho, esta proposta de zoneamento se aproxima de um Zoneamento Econômico-Ecológico (ZEE), mas não chega a ser devido a ausência de algumas etapas que são próprias de um ZEE, como a multidisciplinaridade e a participação e a consulta popular e por isto, optamos por chamá-lo de Zoneamento Geográfico, mas a mesma poderá servir, no futuro, como subsídio a um ZEE da bacia.

Para Ross *et al* (1995) mencionado por Gonçalves (2005) as etapas que envolvem um zoneamento passam, necessariamente, por diretrizes que envolvem:

1. Ações corretivas e preventivas para resguardar ou conservar os ambientes naturais e valorizar a cultura da população envolvida;
2. Programas de apoio para aumentar as atividades econômicas compatíveis, de um lado, com a fragilidade dos sistemas ambientais naturais e dos modelos culturais, sociais e econômicos das populações envolvidas, e, de outro, com a capacidade de suporte dos recursos naturais renováveis;
3. Meios institucionais para definir uma articulação político-institucional de gestão associada, a ser implementada pelos órgãos de Estado (municípios, Estados e União).

Assim foi executada esta proposta de zoneamento geográfico da bacia do rio São Miguel, calcada na perspectiva de sugerir os tipos de usos mais adequados aos geossistemas e geofácies componentes. O eixo desta proposta levará em consideração as atividades econômicas já consolidadas e as possíveis de execução; o grau de conservação de cada fragmento florestal e a possibilidade de preservação considerando a fragilidade e as limitações dos ecossistemas existentes. Também serão dadas sugestões de uso, vedações, restrições e limitações de cada geossistema considerando as suas condições geoambientais frente a atividades incompatíveis de modo a garantir o seu uso de maneira mais equitativa e equilibrada.

5.5.1. Zoneamento Geográfico da Bacia do Rio São Miguel.

Nesta proposta de zoneamento, recorreremos aos instrumentos legais de âmbito federal e estadual (leis, decretos, normas técnicas e resoluções) para compreender os pressupostos que regem a resguarda de determinados elementos e/ou características de ambientes naturais e assim construir um diagnóstico que possa apresentar as condições de uso na bacia do rio São Miguel.

O novo Código Florestal Brasileiro (lei nº 12.651 de 2012 e modificado pela medida provisória nº 517) prevê que as áreas de preservação permanente (APP) são: faixas marginais de qualquer curso d'água, desde a borda da calha do leito regular faixas marginais de rios cuja largura mínima e o tamanho da APP seja conforme o quadro 10:

Quadro 10: Área mínima de proteção segundo a largura dos cursos d'água, conforme o Código Florestal.

Largura do curso d'água	Largura mínima da APP
<10 metros	30 metros
>10 e <50 metros	50 metros
>50 e <200 metros	100 metros
>200 e <600 metros	200 metros
>600 metros	500 metros

Organização: SOUZA, J.C.O, 2012.

Ainda se incluem nas APP's:

- a) Áreas no entorno de lagos, lagoas e de reservatórios artificiais;
- b) Áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja a sua situação topográfica;
- c) Encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;
- d) As bordas de tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 metros em projeções horizontais;
- e) Topos de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 metros e inclinação medida maior que 25°;
- f) Áreas de altitude superior a 1.800 metros, qualquer que seja a vegetação;
- g) Veredas - faixa marginal, em proteção horizontal, com largura mínima de 50 metros, a partir do limite do espaço brejoso e encharcado;
- h) Desde que declaradas de interesse público por ato do Chefe do Poder Executivo.

Diante desta, podemos verificar que há zonas que não comportam um determinado tipo de uso devido a sua fragilidade e condição ambiental e que outras, mesmo tendo condições para uso, deverão ter certo cuidado em seu manejo e exigem técnicas apropriadas de cultivo ou os usos podem trazer algum risco aos geossistemas da bacia.

Assim, determinamos as seguintes zonas de acordo com as aptidões e inaptidões agrícolas, restrições ambientais, preservação integral como as Áreas de Proteção Ambiental (APA) e as formas de uso já consolidadas e que são tradicionais nos geossistemas da bacia, como a pecuária. Logo temos as seguintes zonas:

1. ZAPP (Zonas de Áreas de Preservação Permanente): são áreas que atendem as especificações do Código Florestal e da lei estadual n 5.854 de 1996. Na bacia, tem-se as nascentes, as áreas que estão dispostas linearmente às margem de rios e riachos que compõem a rede de drenagem do São Miguel; encostas e topos de morros.
2. ZCUI (Zona de Conservação de Uso Indireto): são zonas que possuem restrição quanto à exploração de recursos naturais e que por isto devem ser conservadas em sua integridade. Abrigam ecossistemas com remanescentes da flora e fauna, sendo a utilização de produtos e subprodutos determinada pelo poder público e para fins técnico-científicos, conforme também a lei estadual nº 5.854 de 1996.
3. ZRUA (Zonas Restritas ao Uso Agrário): são áreas que possuem algum tipo de restrição ao uso agrícola ou pecuário, devido, por exemplo, as características pedológicas e susceptibilidade a erosão e por isto devem possuir formas de utilização que não agridam diretamente as suas características físicas como a mecanização de cultivos, a não rotação de culturas e o excesso hídrico sendo então preciso um manejo adequado.
4. ZSUA (Zona Suscetível ao Uso Agrícola): as áreas que não apresentam nenhuma restrição de ordem ambiental ou que não se constituam APA's e que por isto, tem o uso agrícola e pecuário permitido. Assim, são áreas sem excesso hídrico ou baixo risco de erosão. Alguns fragmentos nesta zona, no entanto, podem apresentar algum tipo de limitação como a infertilidade do solo ou a recorrência de processos erosivos e mesmo comportando formas variadas de cultivo, prescindem de técnicas adequadas de manejo do solo.
5. ZIUA (Zona Inapta ao Uso Agrícola): são zonas que devido as suas características ambientais são inaptas a quaisquer praticas agropecuárias devido a fragilidade do solo, declividade do terreno e localização em áreas úmidas e que por isto, podem sofrer com processos erosivos, excesso hídrico e lixiviação do solo sendo, portanto vetado a sua exploração agrícola ou pecuária se as mesmas não tiveram práticas eficientes de conservação do solo.

6. ZUEM (Zona de Uso para Extração Mineral): optamos por criar esta zona devido já ser tradicional na bacia do rio São Miguel a extração mineral de derivados de calcário e a mesma já figurar na economia local e estadual.
7. ZURB (Zona Urbana): são áreas que corresponde aos perímetros urbanos de cada município existente na bacia, oito ao todo, inseridos totalmente ou parcialmente nos limites da mesma.

Abaixo, descrevemos de maneira sucinta as diretrizes gerais de uso em cada zona e as indicações de uso das mesmas.

