



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
SUSTENTABILIDADE DE ECOSISTEMAS
MESTRADO**

**PROPOSTA METODOLÓGICA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL
APLICADA AO MUNICÍPIO DE ANAJATUBA (MA)**

LUIZ JORGE BEZERRA DA SILVA DIAS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**São Luís
2006**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

LUIZ JORGE BEZERRA DA SILVA DIAS

**PROPOSTA METODOLÓGICA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL
APLICADA AO MUNICÍPIO DE ANAJATUBA (MA)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Sustentabilidade de Ecossistemas da Universidade Federal do Maranhão como pré-requisito parcial para obtenção do Título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Márcio C. F. Vaz dos Santos
Co-orientador: Prof. Dr. José Edgar F. Tarouco

**São Luís
2006**

Dias, Luiz Jorge Bezerra da Silva

Proposta metodológica de zoneamento ambiental aplicada ao município de Anajatuba (MA) / Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias. ____ São Luís: 2006.

134 f.: il.

Dissertação (Mestrado de Sustentabilidade de Ecossistemas) – Universidade Federal do Maranhão, 2006.

1. Zoneamento ambiental. 2. Proposta metodológica. 3. Planejamento Ambiental. 4. Baixada Maranhense: Anajatuba (MA). I Título
CDU 504.06(812.1Anajatuba)

**PROPOSTA METODOLÓGICA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL
APLICADA AO MUNICÍPIO DE ANAJATUBA (MA)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Sustentabilidade de Ecossistemas da Universidade Federal do Maranhão como pré-requisito parcial para obtenção do Título de Mestre.

Aprovada em: 21/11/2006.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Márcio C. F. Vaz dos Santos (Orientador)
Universidade Federal do Maranhão / Departamento de Geociências
Doutor em Ciências Ambientais

Prof. Antonio Cordeiro Feitosa
Universidade Federal do Maranhão / Departamento de Geociências
Doutor em Geografia

Prof. José Ribamar Trovão
Universidade Estadual do Maranhão / Departamento de História e Geografia
Doutor em Geografia

Aos meus queridos e estimados avós maternos (*in memoriam*), Antonio Bezerra da Silva e Maria Dores da Silva, amigos, pais, conselheiros e companheiros com quem aprendi a caminhar, a sorrir, a amar e a vencer os desafios da vida sempre com o semblante repleto de esperanças e com muita dedicação, honestidade viva e fiel sinceridade.

AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte de toda a vitalidade, inspiração e esperança.

Aos meus pais, Jorge Luiz Dias e Djanira Bezerra da Silva Dias, pela confiança e certeza de que dias melhores sempre poderão ser construídos.

A Doralice Ribeiro da Silva, minha avó de criação e grandiosa amiga, pela ajuda na minha formação humana com seus excelentes conselhos.

A Maria Leda Rodrigues Memoria, uma dádiva em minha vida, pelo carinho, amor e aconselhamentos em todo desenvolvimento deste trabalho.

À CAPES, pelo apoio financeiro no desenvolvimento da pesquisa.

Ao Prof. Dr. Márcio C. F. Vaz dos Santos, pela segura orientação e apoio no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. José Edgar Freitas Tarouco, co-orientador desta pesquisa, pela segurança no repasse de conhecimentos e pela inestimável amizade.

À obra do Prof. Aziz Ab'Sáber, capaz de estimular grandes inspirações para o desenvolvimento de pesquisas sobre a realidade brasileira, conduzindo à transdisciplinaridade.

Ao Prof. Cláudio Urbano B. Pinheiro, pela confiança, dedicação e paciência.

Aos professores do PPGSE, em especial ao Prof. Paulo Cavalcante e ao Prof. Ricardo Barbieri, modelos de dedicação e humanismo.

Aos geógrafos e grandes Mestres Prof. Dr. Juarez Soares Diniz e Prof. Francisco Roberto Brandão Ferreira, amigos por quem nutro grande estima e consideração.

A Janaína Chagas, amiga e companheira nas jornadas de campo e nos momentos difíceis da pesquisa em que precisávamos de ajuda mútua.

À equipe de campo, Jenilson, Jefferson, Cláudio Gama e Cléuton Gama pela inestimável colaboração para o sucesso deste trabalho.

Aos Professores José Ribamar Trovão e Antonio Cordeiro Feitosa, mestres que muito contribuíram para a minha formação profissional e pelos quais mantenho profunda admiração profissional e pessoal.

Aos colegas da Turma de 2004 do PPGSE, que agradeço e homenageio em nome de Klenya Braga, Eliesé Idalino Rodrigues e Clarissa Lobato.

Às minhas irmãs, Janaína Dias e Djane (Judith) Dias, pelo carinho. Aos meus tios (Família Bezerra): Antonio, Ana, Adélia, Leda, Idelfonso, Linda e Olindina e (Família Dias) Amância Cristina (*in memoriam*) pelas boas conversas, amizade e companheirismo.

A Luciana Dias França, Arnaldo Reis da Silva Filho, Maria da Graça Silva, Maristela Ribeiro, Valter Abreu, José Ribamar Amaral, João de Deus N. Júnior, Éder Pereira, Cibele Bittencourt, Pollyanna Travassos, Helisvânia Gomes e Thiago Bogéa, pela nossa grande e sincera amizade.

Às amigas italianas da Congregação da Sagrada Família, Ir. Luciana Peruzzi e Ir. Adriana Pozzani e aos Padres Luiz Nazzari e Gustavo Balbinotti, ambos da Congregação dos Pobres Servos da Divina Providência, pela amizade espiritual e sábios conselhos em momentos sempre oportunos.

[...] O regional e o setorial, integrados ao nacional devem ser valorizados. Se não houver uma administração mais direta, não haverá solução para um país de dimensões continentais como o Brasil. A idéia que tenho do espaço brasileiro me faz pensar na necessidade de um bom método de abordagem e de muitas estratégias. Não adianta ter noção de espaço se não houver um conjunto de estratégias que viabilizem o que se julga correto. Mas para isso é preciso o apoio de todos os grupos [...].”

Aziz Nacib Ab'Sáber

RESUMO

A Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense é uma das regiões mais pobres economicamente do Estado do Maranhão (Brasil) e carente no que tange à disponibilidade de informações sobre os municípios que a compõem. Isso implica numa falta de orientação teórico-metodológica adequada às perspectivas de planejamentos ambientais e de estabelecimento e execução de políticas públicas voltadas para a melhoria das condições de vida dos habitantes. Nesse sentido, elaborou-se uma proposta metodológica de Zoneamento Ambiental aplicada ao município de Anajatuba (MA), pois esse espaço representa um mosaico das situações físicas, ecológicas e sociais (em todos os sentidos) do domínio regional em que se insere. Desenvolveram-se estudos de reconhecimento e de classificação dos elementos/recursos ambientais físicos (geologia, geomorfologia), ecogeográficos (tipologias de ecossistemas) e humanos (evolução populacional). Essa abordagem foi complementada pela elaboração do balanço hídrico municipal, o qual é considerado importante por remeter-se à disponibilidade das águas, em seus diversos compartimentos, destinadas ao abastecimento humano e manutenção de suas atividades. O cruzamento dessas informações indica quais devem ser as estratégias de sustentabilidade adequadas para o município.

Palavras-chave: Zoneamento Ambiental. Proposta Metodológica. Baixada Maranhense. Anajatuba (MA).

ABSTRACT

The Area of Environmental Protection of the Baixada Maranhense is one of the poorest areas economically of the State of Maranhão (Brazil) and lacking with respect to the readiness of information on the municipal districts that compose her. That implicates in a lack of appropriate theoretical-methodological orientation to the perspectives of environmental plannings and of establishment and execution of public politics gone back to the improvement of the conditions of the inhabitants' life. In that sense, a methodological proposal of Environmental Zoning was elaborated applied to the municipal district of Anajatuba (MA), because that space represents a mosaic of the situations physical, ecological and social (in all the senses) of the regional domain in that he/she interferes. They grew recognition studies and of classification of the elements / physical environmental resources (geology, geomorphology), geocology (typologies of ecosystems) and humans (population evolution). That approach was complemented by the elaboration of the swinging municipal hidrological, which is considered important for sending to the readiness of the waters, in their several compartments, destined to the human provisioning and maintenance of their activities. The crossing of those information indicates which should be the appropriate sustainability strategies for the municipal district.

Keywords: Environmental study. Methodologic proposition. Baixada Maranhense wetland. Anajatuba (MA).

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

		p.
Figura 01	Curvas de variação do nível do mar nos últimos 7.000 anos em pontos diversificados da costa brasileira	33
Figura 02	Gráfico demonstrativo de cenários previstos de elevação do nível do mar em escala global	34
Figura 03	Diagrama de estudos ambientais	41
Figura 04	Roteiro de pesquisas de campo no município de Anajatuba, com finalidade de mapeamento com GPS Topográfico	44
Figura 05	Formação Itapecuru aflorante em Graxixá (Anajatuba), nas proximidades do setor dos tesos regionais e da Baía de São Marcos	52
Figura 06	Arenitos argilosos correlacionáveis à Formação Barreiras, em processo de intemperização / erosão, aceleradas por desmatamento. Morro de Rosarinho (Anajatuba – MA)	53
Carta 01	Geomorfologia da Folha SA.23-Z-C-I.....	59
Figura 07	Perfil esquemático de processo de recuo de escarpas de falha submetidas a climas úmidos	61
Figura 08	Acumulações arenosas (tesos), nas proximidades da Baía de São Marcos. Localidade: Fazenda Graxixá	68
Figura 09	Ramificação de vasas lodosas associadas a manguezais no estuário do Igarapé do Troitá. Ao fundo, manguezais que ladeiam a Baía de São Marcos	69
Figura 10	Planície de nível de base regional. Corresponde aos campos inundáveis, sujeitos ao tamponamento pelo acúmulo e deposição sedimentares	69
Figura 11	Planície de nível de base regional (campos inundáveis) em meados do período chuvoso	70
Figura 12	Morros testemunhos com colinas dissecadas ao fundo, dispostos linearmente por sobre um segmento de falhas normais	70
Figura 13	Prováveis eixos de expansão da semi-aridez na América do Sul, entre 18.000 e 13.000 A.P., à luz da Teoria dos Refúgios	74
Carta 02	Unidades Geocológicas do Município de Anajatuba (MA): Carta-síntese.....	84
Figura 14	Igarapé do Troitá – canal de drenagem com manguezal avançando (ao fundo)	88
Carta 03	Unidades Geocológicas do Município de Anajatuba com respectivos índices qualitativos de perturbações ambientais.....	91
Gráfico 01	Evolução populacional do município de Anajatuba (MA) entre 1970 e 2000	98
Gráfico 02	Relação entre as populações urbana e rural de Anajatuba (MA).....	99
Gráfico 03	Evolução Populacional Real de Anajatuba (1970 – 2006) e Tendências Previstas até 2035.....	102
Carta 04	Evapotranspiração média anual da Folha SA.23-Z-C-I.....	106
Carta 05	Precipitação média anual da Folha AS.23-Z-C-I.....	107
Figura 15	Modelo conceitual básico de Balanço Hídrico, associado ao ciclo hidrológico.....	107
Gráfico 04	Carga Afluente do Freático em Anajatuba (MA) em tendência evolutiva comparativa	111

LISTA DE QUADROS E TABELAS

		p.
Quadro 01	Proposta de Classificação das Paisagens Geomorfológicas de Anajatuba (MA)	65
Quadro 02	Classificação preliminar das áreas úmidas do Baixo Mearim (Baixada Maranhense)	79
Quadro 03	Proposta de Classificação Geoecológica para o Município de Anajatuba	81
Quadro 04	Cruzamento de informações entre unidades ecogeográficas, tipos de ecossistemas pelas perturbações ambientais e atividades econômicas principais	92
Tabela 01	Tendências evolutivas da população de Anajatuba em diversos cenários (população total)	101
Tabela 02	Dados sobre Ambientes de Estocagens Hídricas Episódicas de Anajatuba (MA)	109
Tabela 03	Canais preferenciais de escoamento em Ae1.....	112
Tabela 04	Canais preferenciais de escoamento em Ae2.	112

SUMÁRIO

p.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	09
LISTA DE QUADROS E TABELAS	10
1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 Problemas Ambientais: uma necessidade analítica contemporânea	18
2.2 Os Ecossistemas Costeiros ao Longo do Tempo	23
2.3 Respostas ambientais frente às possíveis taxas de elevação do nível relativo do mar (NRM)	29
3 METODOLOGIA	39
3.1 Métodos e Técnicas	40
3.2 Roteiro da Pesquisa	43
4 ZONEAMENTO AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE ANAJATUBA (MA): um mosaico de histórias e fatos compartilhados	47
4.1 Caracterização Física	48
4.1.1 Geologia	49
4.1.2 Geomorfologia	54
4.1.2.1 Classificações do relevo do Setor Central do Norte Maranhense e de Anajatuba	57
4.1.2.2 Estruturas, geoformas e processos geomorfológicos	60
4.1.2.3 Síntese de conhecimentos e proposta de classificação geomorfológica para Anajatuba	64
4.2 Caracterização Geocológica: distribuição dos ecossistemas	72
4.2.1 Sobre redutos e refúgios	73
4.2.2 O contexto ecogeográfico da Baixada Maranhense e de Anajatuba	78
5 ÍNDICES DE SUSTENTABILIDADE APLICADOS AO ZONEAMENTO AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE ANAJATUBA (MA)	94

5.1 Anajatuba e o elemento ambiental “homem”	94
5.1.1 Um breve histórico social	95
5.1.2 Evolução do contingente populacional em Anajatuba	97
5.2 Disponibilidade Hídrica do Município	103
6 CONCLUSÕES E PROPOSIÇÕES	117
REFERÊNCIAS	125

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, muito se discute sobre a importância do planejamento territorial, com suas metodologias espacialmente coesas e coerentes capazes de ajudar na elaboração e implementação de políticas públicas e a instalação de infra-estruturas e serviços que vislumbrem melhorias de qualidade ambiental e de condições de vida. Dessa maneira, para que haja modificações positivas no espaço em vias de planificação é necessário que sejam procedidos diagnósticos dos principais elementos e dinâmicas físicas, ecológicas e socioeconômicas que se desenvolvem em uma área específica.

A necessidade de se planejar o uso e ocupação dos espaços é suprida por múltiplos mecanismos legais, que obedecem às normas jurídicas e técnico-científicas. Neste quesito são destacadas as AIA's (Avaliações de Impactos Ambientais), como os EIA – RIMA's (Estudos de Impactos Ambientais – Relatório de Impactos Ambientais), os PRAD's (Planos de Recuperação de Áreas Degradadas) e os PCA's (Planos de Controle Ambiental). Esses instrumentos são essenciais para o cumprimento das disposições da Política Nacional de Meio Ambiente, disposta na Lei Federal 6.938, de 31 de agosto de 1981 (MEDAUAR, 2002), complementada por resoluções do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente), demais leis ambientais das três instâncias de poder (União, Estados e Municípios) e da Constituição Federal de 1988.