Quadro II: Diretrizes de Uso na ZAPP

DIRETRIZES GERAIS		AÇÕES VOLTADAS AO USO ADEQUADO DA ZAPP
Admitidas	Vetadas	
Pesquisas científicas	Uso agrícola e pecuário	Maior fiscalização e cumprimento da legislação de resguarda dos órgãos das esferas federais e estaduais e também em âmbito municipal.
Coleta de espécies vegetais para uso medicinal	Ocupação urbana e indicação de área de expansão urbana (loteamento e novas construções).	Incentivos a pesquisas científicas das espécies da área.
Replanteio de espécies da fauna e reintrodução de espécies da fauna	Atividade de extração mineral ou de vegetação nativa	Apoio a projetos de reflorestamento de áreas desmatadas.
Coleta de água para finalidade doméstica com o ordenamento e fiscalização do órgão competente (CASAL ou SAAE) ¹³	Alteração de drenagem	Ação de recomposição de vegetação nativa e campanhas de conscientização junto aos usuários.
	Introdução ou criação de espécies da fauna e flora exóticas.	Reintrodução de espécies nativas aos ecossistemas da área.
	Atividade turística ou recreacional	Ordenamento e verificação da capacidade de suporte do geossistema
	Aberturas de trilhas ou estradas.	Recuperação de trechos afetados pela erosão ocasional
	Despejo de resíduos sólidos	Relocação de material poluente para outro local adequado e revitalização do já contaminado.

Organização: SOUZA, 2012.

¹³ Respectivamente: Companhia de Abastecimento e Saneamento de Alagoas (CASAL) e Sistema Autônomo de Água e Esgoto (SAAE)

Quadro 12: Diretrizes de Uso na ZCUI

DIRETRIZES GERAIS		AÇÕES VOLTADAS AO USO ADEQUADO DA ZCUI
Admitidas	Vetadas	
Pesquisas científicas	Uso agrícola e pecuário intensivo ou mecanizado	Maior fiscalização e cumprimento da legislação de resguarda dos órgãos das esferas federais e estaduais e também em âmbito municipal.
Coleta de espécies vegetais para uso medicinal próprio	Ocupação urbana e indicação de área de expansão urbana (loteamento e novas construções).	Incentivos a pesquisas científicas das espécies da área voltadas a finalidade econômica.
Replanteio de espécies da fauna e reintrodução de espécies da fauna	Introdução ou criação de espécies da fauna e flora exóticas.	Reintrodução de espécies nativas aos ecossistemas da área.
Extrativismo animal (pesca ou cultivo de fauna aquática) com a fiscalização do IMA-AL	Qualquer atividade de mineração	Ação de recomposição de vegetação nativa e campanhas de conscientização junto aos usuários.
Instalação de equipamento turístico de pequeno porte, a ser fiscalização também pelo IMA-AL.	Criação de espécies exóticas a área	Ordenamento e verificação da capacidade de suporte do geossistema
Aberturas de trilhas voltadas ao turismo ecológico.	Atividade turística altamente impactante como o turismo de massa.	Planejamento e estudo adequado da área para o uso turístico.
		Relocação de material poluente para outro local adequado e revitalização do já contaminado.

Organização: SOUZA, 2012

Quadro 13: Diretrizes de Uso na ZRUA

DIRETRIZES GERAIS		AÇÕES VOLTADAS AO USO ADEQUADO DA ZRUA
Admitidas	Vetadas	
Plantio de espécies nativas da flora	Uso agrícola em áreas sujeitas a erosão	Estudos detalhados sobre o estado de conservação do solo e dos recursos hídricos e sua recuperação, se necessário.
Uso agrícola de baixa intensidade de mecanização	Supressão de vegetação nativa preexistente	Reflorestamento vegetal nativo
Queimada controlada pelos órgãos ambientais competentes	Ocupação agrícola de APP's	Adoção de práticas agrícolas menos impactantes e de baixa mecanização e intensidade
Coleta de plantas medicinais	Exposição do solo mesmo que temporariamente	Programas de apoio ao manejo adequado do solo e de práticas conservacionistas.
	Criação ou introdução de espécies exóticas a área	Estudo de espécies voltadas ao uso econômico e exploração comercial e popular.

Organização: SOUZA, 2012

Quadro 14: Diretrizes de Uso na ZSUA

DIRETRIZES GERAIS		AÇÕES VOLTADAS AO USO ADEQUADO DA ZSUA
Admitidas	Vetadas	
Plantio de espécies nativas da flora	Supressão de vegetação nativa preexistente	Estudos detalhados sobre o estado de conservação do solo e dos recursos hídricos e sua recuperação, se necessário.
Queimada controlada pelos órgãos ambientais competentes	Criação ou introdução de espécies exóticas a área	Reflorestamento vegetal nativo em áreas degradadas
Utilização por qualquer atividade agrícola mecanizada e irrigada e como manejo de solo e dos recursos hídricos.	Ocupação agrícola de APP's	Recuperação de APP's
		Programas de apoio técnico para o manejo agrícola adequado e conservação do solo
		Mudanças dos padrões de produção agrícola voltada para o uso sustentável da área.
		Formação de florestas sociais que serviriam para atender a demanda por vegetação da população.

Organização: SOUZA, 2012

Quadro 15: Diretrizes de Uso na ZIUA

DIRETRIZES GERAIS		AÇÕES VOLTADAS AO USO ADEQUADO DA ZIUA
Admitidas	Vetadas	
Plantio de espécies nativas da flora	Supressão de vegetação nativa preexistente	Estudos detalhados sobre o estado de conservação do solo e dos recursos hídricos e sua recuperação, se necessário.
Coleta de plantas medicinais	Ocupação agrícola de APP's	Reflorestamento vegetal nativo
Pesquisas científicas	Introdução ou criação de espécies da fauna e flora exóticas.	Contenção do solo em áreas degradadas pela erosão.
Instalação de equipamento turístico de pequeno porte, a ser fiscalização também pelo IMA-AL.	Agricultura e pecuária mecanizada mesmo que extensiva.	Recuperação de APP's
Turismo rural	Retirada de espécies nativas da fauna e da flora	Estudo de espécies voltadas ao uso econômico e exploração comercial e popular.
	Despejo de resíduos sólidos	Reflorestamento vegetal nativo
		Formação de florestas sociais que serviriam para atender a demanda por vegetação da população.
		Reintrodução de espécies nativas aos ecossistemas da área.