Os Zoneamentos Ambientais se inserem no contexto das AIA's por serem estudos técnico-científicos que vislumbram a integração de métodos e abordagens adequados para o reconhecimento das potencialidades paisagísticas locais e/ou regionais, não se atendo apenas aos fatos (ou fenômenos) pontuais e/ou lineares. Antes se remete à importância de compreender os *fatos areolares*, os quais são mais interagentes que os dois anteriores (que são isolados ou parcimoniosos). Nessa concepção de “areolaridade” é apresentada a necessidade de integração dos elementos físicos, ecológicos e humanos que compõem e caracterizam unidades espaciais passíveis de planejamento (AB'SÁBER, 2006b; DIAS, 2006; ROSS, 2006).

A proposta deste trabalho é discutir as viabilidades técnicas, científicas e operacionais de um Zoneamento Ambiental aplicado ao município de Anajatuba¹ (MA), que faz parte do complexo regional de paisagens e espaços que compõem a Área de Proteção Ambiental

¹ A origem do nome Anajatuba é formada pela composição de duas palavras básicas, *anajá* (*Maximiliana maripa* (Aubl.) Drude) e *tuba* (frequência, abundância), significando “abundância de anajás”.

(APA) da Baixada Maranhense. Tal intenção é justificada pela ausência de estudos integrados entre os níveis local e regional no setor Norte do Estado do Maranhão. Essa deficiência concorre para a falta de orientação de gestão territorial e manutenção do estado de periferia socioeconômica e política que foi desenvolvido tanto naquela região (*lato sensu*), quanto no conjunto de municípios que a compõem (*stricto sensu*).

Por conseguinte, os baixos Índices de Desenvolvimento Humano (IDH's) dos municípios que compõem tanto a microrregião da Baixada Maranhense, quanto o município de Anajatuba, estão relacionados à falta de conhecimentos estratégicos e de operacionalização de políticas públicas que objetivem a melhoria da qualidade e das condições de vida da população, o que pode ser possível com o desenvolvimento de Zoneamentos Ambientais em escala local (municipal).

É importante destacar que a ferramenta analítica ora proposto não prescinde a necessidade e/ou obrigatoriedade de serem desenvolvidos os outros mencionados estudos ambientais ou mesmo demais análises técnico-científicas que vislumbrem o reconhecimento das relações ambientais locais/regionais. Entretanto, ele traz consigo a relevância de ser uma proposta metodológica complementar àqueles instrumentos, podendo inclusive nortear suas operacionalizações.

Botelho (1999) corrobora com essa idéia ao destacar a capacidade de usar aquele tipo de estudo como base para *planejamentos ecológicos* (fatores bióticos e abióticos compreendidos inter-relacionalmente) e de *planos de uso e ocupação* (capacidade de suporte dos ambientes face às necessidades humanas). Ao se contextualizar nessa discussão o município de Anajatuba, é necessário afirmar que ele foi escolhido pela necessidade real de reconhecimento de seus elementos ambientais (físicos, ecológicos e sociais), haja vista a possibilidade de prever e propor cientificamente estratégias sustentáveis de uso e ocupação do solo, bem como indicar as formas de aproveitamento dos recursos ambientais disponíveis.

Entretanto, julgou-se fundamental, para o entendimento metodológico de um Zoneamento Ambiental aplicado a Anajatuba (o que pode ser estendido para a Baixada e Golfão Maranhenses), serem estabelecidas discussões conceituais sobre alguns termos utilizados extensa e intensivamente nos estudos dessa natureza, com a finalidade de se justificar os empregos de determinadas terminologias ao longo do texto, além de suscitar o enquadramento de definições coerentes com a tarefa de reconhecimento espacial. Essa tarefa é sucedida por uma breve revisão de literatura, onde se destaca o desenvolvimento dos ecossistemas costeiros ao longo do tempo, o que é muito importante para o entendimento de fatos e dinâmicas locais e regionais.

Insere-se, ainda conceitualmente, uma breve discussão sobre a previsão de cenários de elevação do nível relativo do mar (NRM) estabelecidos para o intervalo 1990 – 2100. Ante o exposto se destaca que é possível que sejam manifestados efeitos naturais, ecológicos e humanos adversos em Anajatuba, o que conduzirá o espaço total em questão a passar por modificações socioambientais consideráveis, frente aos cenários desenvolvidos pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, conhecido pela sigla em inglês IPCC (IPCC, 2006).

Alguns fatos ambientais tiveram relevância para esta pesquisa, quais sejam: a *geomorfologia local*, que é indispensável para melhor compreender as dinâmicas hídricas e hidrológicas, de uso e ocupação e de desenvolvimento das heterogêneas atividades humanas² no espaço municipal; as *unidades geoecológicas*, as quais caracterizam os ecossistemas locais, com suas relações morfogenéticas estabelecidos pelo cruzamento de informações geomorfológicas locais com as referentes às tipologias vegetacionais e espécies vegetais dominantes e; a *hidrologia*, uma vez que há necessidade de se conceber um modelo conceitual de balanço hídrico local, com o objetivo de nortear os múltiplos usos das águas, o que é complementado pelo enquadramento da área por sua disponibilidade hídrica *per capita*.

Esses aspectos são complementados com o diagnóstico dos usos dos elementos/recursos ambientais disponíveis, bem como de manejos empregados pelos anajatubenses, segundo a perspectiva de alterações ou perturbações ambientais que as atividades humanas podem causar e/ou potencializar sobre o meio. A observância dessa abordagem pode promover estratégias sociopolíticas que contemplem a melhoria das condições de vida e da socioeconomia local, tendo em vista a sustentabilidade. Isso concorre para a proposição de subsídios metodológicos dum planejamento territorial sustentável, que, se forem procedidas adaptações lógicas e necessárias, poder-se-á aplicar aos demais municípios da Baixada Maranhense.

Por fim, são estabelecidas argumentações sobre quais os sentidos de se planejar os espaços locais, em consonância com as regiões em que se enquadram. Ademais, são propostas orientações para a resolução das problemáticas ambientais demonstradas ao longo do trabalho,

² Marques (2001, p. 25) afirma que “[...] o reconhecimento da importância do relevo pode ser inferido pela atenção que é dada ao seu estudo na elaboração de planos e projetos que necessitam, cada vez mais, explicitar os possíveis impactos ambientais que serão decorrentes de sua implantação [...]”. Já Araújo et. al. (2005) e Guerra e Marçal (2006) chamam atenção para as análises geomorfológicas, que devem ser consideradas para todos e quaisquer tipos de planejamentos territoriais/ambientais, uma vez que pode levar a uma melhor compreensão da dinâmica física, ecológica e econômica de uma localidade, além de implicar em melhores formas de uso e ocupação de parcelas espaciais pelo homem, mitigando perturbações ambientais possivelmente correlacionadas.

considerando suas viabilidades práticas, o que, se realizado, poderá confluir para uma boa gestão do território municipal.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Em uma Proposta Metodológica de Zoneamento Ambiental é adequado que sejam desenvolvidas algumas reflexões conceituais sobre as questões ambientais, considerando-se que não se pode pensar em desenvolvimento sustentável sem que haja apreciações de dois quesitos especiais: a aplicação adequada de terminologias técnico-científicas e o reconhecimento de aspectos físico-ecológicos regionais. Ambos têm a importância de demonstrarem as viabilidades técnico-científicas de ocupação e distribuição das populações humanas, tendo em vista a disponibilidade de técnicas e tecnologias que possam agregar valor na produção do espaço.

Embora neste item não se trabalhe diretamente com a área de estudos (Anajatuba), é imperativo que sejam enquadradas orientações tanto sobre o contexto concepto-epistemológico ambiental, quanto sobre as dinâmicas espaciais intrínsecas aos ecossistemas costeiros (destacando-se o Golfão e a Baixada Maranhenses), uma vez que ambas temáticas sofreram revisões nos últimos anos (CAVALCANTI; RODRIGUEZ, 1997; BURKKET et. al., 2001; COELHO, 2001; DIAS, 2004; DIAS et. al., 2005; AB´SÁBER, 2006a; DIAS, 2006; ROSS, 2006).

Um dos maiores destaques científicos, na atualidade, se encontra no enfoque dado às problemáticas ambientais, o que é justificado pelas perturbações que o homem causa e/ou potencializa sobre os diversos ambientes da Terra, no intuito de (re) produzir espaços (GUERRA; CUNHA, 2000; DIAS; NOGUEIRA JÚNIOR, 2005; GUERRA; MARÇAL, 2006). As atividades humanas passam a ser danosas ao equilíbrio dos sistemas ambientais e, por consequência, de ecossistemas particularizados, o que pode, ao longo do tempo, implicar em irreversibilidade das perturbações antropogênicas (DIAS, 2006). Exemplo bem prático é a conversão de ecossistemas naturais em agroecossistemas, sem a adequada previsão de impactos, o que é visível em todos os países do mundo, em especial nos periféricos. Processos esses que são bem marcantes no Norte Maranhense.

No entanto, devido à baixa qualificação educacional e mesmo à inobservância coletiva face aos elementos e dinâmicas naturais e ecológicas de um certo espaço total (local

e/ou regional), numa sucessão continuada de *palimpsestos*³, há uma conversão incoerente (e mesmo inconseqüente) de paisagens naturais frágeis em áreas “destinadas” à ocupação humana, o que implica em rupturas geológicas significativas (e tantas vezes irreversíveis), que, ao longo do tempo, podem gerar seqüelas sociais indelévels.

Mesmo defronte da diversidade de abordagens inseridas neste tópico, não se deve esquecer que o objetivo dessa revisão conceitual é o de criar argumentos que sustentem o desenvolvimento de pesquisas ambientais em áreas de trópico úmido (os quais são frágeis e instáveis por natureza), o que é acompanhado pela necessidade de revisão e adequação de termos técnicos e científicos importantes para a elaboração de zoneamentos e gerenciamentos ambientais (em especial daqueles procedidos em áreas costeiras) e que podem nortear políticas públicas adequadas para cada situação enquadrada coerentemente.

2.1 Problemas Ambientais: uma necessidade analítica contemporânea

Falar sobre questões ambientais é, antes de tudo, referir-se ao conjunto de inter-relações existentes entre fatores abióticos e bióticos que compõem as paisagens presentes na superfície da Terra, sem que haja a dissonância desses elementos com as sociedades que os utiliza como recursos indispensáveis para sua existência/subsistência. Portanto, as reflexões sobre a presente temática devem versar sobre a impossibilidade da dissociação entre os componentes físicos, ecológicos e humanos.

Uma informação indispensável: não será aqui trabalhada a terminologia “corriqueira” *meio ambiente*, já que a mesma foi considerada uma *redundância*, uma vez que, ao nível analítico, *meio* e *ambiente* são sinônimos, conforme explicitam Oliveira e Herrmann (2001, p. 150). A preocupação, pois, é justificar o por quê do uso neste trabalho das terminologias

³ Historicamente, *palimpsestos* eram pergaminhos que passavam por processos de raspagem de sua estrutura para a escrita de novos textos. Com o tempo, as sucessivas transformações desses instrumentos para o registro deixavam marcas que, aliada à falta de material para esse destino (couro de bode ou papiros), não comprometiam seu uso posterior. Portanto, a cada ato de “apagar-se” um texto, traços de grafia e de materiais utilizados para a remoção permaneciam como “heranças” de configurações passadas. Dessa forma, geograficamente, compreende-se como palimpsestos as sobreposições de elementos cenológicos e paisagísticos desenvolvidos ao longo de histórias distintas, mas complementares, em que se destacam a geológico-geomorfológica, a biogeográfica (ou ecológica) e a social (ou humana). Embora seja passível de críticas do meio acadêmico, esse conceito se insere nas ciências ambientais como um diferencial analítico que manifesta, em um único termo, processos heterogêneos complexos e inter-relacionais que se desenvolveram (e continuam a se desenvolver) ao nível regional. Destarte, palimpsestos indicam sobreposições contínuas de paisagens sobre outras pré-existentes, em que algum (ou alguns) elemento(s) “pretérito(s)” pode(m) coexistir com os atuais (TRICART, 1976; AB’SÁBER, 2006b).

ambiente e problemáticas ambientais como alternativas terminológicas utilizadas neste estudo. Para isso, elucidações conceituais de alguns termos são desenvolvidas a seguir.

Considera-se *ambiente* o “envoltório” (ART, 1998 apud OLIVEIRA; HERRMANN, 2001) onde se pautam as relações existentes entre os elementos físicos territoriais (como a sua geomorfologia, a rede hidrográfica, a sua dinâmica climática e os solos), somadas a sua biodiversidade/biocenose (que compreende elementos fito e zoogeográficos), além da sociedade que habita ou usufrui desses caracteres citados.

Por *problemáticas (ou problemas) ambientais*, entender-se-á como o conjunto de interferências, danos como um todo, que o homem causa e/ou potencializa sobre os elementos dos ambientes físico, ecológico e mesmo sociais, em suas várias vertentes gradativas, proporcionando mudanças consubstanciadas nos mesmos. Isso permite concluir que, analiticamente, não sejam tais processos de ordem puramente ambiental, mas socioambiental. Isso se notabiliza pelo aspecto já tradicional com o qual o homem (ou *agente antropogênico*) observa e utiliza os *elementos ambientais* (físicos e ecológicos) com a finalidade de transformá-los em *recursos ambientais* (ou seja, algo com valores de uso e de troca estabelecidos socioeconomicamente), que têm por finalidade o desenvolvimento de atividades que remetam à sua subsistência e manutenção de ciclos econômicos e mesmo de modos de produção.

As *antropogêneses*, ou interferências causadas e potencializadas pelas ações humanas, podem implicar na origem de dois tipos distintos de *danos ou perturbações ambientais*: os *impactos*, ou aqueles danos passíveis de reversão a partir de investimentos de múltiplos setores da sociedade, utilizando-se da tecnologia, de conhecimentos e de recursos (humanos, técnicos, financeiros e ideológicos) disponíveis para a mitigação de efeitos adversos a um dado sistema ambiental; e as *degradações ambientais*, ou perturbações, em que os espaços não são passíveis de reversibilidade ao seu estado climático original, uma vez que certas antropogêneses têm uma impossibilidade de mitigação muito elevada, inibindo investimentos em virtude dos custos se sobreporem aos benefícios ecológico-econômicos, o que conduz a problemas sociais sérios, comprometendo, ainda, o desenvolvimento de práticas humanas, mesmo aquelas consideradas de caráter “sustentável” (DIAS, 2004).

Complementarmente, no dizer de Blaikie e Brookfield (1987, apud GUERRA; CUNHA, 2000, p. 342), “[...] a degradação ambiental é, por definição, um problema social [...]”. E ela, em suas mais heterogêneas manifestações e implicações, somente será passível de reversão quando se resolverem problemas ligados à pobreza e às condições de miséria em que grande parte da população dos países periféricos se encontra (SACHS, 2005).

Aos *eventos naturais* que causam rupturas gradativas dos sistemas ambientais, denominar-se-á neste estudo de *impacto naturais*, uma vez que eles são processos dinâmicos contínuos ou esporádicos que podem causar respostas diversas nos ambientes físicos, bem como nas comunidades ecológicas (biocenoses), mas que seguem rumo à manutenção de um “equilíbrio dinâmico”. Ressalta-se, no entanto, que o homem interfere nas diversas paisagens e ambientes do planeta, transformando-os segundo as suas necessidades, explícitas ou não, o que aporta num conjunto de modificações diferenciadas no decorrer do espaço geográfico produzido, do local ao global, onde as escalas de atuação e análises de eventos são fatores condicionantes para um bom diagnóstico dessas “influências” antropogênicas.