Organização: SOUZA, 2012

Quadro 16: Diretrizes de Uso na ZUEM

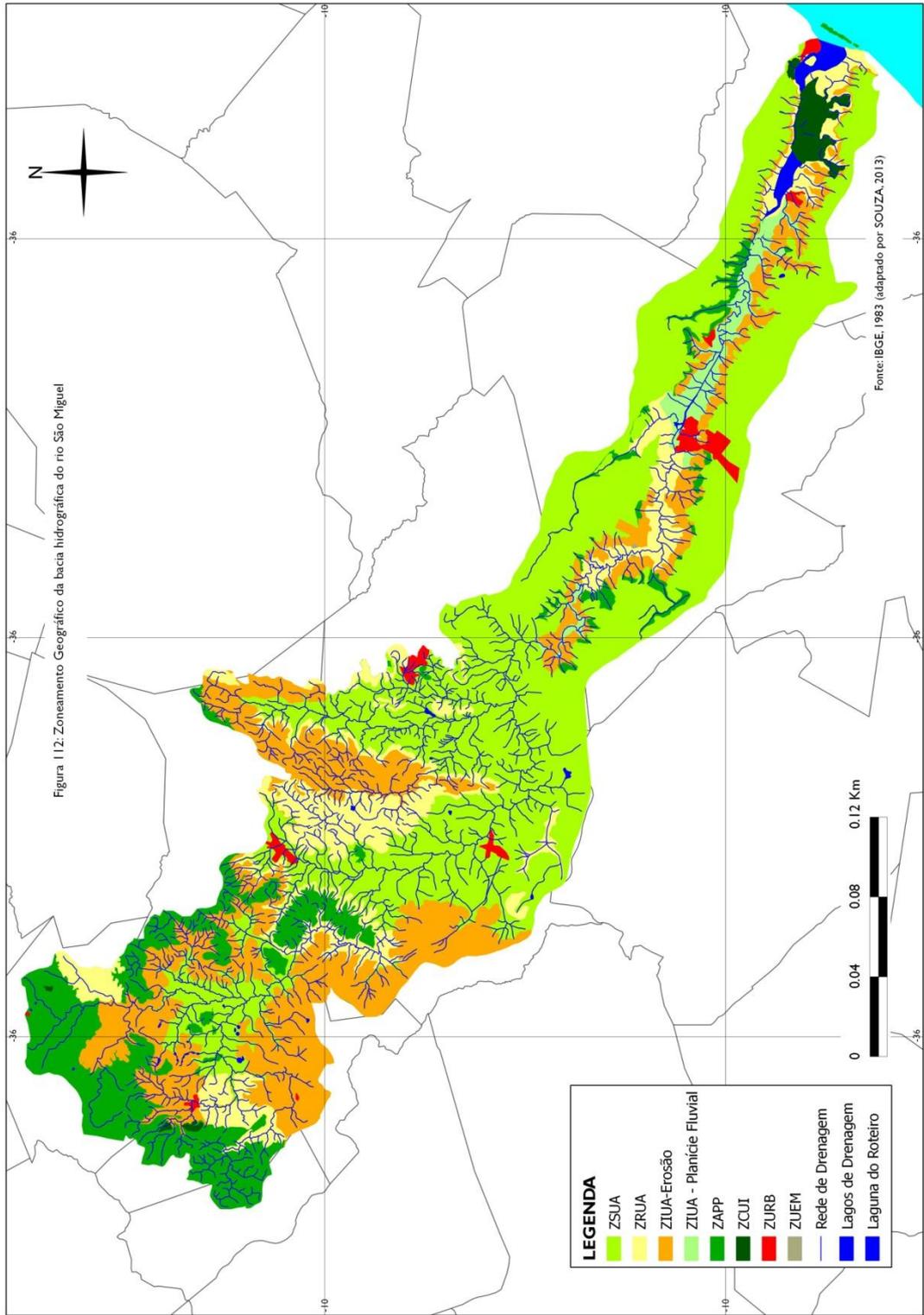
DIRETRIZES GERAIS		AÇÕES VOLTADAS AO USO ADEQUADO DA ZUEM
Admitidas	Vetadas	
Plantio de espécies nativas da flora	Ocupação de APP's	Replanteio de espécies nativas da flora em jazidas desativadas
Pesquisas científicas	Despejo de resíduos sólidos e líquidos e de esgoto sanitário	Tratamento de efluentes líquidos e sólidos e acondicionamento adequado de subprodutos
Implosões desde que controladas por equipes competentes.	Descarte de rejeito de mineração em local inapropriado	Recuperação de APP's
	Lançamento in natura de subprodutos líquidos gerados no processo final de produção.	Revitalização em áreas de extração mineral desativadas

Organização: SOUZA, 2012**Quadro 17:** Diretrizes de Uso na ZURB

DIRETRIZES GERAIS		AÇÕES VOLTADAS AO USO ADEQUADO DA ZURB
Admitidas	Vetadas	
Uso que estejam em acordo com o plano diretor de cada município	Ocupação de APP's	Elaboração de Planos Diretores Municipais
Construções que estejam de acordo com as legislações municipais e estaduais vigentes.	Despejo de resíduos sólidos e líquidos e de esgoto sanitário	Elaboração de Planos voltados a conservação dos recursos hídricos e do manejo de águas pluviais.
	Construções em desacordo com o código de condutas urbanas municipais e estadual vigente	Implementação de um plano de manejo de resíduos sólidos e viabilização de aterros sanitários por meio de consórcios intermunicipais
		Elaboração de um plano de saneamento básico ou o aumento da cobertura sanitária entre os municípios.

Organização: SOUZA, 2012

Portanto, vimos em linhas, quais os tipos de usos possíveis e permitidos em cada zona que comporá os geossistemas da bacia do rio São Miguel. A seguir, será apresentada a proposta de zoneamento geográfico (figura 112) de cada geossistema lastrada pela análise ambiental dos mesmos em uma perspectiva geossistêmica.



5.5.1.1. Zoneamento Geográfico do Geossistema da Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas

Neste geossistema, foram propostas 6 zonas: ZAPP, ZCUI, ZURB, ZRUA, ZSUA e ZIUA. Corresponde a Zona de Áreas de Preservação Permanente (ZAPP), amparadas principalmente pelo Código Florestal Federal e Estadual, as nascentes do rio São Miguel, situada na serra de Tanque d'Arca, no município homônimo; as florestas ciliares que margeiam rios com largura inferior a 10 metros; encostas e os topos das escarpas existentes na área como as serras Verde, Monte Douro e Pedra Talhada.

A área urbana do município de Tanque d'Arca representa a menor proporção do geossistema e está incluída na Zona Urbana (ZURB). Principalmente no topo da geofácies das cimeiras e no sopé das encostas das escarpas na geofácies da escarpa cristalina estrutural no devido à baixa profundidade do solo e alto teor arenoso como também o afloramento de estrato cristalino, o risco de erosão e a umidade em alguns trechos da área é que se delinea uma Zona Inapta ao Uso Agrícola (ZIUA).

A Zona Suscetível ao Uso Agrário (ZSUA) representam uma pequena proporção no geossistema e se encontram principalmente na geofácies da cimeira estrutural conservada e a cimeira estrutural dissecada, no sopé destas, mas são ocupadas por pequenos cultivos de subsistência.

A Zona Restrita ao Uso Agrário (ZRUA) é abrangida pelas áreas posteriores ao sopé das escarpas e afloramento do geossistema, mas estão limitadas pela pouca profundidade e fertilidade que o solo possui no local e a alta friabilidade do mesmo, fazendo-se necessário nesta zona, práticas conservacionistas do solo.

No zoneamento, correspondem a Zonas de Conservação e Uso Indireto (ZCUI) as Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN), a Reserva Cachoeira com área de 34,14 ha e a Reserva Santa Fé com 17,61 ha que ficam encravadas na serra de Tanque d'Arca, no município homônimo. Também a RPPN da Reserva Canadá, com 8,28 ha no município de Mar Vermelho se insere nesta zona geográfica. Ambas são RPPN em âmbito estadual

5.5.1.2. Zoneamento Geográfico do Geossistema da Depressão Periférica

Neste geossistema incluímos as seguintes zonas: ZURB, ZAPP, ZSUA e ZRUA. A geofácia das Serras Isoladas e as florestas ciliares que margeiam os afluentes do rio São Miguel representam a ZAPP, com uma área de 140,46 ha.

As ZURB têm nas áreas urbanas dos municípios de Anadia, Maribondo e Boca da Mata a sua maior representação neste geossistema. A baixa declividade e o fundo plano da geofácia da depressão do médio São Miguel garantem uma ZSUA no geossistema, pois os solos do tipo argissolo e latossolo garantem uma boa aptidão ao uso agrícola.

A ZRUA tem no sopé da geofácia das Serras Isoladas uma área que apresenta limitações quando ao desenvolvimento da agricultura. Este aspecto da geofácia aumenta o risco de erosão e a lixiviação pela ação das chuvas, o que também gera trechos muito úmidos na mesma.

5.5.1.3. Zoneamento Geográfico do Geossistema do Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros

Para este geossistema foram indicadas 7 zonas: ZURB, ZAPP, ZCUI, ZSUA, ZRUA, ZIUA e ZUEM. A área urbana do município de São Miguel dos Campos é a mais representativa na ZURB e ocupa uma área de 13,66 ha. Devido ao crescimento econômico do município nos últimos dez anos, o perímetro urbano foi ampliado principalmente para os topos da geofácia do 3º e 4º patamares tabulares do médio São Miguel.

A ZAPP é abrangida também pela cobertura florestal ciliar do rio São Miguel; já bastante degradada pelo cultivo de cana-de-açúcar. Apresenta uma extensão linear aos cursos hídricos neste geossistema. As áreas de fundo de vale vegetadas também se incluem nesta zona.

A ZCUI que é encontrada neste geossistema corresponde a parte da RPPN Reserva Rosa do Sol que se situa na geofácia das Encostas de Contato com uma área de 2,10 ha e a um trecho de 3,54 ha da Reserva Ecológica (RESEC) de Manguezais da Lagoa do Roteiro.

Basicamente todas as 4º geofácies do patamar tabular do médio São Miguel foram incluídas no ZSUA, devido ao já tradicional cultivo de cana-de-açúcar existente na área que é garantido pela maturidade dos solos do geossistema e a ampla oferta pluvial e fluvial para a atividade agrícola, já intensamente mecanizada.

As encostas de contato dos 4º patamares são incluídas no ZIUA devido a sua declividade moderada estão sujeitas a sofrer com processos erosivos e lixiviação linear e não deixando de também mencionar o excesso hídrico que compromete a prática agrícola da mesma forma. Parte da várzea que abrange a planície fluvial também apresenta inadequação a práticas agrícolas dado também ao excesso hídrico em alguns trechos.

As áreas posteriores a geofície das encostas de contato e a parte não inundável das várzeas, estão inclusas no ZRUA, pois a utilização do gleissolo para a agricultura necessita de práticas de conservação de solo e outras técnicas apropriadas. Os segmentos escalonados que separam um patamar do outro também necessita de modo de uso menos intensas e degradantes, pois estão sujeitas a erosão laminar.

Mesmo sendo menor, a ZUEM (Zona de Uso de Extração Mineral) pode ser encontrada no geossistema e optamos por mencioná-la devido a tradição que a extração de minério de calcário para a fabricação de cimento tem no geossistema graças a formação Barreiras e o Complexo Coqueiro Seco.

5.5.1.4. Zoneamento Geográfico do Geossistema da Planície Costeira

Neste geossistema incluímos 5 zonas: ZAPP, ZCUI, ZURB, ZRUA e ZIUA. A faixa de restinga, os cordões de recifes de arenito e o sopé das encostas de contato são integrantes da ZAPP no geossistema, além das ilhas lacustres vegetadas na laguna do Roteiro.

A Zona de Conservação e Uso Indireto (ZCUI) ocupam uma área de 757,5 hectares e é representada por duas unidades de conservação:

1. A Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Fazenda Rosa do Sol com 15,50 hectares de área preservada formada por vegetação nativa da floresta subperenifólia Atlântica e Manguezal;
2. A Reserva Ecológica (RESEC) de Manguezais da Lagoa do Roteiro com uma área de 742 hectares abrangendo os municípios de Roteiro e Barra de São Miguel. Foi criada pelo decreto estadual nº 2.355 de 1987, com objetivo, segundo o decreto, de preservação integral do meio natural, sendo limitadas todas as interferências sobre este ecossistema, sendo permitidas apenas atividades como a pesca tradicional e coleta de moluscos e outros recursos pesqueiros.

A ZURB é representada pelas áreas urbanas dos municípios de Roteiro e Barra de São Miguel sendo este último alvo de especulação imobiliária. Em razão da crescente atividade turística no município, o que provoca a construção acelerada (e desordenada) de imóveis de veraneio e permanentes que ocupam parte da restinga, planície e topos das encostas de contato.

A ZRUA é integrada pelas ilhas lacustres; e no município de Roteiro: pela planície holocênica do geossistema, que são ocupadas principalmente por coqueirais. Esta prática agrícola deve ser acompanhada por um manejo adequado do solo, devido ao risco de abrasão marinha e lixiviação neste local.

Embora modestas, a ZIUA encontram-se na área. São definidas por englobar as terras úmidas das várzeas do rio São Miguel; na desembocadura que forma a laguna do Roteiro que causa a predominância do gleissolo e dos neossolo litólico e quartizarênico, a zona é inapropriada a prática agrícola.

De modo sintético na tabela 05 são apresentadas as áreas de cada zona geográfica proposta para os quatro geossistema da bacia do rio São Miguel.

Tabela 05: Zonas Geográficas propostas para a bacia do rio São Miguel

Zona	Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas (ha)	(%)	Depressão Periférica (ha)	(%)	Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros (ha)	(%)	Planície Costeira (ha)	(%)	Total
ZAPP	50.671,00	27,22	140.467	28,0	149.117	56,23	14.691	36,11	354.946
ZCUI	60,03	10,3	xxx	xxx	5.651	2,13	9.485	23,3	75.166
ZRUA	28.195,00	15,14	64.813	12,7	11.621	4,39	4.513	12,0	109.142
ZIUA	41.161,00	22,11	xxx	xxx	27.846	10,5	3.765	9,24	72.772
ZSUA	45.012,00	25,0	273.387,00	54,13	58.125	19,4	xxx	xxx	376.524
ZURB	1.880,00	0,10	26.242	6,0	13.668,93	5,15	8.249	20,25	50.047
ZUEM	xxx	xxx	xxx	xxx	5.832	2,2	xxx	xxx	5.832
Total	226.949,00	100	504.909,00	100	271.860,93	100	40.703,00	100	1.038.690

Fonte: SOUZA, J.C.O

Como a tabela nos mostra, a maior parte das áreas da bacia do rio São Miguel é suscetível ao uso agrário, ou seja, 36,24% das terras apresentam condições de abrigar

atividades agropecuaristas de modo intensivo ou extensivo devido as condições edáficas serem favoráveis. Um fato que chama a atenção é a grande proporção de áreas destinadas a preservação permanente, dada a profusão de nascentes existentes em vários trechos da bacia.