Assim, a gama de desequilíbrios ambientais presentes na contemporaneidade reside na capacidade ora analítica, ora pragmática, de, em termos econômicos e mesmo economicistas, serem sustentadas atividades concernentes a ciclos econômicos (produtivos) sem considerar como elemento intrínseco a esse processo a *sustentabilidade* (LEFF, 2001). Há, portanto, problemáticas não somente conceituais, mas, sobretudo, práticas no equacionamento das questões ambientais e econômicas que permeiam as relações humanas em sua totalidade, no intuito inconsciente (ou mesmo inconseqüente) de se *produzir espaços* para suprir necessidades sociais básicas (DIAS, 2004).

O meio urbano se destaca como local onde as problemáticas ambientais se encontram exponenciadas, evidenciando que é principalmente nesse conjunto de espaços onde “[...] a desconsideração das causas sociais nos problemas ambientais tem levado, na maioria das vezes, à adoção de medidas que não conseguem resolver os problemas da degradação [...]” (GUERRA; CUNHA, 2000, p. 345). Pelo fato de se excluir a população não apenas do debate das problemáticas ambientais, mas principalmente pela marginalização de uma grande parcela demográfica no que tange ao acesso a políticas públicas ambientais que remetam a melhorias sociais, é que se tem um quadro degenerativo de índices e de configurações socioambientais.

Contudo, não é somente nos espaços urbanos que as problemáticas ambientais se mostram mais graves. Nas áreas rurais, conflitos de superposição de usos dos espaços agrários por múltiplas atividades e interesses, muitas vezes díspares, acabam por provocar danos ambientais irreversíveis em ecossistemas naturalmente frágeis. É o caso, por exemplo, do desenvolvimento de atividades agropastoris associadas à apicultura ou mesmo à piscicultura, sem que haja diagnósticos corretos e coerentes que mencionem as melhores estratégias de produção (“o que se produz”) e de produtividade (“o que se pode lucrar com a produção”) adequadas ao nível local, obviamente com uma proposta de aplicação de critérios que levem à sustentabilidade.

Outros fatos que merecem ser enfocados são os conflitos de uso e ocupação e as disputas pela posse das melhores “áreas produtivas”, que acabam por restringir a terra a uma mercadoria cara e socialmente inacessível, considerada apenas como um local destinado à promoção do “crescimento econômico” (o que, *di per si*, não leva ao desenvolvimento), que leva ao maior aprofundamento dos problemas sociais. Esses são fatos marcantes e que necessitam ser mais bem vistos pela sociedade civil organizada em suas heterogêneas instituições, bem como nos diagnósticos ambientais, como os zoneamentos ambientais, pois há nesse instrumento o objetivo de serem enquadradas providências que possam minimizar embates socioambientais, principalmente em locais ou regiões que são histórica, ambiental e socialmente bastante vulneráveis, face ao desenvolvimento pretérito de ciclos econômicos bastante perturbadores e socialmente excludentes.

Dessa maneira, os *danos ambientais* são considerados produtos das intervenções humanas que, por se materializarem sobre um determinado meio, tendem a “quebrar” o equilíbrio dinâmico das relações físicas e geológicas historicamente estabelecidas, desnortando estratégias práticas até então utilizadas por algumas parcelas da sociedade (geralmente de classes menos abastadas) para obter seu sustento, interferindo significativamente nas condições de vida de comunidades inteiras, que podem ser tanto de um rancho de pescadores, como de um município inteiro.

Por conseguinte, os danos ambientais (ou *problemáticas* ou *perturbações ambientais*), não devem apenas ser estabelecidos como resultado de uma conjugação de elementos condicionantes naturais e/ou ecológicos sobre uma comunidade. Eles devem ser reconhecidos como uma integração de relações e dinâmicas articuladas com o espaço social produzido. Contudo, não se pode levar sempre à centralidade do tema o elemento homem, pois há uma interconexão de todos os elementos que compõem o ambiente.

Da mesma forma, na análise criteriosa das questões ambientais, não se pode destacar comunidades ou sociedades desassistidas como apenas receptores passivos dos problemas criados por “jogos” de interesses políticos e econômicos sobre os ambientes. Isso gera, de fato, conflitos e conseqüentes rupturas dos sistemas físicos, ecológicos e sociais. Dessa maneira, afirma-se que toda Terra passa por mudanças que são tanto ocasionadas pelas ações dos grandes empreendimentos capitalistas, quanto por suínos revolvendo solos e dificultando a sua produtividade, pelo gado solto nos campos naturais, além da prática da agricultura itinerante, com métodos arcaicos (como a *coivara*). Essas situações reais manifestam que as atividades econômicas, independente de quais sejam, causam perturbações ambientais e somente o estudo sistemático de cada localidade poderá indicar em quais patamares de degeneração dos elementos

ambientais onde se encontra um espaço ou um complexo territorial dotado de diferentes tipologias de espaços geográficos.

De forma complementar, a preocupação analítica acerca dos problemas ambientais pode ser destacada no contexto das relações espaço-temporais entre uma sociedade que habita e se relaciona (social, cultural, econômica, política e ambientalmente) em certo território e os elementos geológico-geomorfológicos e hidrológicos, além de geoecológicos, que derivam numa proposta mais abrangente de reconhecimento dos elementos/recursos ambientais que podem sustentar as atividades humanas, com manejos adequados.

Por conseguinte, todos e quaisquer tipos de aproveitamentos ambientais levam em si uma consideração clara de suprimento de necessidades humanas, sejam elas específicas para um pequeno ou grande grupo de consumidores, ao sabor do modo de produção vigente e sobre a realidade e as demandas socioculturais em questão. Em vista disto, a *racionalidade ambiental* é bastante exigida atualmente, ao menos ao nível conceitual e em algumas comunidades ou conjuntos destas, o que deve ser enquadrado, também, nos estudos ambientais, como nos esforços de zoneamento. Ademais, a racionalização ambiental implica em *sustentabilização ambiental*, um equilíbrio entre as necessidades humanas, a extração e o consumo de recursos disponíveis (LEFF, 2001). A isto se atrelam, também, características multi-setoriais que vislumbram um conjunto de relações geossociais, numa “[...] superestrutura ideológica, onde as relações jurídico-políticas e as ideológico-culturais subdividem-se em relações econômico-sociais (forças produtivas e relações de produção) [...]” (CAVALCANTI; RODRIGUEZ, 1997, p. 15).

Trabalhar as questões ambientais é, claramente, trabalhar relações, associações, interações e integrações entre elementos formadores de um ambiente (aspectos físicos/naturais, ecológicos e humanos/sociais). São elas que indicarão os graus de influências que o homem pode exercer sobre si mesmo, além do estabelecimento de suas atividades sobre um substrato físico-ecológico. Aí se encontra um *meio socioambiental*, ou seja, uma estrutura integral, que conjuga fatores espaciais que geram atividades impactantes e/ou degradantes (mas que bem podem ser de mitigação de danos). Isso pode ser bem reproduzido pelos estudos, que se tornam convergentes, em função de um *modus operandi* de campos diferenciados de concepção da realidade, que se vertem a objetivos únicos, mas não unitários (BOURDIEU, 1998), como os de ordem ambiental. O espaço municipal é um excelente campo de análise do que vêm a ser as relações sociais e ambientais. O ambiente se torna visivelmente passivo em relação aos instrumentos tecnológicos e científicos (CASSETI, 1995).