Embora representando pouco mais de 7% da área, as zonas inadequadas ao uso agrário merecem atenção no tocante a práticas de conservação, o que evitaria a sua degradação e neste sentido, seria interessante a sua entre as áreas de preservação permanente.

CONCLUSÃO

Este trabalho buscou demonstrar como o estudo da natureza na Geografia encontra uma nova vertente analítica e metodológica através do uso da perspectiva geossistêmica. Desde que a teoria da análise integrada dos sistemas naturais foi pensada por Sotchava no final da década de 1960 através da aplicação da Teoria Geral dos Sistemas de BERTALANFFY (1968), vários trabalhos emergem na tentativa de explicar como o homem tem influência e se relaciona com os componentes do meio abiótico e biótico.

Na perspectiva de adoção prática de uma visão integrada que se coadune a uma compreensão holística-sistêmica da relação desenvolvida pelo homem com os sistemas físicos naturais, foi que este estudo adotou a bacia hidrográfica do rio São Miguel como o cenário no qual se dariam as complexas relações oriundas desta citada relação e para tanto é que foi feita a identificação dos geossistemas e das geofácies da bacia estudada.

A escolha desde referencial metodológico permite uma contribuição na intenção de romper com o paradigma da fragmentação ainda existente na análise dos elementos do meio natural e o componente humano. Tal método, além disso, segmenta o conhecimento geográfico e vai a um sentido contrário de um entendimento mais amplo de que as forças antrópicas e naturais se influenciam e agem como partes integrantes e transformadoras dos sistemas ambientais.

Os geossistemas apresentaram-se como uma interessante possibilidade teórica para o estudo da natureza e de seus sistemas componentes no âmbito da geografia, devido ao seu grande ativismo e logo, a natureza e seus sistemas podem ser apresentados como elementos interatuantes, mutáveis e não estáticos sendo oscilados pelas forças internas e externas. O relevo surge, portanto, como a concretização das feições que os geossistemas assumem diante do espaço geográfico, sendo um conjunto indissociável de eventos naturais e humanos sucessíveis e variáveis.

A geografia surge como a ciência que se propõe a fazer a ponte teórica e metodológica entre o homem e o ambiente que o circunda e assim, desenvolve um raciocínio apoiado nas ciências naturais conhecidas, mas individualiza-se e se diferencia de suas fontes de influência pela essência que confere a sua perspectiva de estudo: a organização espacial e assim, não há fenômenos geomorfológicos ou biogeográficos, por exemplo, sem que se determine/localize ou pelo menos que se delinieie o local/lugar de sua ocorrência física e a sua resposta no espaço. Por isto que o relevo, é representativo na compreensão das conexões que se dão no espaço.

Mesmo sendo um referencial teórico interessante de estudo e que pode ser seguido, o geossistema ainda necessita de um maior aporte prático para a sua validação em campo, pois o mesmo não é meramente uma unidade de paisagem, mas comporta-se como um complexo arranjo de elementos físico-químico e naturais que se estruturam sob um espaço delimitável e passível de ser mapeado, enfim um complexo geográfico.

Dentro deste panorama é mais uma vez se ressalta uso do relevo como a base concreta para a ocorrência do complexo geográfico, pois o próprio, reúne características que são específicas de cada elemento do sistema natural e as externas através das morfoesculturas e morfoestruturas que são apresentadas, sendo o palco das ações que ocorrem na sociedade e na natureza. Desta feita, o relevo pode ser um fator facilitador ou limitante a formas de uso que lhe são dadas, mas também abre-se a potencialidades de exploração pelas dinâmicas que lhe são conferidas.

Tendo esta percepção como base orientadora, logo se apreende que a escolha da bacia hidrográfica como o lócus da manifestação de um complexo geográfico sob um modelado de relevo é justificável, pois a bacia agrupa um intrincado conjunto de formas e rudimentos que são mediados pela presença da água que as anima e define, sem mencionar que a crescente preocupação terrena acerca da oferta de recursos hídricos, coloca os ambientes aquáticos no centro das discussões que envolvem o planejamento nas esferas territoriais e ambientais.

Neste caso, a determinação dos geossistemas de uma dada bacia hidrográfica é salutar, pois, na visão integrativa que estabelece entre os seus componentes, quaisquer ações voltadas à intervenções que acarretem na desconfiguração daqueles ambientes, ressoa em

todas as suas peças fundantes e compete para o desencadeamento de processos de degradação e des-funcionalização de suas estruturais basilares.

As técnicas oriundas do geoprocessamento para a construção de uma base informações geográficas, mostrou-se interessante uma vez que quando feito o diagnóstico da bacia estudada, este permitiu o confronto dos dados levantados no gabinete e no trabalho de campo, integrando, portanto, todo o estudo executado.

A bacia do rio São Miguel e seus geossistemas e geofácies congêneres, apresentam-se bastante afetados pela ação antrópica nas mais diversas formas, desde as tradicionais atividades agropastoris ao efêmero turismo, todas interferem diretamente em cada um dos seus geossistemas em intensidade e graus variados e em alguns casos, de modo concomitante. Assim, o que se tem é um tipo de paisagem geossistêmica antropogênica com pequenos enclaves de uma paisagem natural anterior a citada.

Por isto que este estudo, além de identificar os geossistemas e geofácies da citada bacia, também propôs fazer um zoneamento geográfico que pudesse indicar as condições de uso da mesma e que pudesse ser um subsídio a futuras proposições de um processo de zoneamento mais amplo como o zoneamento econômico-ecológico.

Assim com o zoneamento geográfico sugerido, observa-se que as áreas que são suscetíveis a atividades agrárias ocupam mais de um terço da bacia, ou 36,24% e nesta, a principal atividade ainda é a cana-de-açúcar, que não sucedeu espaço a outra atividade agrária mecanizada na bacia. Esta zona, dada as condições originais do solo, não necessitam de grandes intervenções para sua fertilidade, mas já demonstra necessitar de práticas conservacionistas que protejam o solo principalmente da erosão.

Pouco mais de 10% da área da bacia possui alguma restrição no tocante a atividade agrária e que estas acabam sendo o abrigo de culturas não rotativas e permanentes e sem grande alcance ou orientação comercial. São cultivos familiares que usam a base das escarpas e alguns trechos na planície fluvial para o plantio de cultivos de sequeiro, frutas ou tubérculos em escala reduzida.

Mesmo só correspondendo a pouco de 7% de toda a área da bacia, a zona inadequada ao uso agrário necessita de medidas voltadas a conservação do solo, pois esta

área está sujeita de maneira mais imediata a processos potenciais de erosão e lixiviação do solo devido ao excesso hídrico e por isto, deveria ser voltada a preservação permanente.

As zonas destinadas a preservação permanente responderiam a 34,17% de toda a bacia, mas na prática estão bem comprometidas pelo intenso uso agrário o que ocasionou a supressão da vegetação original e comprometimento das estruturas ambientais da zona e, portanto, são necessárias ações que visem a recompor a vegetação nativa e o cumprimento do que preceitua o Código Florestal para a garantia da preservação desta zona e principalmente no geossistema do Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros.

As unidades de conservação, RPPN, reservas ecológicas e demais componentes da zona de conservação e uso indireto, que na bacia correspondem a pouco mais de 7%, merecem ser ampliadas pois garantiriam a plena conservação de remanescentes vegetais em todos os geossistemas e o resguardo dos recursos hídricos da bacia. Principalmente a depressão periférica seria o geossistema mais beneficiado, pois no mesmo não há nenhuma zona desse tipo.

As áreas urbanas na bacia respondem a menos de 5% e a mais significativa é a do município de São Miguel dos Campos seguida das cidades de Boca da Mata e Maribondo, respectivamente a sudoeste e nordeste da bacia. A zona de uso de mineração só é encontrada no geossistema do Baixo Planalto Sedimentar dos Tabuleiros, e representa menos de 1% da área total da bacia.

Vale salientar que esta é tão somente uma proposta de zoneamento calcado nas condições geográficas de cada zona e que o mesmo, quando confrontado com a realidade da bacia, mostra-se um pouco divergente dado o tipo de uso do solo que já se encontra sedimentado em toda a extensão da área estudada e que este modo de utilização já atravessa séculos sem alterar-se, contudo, esta proposta fica como um instrumento que poderá ser tomado como uma das referências teóricas e práticas dentro desta finalidade de zoneamento mais ampliado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

AB' SÁBER, Aziz Nacib. *Um conceito de geomorfologia à serviço das pesquisas sobre o quaternário*. **Revista Geomorfologia**. São Paulo: IGEO-USP, nº 18, 1969.

_____. *Bases conceituais e papel do conhecimento na previsão de impactos*. In: _____; MULLER, Plantenberg C. (orgs.). **Previsão de impactos: o estudo de impacto ambiental no leste, oeste e sul: experiências no Brasil, na Rússia e na Alemanha**. São Paulo: EDUSP, 1994.

_____. *Os domínios morfoclimáticos na América do Sul. Primeira aproximação*. **Revista de Geomorfologia**. Vol. 52. São Paulo: USP, Instituto de Geografia, 1997.

_____. *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. Cotia, SP: Ateliê Editorial, 2003.

_____. *Topografia, paisagem e ecologia*. **Revista Scientific American Brazil**, v. 32, p. 1-2, 2005.

_____. *Brasil: paisagens de exceção: o litoral e o pantanal mato-grossense: patrimônios básicos*. Cotia, SP: Ateliê Editorial, 2006.

ALAGOAS. Secretaria de Estado de Planejamento. *Estudo e classificação de bacias hidrográficas de Alagoas*. Maceió: Convenio SEMA/SUDENE/Governo de Alagoas/SEPLAN, 1979.

_____. Instituto do Meio Ambiente (IMA). *Cobertura vegetal do estado de Alagoas e mangues de Alagoas*. Maceió: IMA/PETROBRÁS, 2010. MENEZES, Afrânio Farias de (coord.).

_____. Secretaria de estado de Planejamento. *Anuário estatístico estadual 2010*. Disponível em <<http://www.seplan-al.gov.br>>. Acesso em novembro de 2012.

_____. Programa Estadual de Recursos Hídricos de Alagoas (PERH-AL). Relatório final, 2010. Disponível em <<http://perh.semarh.al.gov.br>>. Acesso em ago. de 2012.

ANDREOZZI, Sylvio Luiz. *Planejamento e Gestão de Bacias Hidrográficas: uma abordagem pelos caminhos da sustentabilidade sistêmica*. 2005. 161 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro, São Paulo, 2005.

ANDRADE, Manoel Correia de. *Os rios-do-açúcar do Nordeste Oriental – IV Os Rios Coruripe, Jiquiá e São Miguel*. Recife: Imprensa Oficial/ Publicações do Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisas Sociais, 2010.

ARGENTO, Mauro Sérgio Fernandes; CRUZ, Carla Bernadete Madureira. *Mapeamento geomorfológico*. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações**. 5º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

ASSIS, José Santino de. *Um projeto de unidades de conservação para o estado de Alagoas*. Rio Claro, SP, 1998, 230 f. Tese (Doutorado em Geociências) Universidade Estadual de São Paulo.

BECKER, Berta K; EGLER, Claudio. A. G. *Detalhamento da metodologia para execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos estados da Amazônia Legal*. Brasília: SAE/MMA, 1996.

BERTALANFFY, Ludwig Von. *Teoria geral dos sistemas*. 2º ed. Petrópolis. Vozes, 1975 (Trad. Francisco M. Guimarães).

BERTRAND, Claude; BERTRAND, George. *Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades*. PASSOS, Messias Modesto dos (org.) Maringá, PR: Ed. Massoni, 2007.

BEZERRA, Severino. *Vida e origem do rio São Miguel*. Disponível em: <<http://www.escriitoresalagoanos.com.br/texto/2491>>. Acesso em 06 de nov. de 2012.

BIGARELLA, João José; BECKER, Rosemari Dora e SANTOS, Gilberto Friedenreich dos. *Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais*. Volume III. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2003.

BÓLOS Y CAPDEVILLA, Maria. *Problemática actual de los estudios de paisaje integrado*. Revista de geografia, Barcelona, V. 15, 1-2, PP. 45-68, 1981. Disponível em: <www.raco.cat/index.php/RevistaGeografia/article/view/45940/56766>. Acesso em 07 de jul. de 2012.

BOTELHO, Rosângela Garrido Machado; SILVA, Antônio Soares da. *Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental*. In: VITTE, Antônio Carlos; GUERRA, Antônio José Teixeira (org). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

BOTELHO, Rosângela Garrido Machado. *Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica*. In: _____; GUERRA, Antônio José Teixeira, SILVA, Antônio Soares da (orgs). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

BRASIL. Senado federal. *Lei nº. 6.938 de 1981 que institui a Política Nacional de Meio Ambiente*, 1981.

_____. Empresa Brasileira de Agropecuária (EMBRAPA). *Zoneamento Agroecológico do Nordeste: Diagnóstico do Quadro Natural e Agrosocioeconômico*. v.2. EMBRAPA/CPATSA. Petrolina (PE), 1991.

BRASIL. Empresa Brasileira de Agropecuária (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 1999.

_____. Senado federal. *Lei nº 9.433 de 1997 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos*, 1997.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)/ Diretoria de Geociências/1ª Divisão de Geociências do Nordeste - DIGEO I/NE.I. *Diagnóstico ambiental da bacia do rio jequitinhonha*. Salvador, 1997.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)/ Diretoria de Geociências/1ª Divisão de Geociências do Nordeste - DIGEO I/NE.I. *Diagnóstico ambiental da bacia do rio Jaguaribe*. Salvador, 1999.