2.2 Os Ecossistemas Costeiros ao Longo do Tempo⁴

A questão ambiental traz consigo a necessidade do desenvolvimento de exercícios pragmáticos que vislumbrem a transversalização de temáticas e abordagens, com vistas ao reconhecimento integral de um determinado espaço, enfatizando inter-relações entre as sociedades, os elementos naturais e os ecológicos. A Geomorfologia, por ser uma disciplina de interface, é fundamental dentro dessa abordagem, pois é cada vez mais exigida na elaboração de análises dos processos ambientais para o planejamento territorial (TRICART, 1976; CASSETI, 1995; MARQUES, 2001; ROSS, 2006). Ao se atrelar à Ecologia, aquela disciplina passa a compreender a disposição dos ecossistemas e dos mosaicos regionais de paisagem, objetivando estabelecer diagnósticos e prognósticos coerentes e coesos sobre as formas de uso e ocupação do solo, atentando para as possibilidades de articulação e sistematização de conhecimentos, principalmente aqueles relativos aos espaços e paisagens costeiras (DIAS et. al., 2005; DIAS, 2006).

Nesse contexto, é necessário recordar como os ecossistemas costeiros e suas dinâmicas se desenvolveram ao longo do tempo (tanto o geológico, quanto o ecológico e o humano), considerando caracteres distintos, mas complementares, como variações do nível do mar, glaciações, mudanças climáticas regionais e movimentos tectônicos, por exemplo. E mesmo que todos esses eventos se processem desde o Pré-Cambriano Inferior (3,5 B.A. – bilhões de anos), é durante o *Neogeno* (que se inicia ainda no Terciário, na transição Mioceno-Plioceno, há mais ou menos 12 M.A. – milhões de anos – e vai até os fins do Pleistoceno, 12.700 A.P. – anos antes do presente) que os citados eventos se demonstraram mais significativos para a formação das células paisagísticas e seus mosaicos regionais e macro-regionais atuais, em especial na faixa intertropical do globo.

Assim, durante o Neogeno, com o soergimento dos Andes, foi desencadeada uma série de eventos geológicos em toda a faixa continental da Placa Sul-americana, destacando-se: a) rebaixamento das áreas que margeiam a Cordilheira Andina; b) gênese de novas fácies sedimentares, uma vez que houve uma (re) configuração de *níveis de base* regionais, além de; c) soergimento epirogenético da “borda” atlântica do continente, que se estendeu desde o Orenoco até o litoral do Sudeste Brasileiro, o qual foi estabilizado durante meados – fins do Pleistoceno

⁴ Este tópico foi baseado em trabalho defendido pelo Autor (em forma de Painel) no VI Simpósio Nacional de Geomorfologia (SINAGEO), ocorrido em Goiânia (GO), durante os dias 06 a 10 de setembro de 2006, sob o título de “Reflexões sobre Geomorfologia, Distribuição de Ecossistemas Costeiros e Uso e Ocupação do Solo” (DIAS, 2006).

(PETRI; FÚLFARO, 1983)⁵. Esse evento é responsável pelo soerguimento do Grupo Barreiras. A isso se somaram os efeitos neotectônicos relacionados ao “contato” estabelecido entre a América do Norte e a América do Sul, com a morfogênese do Istmo do Panamá, há aproximadamente 4 M.A..

Concomitantemente, as flutuações climáticas de longo prazo desenvolvidas durante o instável Quaternário foram responsáveis pela morfoescultura da estrutura superficial das paisagens, alterando as sistemas ambientais em escalas macro-regionais e/ou continentais. Isso foi discutido por Ab’Sáber (2000) quando analisou a configuração geomorfológica sul-americana face à expansão dos climas secos, retração de domínios de natureza associados a climas úmidos e expansão daqueles associados a uma baixa pluviosidade (caatingas e cerrados), bem como da formatação e disposição dos domínios morfoclimáticos brasileiros (AB’SÁBER, 1971; 2003). Assim, as mudanças climáticas não podem ser compreendidas isoladamente, uma vez que há associações desses eventos exógenos com as flutuações eustáticas (ou seja, aquelas relacionadas com o aumento e diminuição do nível do mar), que, por seu turno, são excelentes indicadores de como podem ser sensíveis os ambientes, principalmente os litorâneos e costeiros, às alterações das paisagens e dos sistemas ambientais causados pelas ações humanas (DIAS, 2006).

Ressalta-se, pois, que foi durante o “instável” Quaternário que ocorreram interferências múltiplas entre os componentes físicos, ecológicos e, posteriormente, humanos, responsáveis por elaborações mais “rápidas” das paisagens ou *células paisagísticas* espalhadas por toda superfície da Terra. Um dos eventos mais significativos de mudanças ambientais nesse período geológico (desenvolvido nos últimos 1,8 M.A.) foram os ciclos de glaciação – interglaciação, que tiveram efeitos diversos, transformando tanto as áreas litorâneas (*stricto sensu*) e costeiras (*lato sensu*), quanto as continentais.

A esses intensos ciclos globais foram conjugadas variações morfológicas e pedogenéticas, além de biogeográficas e geoecológicas, associadas às mudanças de direcionamento de correntes marinhas e costeiras, alterações nas temperaturas e umidade, bem como a modificação dos padrões de precipitação, as quais foram responsáveis por morfogêneses e morfodinâmicas diferenciadas em todo o Globo. Apenas durante o Quaternário, Suguio (2001)

⁵ Complementarmente, Ab’Sáber (1960) contextualiza esses eventos como indispensáveis para o conhecimento da morfogênese e das morfodinâmicas paleogeográficas e sub-atuais da Ilha do Maranhão, onde se situa a Capital do Estado, São Luís, bem como da Baixada Maranhense, com suas configurações de ecossistemas e paisagens diferenciadas das outras que compõem a faixa atlântica inter-tropical brasileira.

afirma que ocorreram cinco significativos períodos glaciais⁶, responsáveis pela remodelação de paisagens. Os mecanismos de uma glaciação e das mudanças climáticas globais⁷ funcionam da seguinte maneira:

- a) ainda não há um consenso sobre quais são as possíveis origens de períodos glaciais (se astronômicas, geomagnéticas, geotectônicas ou oceanográficas), mas é fato que a Terra passa por períodos de contínuo e rápido processo de aquecimento, que implica numa maior concentração de água nos estados líquido (transgressões marinhas) e gasoso (forma de vapor d'água, que precipita, de forma torrencial, em intervalos de tempo curtos, com grande erodibilidade);
- b) com a salinidade média dos mares e oceanos ligeiramente mais baixa, dada à quantidade maior de água doce misturada àquelas, há uma modificação das dinâmicas das correntes marinhas (ALLEY, 2004), dificultando a convecção das águas;
- c) como as correntes marinhas estão intimamente ligadas à dinâmica climática, elas passam por “rupturas”, provocando resfriamentos graduais de regiões periglaciais, em especial as situadas no Hemisfério Norte. O congelamento da superfície leva à maior precipitação da água em forma de neve, tanto nas massas continentais, quanto nos mares e oceanos;
- d) resultado adverso acontece em áreas inter-tropicais, que passam a sofrer com a incidência de climas mais austeros (secos) e quentes, proporcionando uma expansão de domínios de natureza adaptados a zonalidades climáticas (AB’SÁBER, 1971; BIGARELLA et. al., 1975) que vão do semi-úmido, passando aos semi-áridos e áridos (no caso brasileiro, as caatingas e os cerrados se expandiram e as florestas pluviais se retraíram); entalhamento dos canais fluviais por fluxos torrenciais intensivos e pontuais; diminuição da concentração

⁶ Os períodos glaciais, segundo Suguio (2001, p.23) foram os seguintes: Danúbio (Donau, Thurniano ou Eburiano), com início aproximado há 1,6 M.A.; Günz – Nebraska (± 1.2 M.A. – 1 M.A.); Mindel – Kansas (± 400.000 A.P. – 330.000 A.P.); Riss – Illinois (± 260.000 A.P. – 150.000 A.P.); Würm – Wisconsin (± 100.000 A.P. – 12.700 A.P.).