CALHEIROS, Silvana Quintella Cavalcante; GUIMARÃES JUNIOR, Sinval Autran Mendes. *Vales alagoanos*. Revista Graciliano. Ano I – nº 3 – Fevereiro 2009. Cepal, Maceió – Alagoas.

CANALI, Naldy Emerson. *Geografia ambiental – desafios epistemológicos*. In: MENDONÇA, F.; KOZEL, S. (orgs.) **Elementos de epistemologia da geografia contemporânea**. Curitiba: Editora da UFPR, 2004.

CAPRA, Fritjof. *O ponto de mutação*. 24º ed. São Paulo: Cultrix, 2003.

CARVALHO, G. S. *Potencialidades dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio São Miguel*. [s.n.], 2002.

CASSETI, Walter. *Ambiente e apropriação do relevo*. São Paulo: Contexto, 1991.

_____. *A natureza e o espaço*. In: MENDONÇA, F.; KOZEL, S. (orgs.) **Elementos de epistemologia da geografia contemporânea**. Curitiba: Editora da UFPR, 2004.

CASTRO, Iná Elias. *O problema da escala*. In: _____; GOMES, Paulo César da Costa; CORRÊA, Roberto Lobato. **Geografia: conceitos e temas**. 14º Ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2011.

CAVALCANTI, Lucas Costa de Souza; CORRÊA, Antonio Carlos de Barros, ARAÚJO FILHO, José Coelho de. *Fundamentos para o mapeamento de geossistemas: uma atualização conceitual*. **Revista de Geografia**, Rio Claro, v. 35, n. 3, p. 539-551, set./dez. 2010.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. *Análise de sistemas em geografia*. São Paulo: HUCITEC, 1979.

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

CHRISTOFOLETTI, Antônio. *Modelagem de Sistemas Ambientais*. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

CHRISTOPHERSON, Robert W. *Geossistemas: uma introdução à geografia física*. 7º ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. (trad. Francisco Eliseu Aquino et al.).

CORRÊA, Antônio Carlos de Barros. *O geossistema como modelo para a compreensão das mudanças ambientais pretéritas: uma proposta de geografia física como ciência histórica*. In: _____; SÁ, Alcino José de (orgs.). **Regionalização e análise regional: perspectivas e abordagens contemporâneas**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2006.

_____. *A geografia física: uma pequena revisão de seus enfoques*. **Rios**. Revista de Geografia. Paulo Afonso, BA, ano 1, nº 1, Nov, 2005.

COCKELL, Charles (org.). *Sistema terra-vida, introdução*. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

CRUZ, Rita de Cássia Ariza da. *Introdução à geografia do turismo*. 2º ed. São Paulo: Roca, 2003.

CUNHA, Sandra Baptista da. *Sistemas ambientais de grandes rios: degradação e recuperação*. In: SILVA, José Borzacchiello da; LIMA, Luiz Cruz e ELIAS, Denise (orgs.). **Panorama da geografia brasileira, v. 1**. São Paulo: Annablume, 2006.

_____; GUERRA, Antônio José Teixeira. *Degradação ambiental*. In: _____; GUERRA, Antônio José Teixeira (orgs.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 9º Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

_____. *Geomorfologia fluvial*. In: _____; GUERRA, Antônio José Teixeira. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 10º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

DARDEL, Eric. *O homem e a terra: a natureza da realidade geográfica*. São Paulo: Perspectiva, 2011 (trad. Werther Holzer).

DIAS, José Eduardo et al. *Geoprocessamento aplicado à análise ambiental: o caso do município de Volta Redonda – RJ*. In: SILVA, Jorge Xavier da; ZAIDAN, Ricardo Tavares (orgs.). **Geoprocessamento & análise ambiental: aplicações**. 5º Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

DREW, David. *Processos interativos homem-meio ambiente*. 6º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

FALCÃO SOBRINHO, José. *Relevo e paisagem: proposta metodológica*. Sobral: Sobral Gráfica, 2007.

FIGUEIRÓ, Adriano Severo. *Tradição e mudança em geografia física: apontamentos para um diálogo interno*. In: _____; FOLETO, Eliane (org.). **Diálogos em geografia física**. Santa Maria, RS: Ed. Da UFSM, 2011.

FORTES, Mircia Ribeiro. *Planejamento ambiental urbano em microbacia: uma introdução ao tema*. In: REBELLO, Adoréa (org.). **Contribuições teórico-metodológico da geografia física**. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2010.

GARCEZ, Lucas Nogueira. *Hidrologia*. São Paulo: Editora Edgar Blücher Ltda, 1967.

GONÇALVES, Marcelo. *Geossistemas da bacia do rio Tibagi: uma proposta de zoneamento geográfico*. 2009. 142 f. **Dissertação** (Mestrado em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Estadual de Londrina, Paraná, 2009.

GUERRA, Antônio José Teixeira; MARCAL, Monica dos Santos. *Geomorfologia ambiental*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

_____; GUERRA, Antônio Teixeira. *Novo dicionário geológico-geomorfológico*. 6° ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

GUERRA, Antônio José Teixeira; BOTELHO, Rosângela Garrido Machado. *Erosão dos solos*. In: _____; CUNHA, Sandra Baptista da. *Geomorfologia do Brasil*. 5° Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

GREGORY, K. J. *A natureza da geografia física*. São Paulo: Bertrand Brasil, 1992. (tradução de Eduardo Almeida Navarro).

HELFERICH, Gerard. *O cosmo de Humboldt: Alexander Von Humboldt e a viagem à América latina que mudou a forma como vemos o mundo*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2005 (trad. Adalgisa Campos da Silva).

LEITE, Emerson Figueiredo; ROSA, Roberto. *Estudos da geografia física em bacias hidrográficas sob a ótica da paisagem integrada*. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, Anais... Viçosa, Minas Gerais, 2009.

LENCIONI, Sandra. *Região e geografia*. São Paulo: EDUSP, 2009.

LIMA, Adalto Gonçalves de. *A bacia hidrográfica como recorte de estudos em geografia humana*. **Revista de Geografia**. Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Geociências, v. 14, n. 2, jul./dez. 2005.

LIMA, Ivan Fernandes. *Fundamentos do meio físico do estado de Alagoas. Notas para a regionalização de Alagoas*. Maceió: Convênio SEPLAN/SUDENE, 1977.

_____. *Maceió, a cidade restinga. Contribuição ao estudo geomorfológico do litoral alagoano*. Maceió: EDUFAL, 1990.

KAYANO, Mary Toshio e ANDREOLI, Rita Valéria. *Clima da região nordeste do Brasil*. In: CAVALCANTI, Iracema F.A. (et al) (orgs.). *Tempo e clima no Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

LEPSCH, Igo F. *19 lições de pedologia*. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

MACHI, Débora Aparecida. *Zoneamento geoambiental do município de saltinho (SP)*. 2008. 118 f. **Dissertação** (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2008.

MARQUES, Jorge Soares. *Ciência geomorfológica*. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 10º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

MARTINELLI, Marcello; PEDROTTI, Franco. *A cartografia das unidades de paisagem: questões metodológicas*. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo: USP/FFLCH, 2001, p. 39-46.

_____. *Mapas da geografia e cartografia temática*. 3º Ed. São Paulo: Contexto, 2006.

MENDONÇA, F. *Geografia física: ciência humana?* São Paulo: Contexto, 1991.

_____. *Geografia socioambiental*. In: MENDONÇA, F.; KOZEL, S. (orgs.) **Elementos de epistemologia da geografia contemporânea**. Curitiba: Editora da UFPR, 2004.

_____. *A geografia (física) brasileira e a cidade no início do século XXI: algumas contingências e desafios*. In: FIGUEIRO, Adriano Severo; FOLETO, Eliane (org.). **Diálogos em geografia física**. Santa Maria, RS: Ed. da UFSM, 2011.

MONTÃO, M.; OLIVEIRA, I.S.D.; RANIERI, V.E.L.; FONTES, A.T.; SOUZA, M.P. O. *Zoneamento Ambiental e a sua importância para a localização das atividades*. **Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção**, n.6, p.49-64, jun/2007.

MONTEIRO, Carlos Augusto Figueiredo de. *Os geossistemas como elemento de integração na síntese geográfica e fator de promoção interdisciplinar na compreensão do ambiente*. **Revista de Ciências Humanas**, Florianópolis, v. 14, n° 19, 1996, p. 67-101.

_____. *Geossistema: a história de uma procura*. São Paulo: Contexto, 2000.

MOREIRA, Ruy. *Para onde vai o pensamento geográfico? Por uma epistemologia crítica*. 2° Ed. São Paulo: Contexto, 2006.

_____. *O pensamento geográfico brasileiro, vol. I: as matrizes clássicas originais*. São Paulo: Contexto, 2008.

_____. *Geografia e práxis: a presença do espaço na teoria e na prática geográficas*. São Paulo: Contexto, 2012.

MORIN, Edgar. *A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento*. 19° Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011 (trad. de Eloá Jacobina).

OZIMA, Minoru. *Geo-história: a evolução global da terra*. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 1991 (trad. de Ewandro Magalhães Junior e Sérgio Fernando Guarischi Bath).

PAULA, Eder Mileno Silva; SOUZA, Marcos José Nogueira. *Lógica Fuzzy como técnica de apoio ao Zoneamento Ambiental*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), 13, 2007, Florianópolis, Anais... São Jose dos Campos: INPE, 2007, p. 2979-2984.

PELOGGIA, Alex. *O homem e o ambiente geológico: geologia, sociedade e ocupação urbana no município de São Paulo*. São Paulo: Xamã, 1998.

_____. *A cidade, as vertentes e as várzeas: a transformação do relevo pela ação do homem no município de São Paulo*. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo: USP/FFLCH, 2005, p. 24-31.

PENTEADO, Margarida Maria. *Fundamentos de geomorfologia*. 3° Ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1983.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J.E.; DEL PRETTE, M. E. *A utilização do conceito de bacia hidrográfica para a conservação dos recursos naturais*. In: SCHIAVETTI, A. e CAMARGO, A. F.M. (orgs.). **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus, BA. Editus, 2008.

RICCOMINI, Cláudio (et al). *Processos fluviais e lacustres e seus registros*. In: TEIXEIRA, Wilson et al. (orgs.). *Decifrando a Terra*. 2° Ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.

RODRIGUEZ, José M. Mateo et al (org.). *Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental*. 2º Ed. Fortaleza: Edições UFC, 2007.

_____. et al. *Planejamento ambiental de bacias hidrográficas desde a visão da geoecologia das paisagens*. In: FIGUEIRÓ, Adriano Severo; FOLETO, Eliane (org.). **Diálogos em geografia física**. Santa Maria, RS: Ed. Da UFSM, 2011.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. *O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo*. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo: USP/FFLCH, 1992, p. 17-29.

_____. *Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados*. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo: USP/FFLCH, 1993, p. 63-74.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. *Análise e sínteses na abordagem geográfica do planejamento ambiental*. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo: USP/FFLCH, 1995, p. 65-76.

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

_____. (org.). *Geografia do Brasil*. 5º ed. São Paulo: EDUSP, 2005.

_____. *Geomorfologia: ambiente e planejamento*. 8º ed. São Paulo: Contexto, 2005.

SANTOS, Milton. *A natureza do espaço. Técnica e tempo. Razão e emoção*. São Paulo: EDUSP, 2005a.

_____. *Espaço e método*. São Paulo: EDUSP, 2005b.

_____. *1992: a redescoberta da natureza*. **Revista Estudos Avançados**. São Paulo: USP/FFLCH, 1992, p. 95-106.

SCHIER, Raul Alfredo. *Trajetórias do conceito de paisagem na geografia*. **Revista RA'E GA**, Curitiba, n. 7, p. 79-85, 2003. Editora UFPR.

SCHUTZER, José Guilherme. *Cidade e meio ambiente: a apropriação do relevo no desenho ambiental urbano*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012.

SILVA, Alzenir; CORRÊA, Antonio Carlos de Barros. *Relação sociedade-natureza: (re) aproximações das geografias física e humana*. **Revista de Geografia**. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. 26, n° 2, mai/ago. 2009.

SOTCHAVA, V.B. *O estudo de geossistemas*. **Revista Métodos em Questão**, IG/USP, n.16, São Paulo, 1977.

SOUZA, B. I. & SUERTEGARAY, D. M. A. Considerações sobre a Geografia e o Ambiente. **Revista OKARA: Geografia em debate**. V.1, n.1. João Pessoa, 2007.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. *Geografia física (?) geografia ambiental (?) ou geografia e ambiente (?)*. In: MENDONÇA, F.; KOZEL, S. (orgs.) **Elementos de epistemologia da geografia contemporânea**. Curitiba: Editora da UFPR, 2004.

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira; NETO, Roberto Marques e MENEZES, Sebastião de Oliveira. *Introdução à geomorfologia*. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

TRICART, Jean. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro, IBGE-SUPREM, 1977.

TROPPIAIR, Helmut; GALINA, Márcia Helena. *Geossistemas*. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, ano 05, número 10, 2006, p. 79-89.

TUNDISI, José Galiza; TUNDISI, Takako Matsumara. *Recursos hídricos no século XXI*. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

VEADO, R. W. A. & TROPPIAIR, H. *Geossistemas do Estado de Santa Catarina*. In: **Teoria, Técnicas, Espaços e Atividades: temas de Geografia contemporânea**. GERARDI, L. H. O. & MENDES, I. A. (org). Rio Claro: UNESP-AGETEO, 2001.

VILLWOCK, Jorge Alberto (et al). *Geologia e geomorfologia de regiões costeiras*. In: SOUZA, Célia Regina de Gouveia (et al). *Quaternário do Brasil*. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, 2005.

VITTE, Antonio Carlos. *Por uma geografia híbrida: ensaios sobre os mundos, as naturezas e as culturas*. Curitiba: CRV, 2011.

_____. *Da metafísica da natureza à gênese da geografia física moderna*. In: _____ (org.). **Contribuições à história e à epistemologia da geografia**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.