⁷ Obviamente, aos processos de cunho climático, ligados às dinâmicas inter-relacionais atmosfera – biosfera – oceanos – terras emersas, existem fenômenos astronômicos relativos aos movimentos descritos pela Terra, dentre os quais se destacam a precessão de equinócios, as mudanças na excentricidade da órbita planetária e mudanças, por consequência, do eixo de inclinação terrestre. Cada um desses movimentos acontece rotineiramente, mas podem se coadunar quando o Sistema Solar passa por zonas diferenciadas das ramificações da galáxia, implicando em mudanças dos pólos eletromagnéticos do Planeta, que, por seu turno, podem concorrer para mudanças climáticas significativas. Mesmo sendo necessário levá-los a cabo nos estudos sobre glaciações e interglaciais, convém aqui destacar os aspectos relacionados aos eventos intraplanetários.

- da água nos diversos compartimentos, em especial nos oceanos (regressão marinha); e exposição de parte da plataforma continental do período precedente;
- e) depois de algumas dezenas de milhares de anos, a dinâmica natural da Terra tende para períodos mais quentes (os chamados *inter-glaciais*), com a retomada da tropicalidade, aumento do nível do mar (transgressão marinha), gênese de novos níveis de base e desenvolvimento progressivo e extensivo de novos ambientes e ecossistemas associados, bem como retração, fragmentação e/ou extinção de outros. Domínios de natureza se estabelecem pró-parte zonalmente, pró-parte azonalmente (florestas amazônicas e florestas atlânticas, respectivamente), dispondo de características ambientais que servem de sustentáculo para sub-especiações e especiações diversificadas dentro de continentes e mesmo na plataforma continental outrora exposta e que passa a receber maior aporte de sedimentos e nutrientes de sistemas fluviais, originando faixas costeiras de heterogêneas amplitudes espaciais, mas dotadas de grande biodiversidade.

Entretanto, episódios geológicos têm respostas diferenciadas em cada setor espacial em que ocorrem, proporcionando, biogeograficamente, a dispersão e/ou retração de espécies diferenciadas que, associadas a condicionantes físicos e químicos específicos e adequados ao desenvolvimento de formas distintas de vida (fatores ecobióticos e alelobióticos), (re)configuram ecossistemas e, ao nível regional, mosaicos de paisagem. Estes, por seu turno, possuem características peculiares, que se enaltecem em função do tempo e das condições ambientais predominantes, como: a) as *físicas* (geológico-geomorfológicas) – variações do nível médio do mar, flutuações climáticas, modificações da temperatura de diversos ambientes, distribuição das águas em superfície e sub-superfície, tectonismos, meteorização (ciclo sedimentar), magmatismos; b) as *físico-químicas*: características edafo-pedológicas, salinidade, clorinidade, presença ou ausência de compostos químicos vitais (baseados em Carbono, Oxigênio, Nitrogênio, Fósforo, Ferro, dentre outros), bem como de metais pesados.

Ante o exposto, considera-se que, em função de tantos processos naturais inter-relacionados, os ambientes e ecossistemas costeiros são aqueles mais “efêmeros” em termos geológicos, o que significa dizer que eles têm um ciclo vital geologicamente curto, podendo chegar, no máximo, a uma dezena de milhares de anos (DIAS, 2006). Durante o Quaternário, as faixas costeiras de todo o mundo, em especial dos setores inter-tropicais brasileiros, sofreram grandes e sucessivas remodelagens em que pesam a exposição da plataforma continental (interna e mesmo externa, que depende da intensidade do movimento eustático) e seu conseqüente

afogamento, gerando morfologias diferenciadas e que foram “colonizadas” por comunidades de seres vivos adaptados aos condicionantes vitais estabelecidos nessas paisagens. Exemplos desses ambientes são as reentrâncias, enseadas, baías e golfos. Igualmente, foram estabelecidos estuários e deltas, além de planícies de marés (lamosa e arenosa) e flúvio-marinhas, de grande heterogeneidade ecológica.

Ademais, essas dinâmicas conjugadas originam feições ambientais heterogêneas, como falésias e costões rochosos (de origem sedimentar e cristalina, respectivamente); igarapés costeiros; ilhas costeiras (rochosas, arenosas e lamosas – ou siltico-argilosas) interiorizadas ou não; ilhas-barreira; faixas de restingas e campos de dunas; cascalheiras (resultado da decomposição de falésias), *beach rocks* e recifes de arenito, recobertos por corais; riachos e córregos e estabelecimento de novas redes de drenagem adjacentes ao litoral; além de tabuleiros costeiros.

É importante frisar que sobre e sob cada componente geológico-geomorfológico mencionado foram desenvolvidas relações ecológicas importantes, com trocas de matéria e energia, implicando na instalação e conseqüente manutenção de cadeias tróficas de níveis diferenciados. Relações físicas, físico-químicas ou biológicas se estabeleceram e passaram a caracterizar células paisagísticas (ecossistemas e/ou mosaicos de paisagem), como aquelas da zona costeira, onde há dinâmicas de desenvolvimento de trocas entre as diversas comunidades formadoras da biota local/regional e os elementos naturais, que são aproveitadas como espaço para o desenvolvimento de atividades socioeconômicas e culturais (subsistências).

Ante o exposto, as dinâmicas dos ambientes costeiros e dos ecossistemas a elas associados variam significativamente ao longo do tempo e dos espaços. Uma vez que essas áreas são largamente variáveis (destacando-se o espaço total costeiro do Estado do Maranhão), onde as influências atmosféricas, oceanográficas e continentais são mais marcantes, há que se ater às análises científicas que vislumbrem conhecer os sistemas ambientais envolvidos para que sejam elaborados cenários múltiplos de desenvolvimento ou retração de ecossistemas, em face das flutuações climáticas e eustáticas que ainda são desenvolvidas em todo Planeta. Ao nível local/regional, essas são tendências conceito-pragmáticas necessárias para o reconhecimento adequado da estrutura e do desenvolvimento de dinâmicas ambientais dentro de ecossistemas/mosaicos de paisagem, o que leva a uma boa possibilidade de compreensão dos principais elementos/recursos ambientais passíveis de utilização pelas sociedades e que podem nortear quaisquer estudos que se almeje sobre espaços costeiros.

2.3 Respostas ambientais frente às possíveis taxas de elevação do Nível Relativo do Mar (NRM)

Na conjuntura dos estudos ambientais contemporâneos, uma tendência tem chamado bastante atenção: a abordagem teórico-pragmática da susceptibilidade que os diversos espaços da Terra têm em relação às mudanças ambientais, algumas previstas, como aumento do efeito estufa e flutuações do NRM, outras bem reais, como as secas extremas e os episódios chuvosos intensos em áreas completamente díspares (MARENGO; NOBRE, 2005; ARTAXO, 2006).

É nesse sentido que se estabelece a seguir uma discussão voltada para um dos principais problemas da contemporaneidade, em especial no que tange às zonas costeiras de todo mundo, em que pese a da faixa intertropical: as flutuações do NRM. Embora os cenários de aumentos do nível relativo do mar até 2.100 sejam perspectivas analíticas embasadas por modelos conceituais complexos, não se sabe ainda (e ao certo) quais serão as reais implicações desse fenômeno, lento e gradual, sobre os litorais e, por conseguinte, zonas costeiras (*lato sensu*). Dessa maneira, é bastante justificada o aparecimento de discussões dessa natureza em um Zoneamento Ambiental, uma vez que o cientista ambiental, na sua vocação primordial de planejador territorial (na tentativa de enquadramento analítico dos espaços para as atividades humanas e/ou de preservação da biota e dos geossistemas), deve conceber os prováveis comportamentos que as paisagens sofrerão ao longo do tempo.

Cientificamente, as *flutuações do nível do mar* são denominadas de *eustatismos*, *flutuações eustáticas* ou, dependendo da gênese (relacionada às glaciações e períodos interglaciais, especificamente), *glácio-eustatismos* ou *flutuações glácio-eustáticas*. Podem ser de dois tipos: *regressão marinha*, que se caracteriza pelo recuo das águas do mar, estabelecimento da linha de costa na plataforma continental da fase anterior (de nível mais elevado) e entalhamento de vales fluviais, por exemplo; e *transgressões marinhas*, que se notabilizam pelo avanço das águas do mar por sobre os continentes, afogamento de vales fluviais pré-estendidos e migração da linha de costa para montante. Essa reflexão global é exposta em outros termos, mais exemplificantes, ao se observar que

[...] durante nível do mar abaixo do atual (Pleistoceno), considerável extensão da superfície das plataformas continentais ficou exposta (emersão), sujeita a processo de erosão e deposição tipicamente continentais que promoveram a progradação da linha de costa. [...] A subsequente subida do nível do mar durante o Holoceno foi responsável pelo afogamento ou submersão da maior parte dos depósitos sedimentares

e feições erosionais anteriormente formados, promovendo também o recuo concomitante das linhas de costa em direção ao continente [...] (PONZI, 2004, p. 225).

Vale ressaltar que os eustatismos são fenômenos naturais contínuos e lentos⁸, ora com tendência de elevação do NRM, ora de retração deste, o que está em função de variáveis diversas, dentre as quais: a morfologia da plataforma continental; estabilidade ou instabilidade tectônica da zona costeira; conversão de ecossistemas e de mosaicos de paisagens naturais em áreas destinadas às atividades humanas; mudanças de direcionamento e de intensidade de correntes litorâneas e de marés, bem como do; *balanço morfogenético*⁹ local e/ou regional. Ademais,

[...] variações significativas do nível do mar ocorrem em função de fatores tectônicos, oceanográficos (correntes, marés), meteorológicos (ventos, pressão atmosférica), terrestres (descarga fluvial) e geofísicos (anomalias do geóide causadas pela distribuição de densidade das rochas no interior da Terra [...]) (SILVA et. al., 2004, p. 178-179).

Para entender como ocorrem as flutuações eustáticas em tempos contemporâneos, é conveniente destacar como elas se desenvolveram antes do presente. Assim, deve-se “voltar no tempo” para que se conceba como ocorreram os eustatismos em diversas profundidades de tempo, mas em especial durante o Quaternário, pois seus testemunhos estão bem guardados e por tantas vezes bem visíveis, o que pode implicar numa interpretação mais assertiva à luz da estrutura superficial da paisagem.

As flutuações do nível do mar ao longo do instável Quaternário têm sido abordadas cientificamente com bastante recorrência na literatura geocientífica internacional desde o século XIX (DARWIN, 2004). Ao nível de Brasil, um dos estudos pioneiros acerca dessa questão foi procedido por Ruellan (1944 *apud* SILVEIRA, 1970), que destacou a participação dos fenômenos transgressivos – regressivos como processos fundamentais para a articulação dos “traçados” geomorfológicos da Baía de Guanabara, no Sudeste Brasileiro, bem como para o entendimento da morfogênese dos diversos tipos de litorais.

⁸ Embora haja tendências de que a elevação do NRM prevista para ocorrer até o ano de 2.100 seja causada pelas ações adversas acompanhadas pelo efeito estufa, ainda não se pode atribuir categoricamente que elas têm origem antropogênica.

⁹ Designa-se *balanço morfogenético* à taxa de diferenciação existente entre processos deposicionais (agração) e degradacionais (erosão). O assoreamento de cursos de drenagens ou mesmo de baías e estuários (como localmente é o caso da Baía de São Marcos e dos estuários do Anil e Bacanga, na capital maranhense), associado ao prolongamento de cordões arenosos e restingas, podem implicar em subidas locais do nível relativo do mar ao longo de algumas décadas.

Contudo, foi a partir das décadas de 1950 – 1960 que se processaram mais fortes orientações metodológicas e práticas sobre essa questão, em especial desenvolvidos por geógrafos, geomorfólogos e geólogos, destacando-se os estudos de Ab’Sáber (1958; 1960; 1965) sobre as aptidões agrárias dos solos maranhenses e de sua geomorfologia e da configuração quaternária da Baixada Santista, respectivamente; de Silveira (1950 apud SILVEIRA, 1970), que versou sobre as “baixadas litorâneas quentes e úmidas”, enfocando suas dinâmicas morfogenéticas e socioeconômicas; de Bigarella et. al. (1961 apud PETRI; FÚLFARO, 1988, p. 496), que estabeleceu critérios para o reconhecimento de paleoníveis do mar em Santa Catarina e sistematizou metodologia para o entendimento geológico-geomorfológico de feições e depósitos transgressivos – regressivos.

Foram, ainda, desenvolvidos estudos sintéticos interessantes sobre as respostas possíveis que os ambientes costeiros venham a sofrer em virtude de elevações da linha de costa e da amplitude de fatores relacionados (SUGUIO et. al., 2005), bem como bons trabalhos sobre a estruturação de paleoníveis do mar durante vários momentos do Pleistoceno Médio à atualidade e sua implicação na morfogênese de planícies costeiras do Nordeste, Sudeste e Sul do Brasil (MARTIN et. al., 1996; VILLWOCK, 2005), além de pesquisas que enfocam as análises dos eustatismos pretéritos para a previsão de cenários acerca de possíveis oscilações vindouras (MARTIN, 2003; ANGULO et. al., 2005; SIMÕES, 2006).

Ao passo que avançaram as pesquisas acerca das mudanças climáticas globais, discute-se sobre a expansão das bacias oceânicas, retrações de áreas emersas e reconfiguração de seus limites, fatos estes que influenciariam sobremaneira nas dinâmicas ecossistêmicas locais e regionais, com aumento de espaços ocupados por determinados ambientes e pela conseqüente retração de outros. Ainda são destacados atualmente a perda de áreas destinadas à ocupação humana e os danos materiais (e mesmo culturais) associados às sociedades que se estabeleceram em zonas costeiras (BURKETT et. al., 2001; BINDSCHANDLER; BENTLEY, 2003; HANSEN, 2006).

Entretanto, tomando por base os trabalhos de Lomborg (2002), Alley (2004) e Marques (2005), considerou-se nesta pesquisa que as previsões de elevação do NRM para os próximos 94 anos (IPCC, 2006) devem ser vistas segundo uma perspectiva mais crítica, para que se possa fugir de interpretações “sensacionalistas”. Isso serve, ainda, para a análise e aplicações de dados e informações relativas às taxas de aumento da temperatura média global (aquecimento global), não-sintetização biogeoquímica de CO₂ e de outros gases estufa, bem como a devastação de ecossistemas, mosaicos de paisagens e domínios de natureza.

Outrossim, é importante observar que cada ponto da superfície da Terra (emersa e/ou imersa) terá respostas bastante heterogêneas frente às mudanças climático-eustáticas previstas para este século (entre 2006 e 2100). Por isso é importante se destacar as escalas locais e reconhecimento das interações, inter-relações e associações de fatores/elementos ambientais ao nível pontual, extrapolando para o regional, na tentativa de compreensão das particularidades esquecidas em virtude das grandezas espaciais adotadas nos estudos de síntese.

Objetiva e cientificamente é necessário reconhecer que o nível relativo do mar é um critério analítico fundamental para o planejamento territorial. Vale destacar que, somente nos últimos 7.000 A.P., houve uma variação lenta e gradual, ora por movimentos regressivos, ora transgressivos. E, ao observar detalhadamente o perfil de evolução dos paleoníveis marinhos do setor Sudeste – Sul brasileiro (Figura 01), passível de extrapolação para toda a faixa costeira do País (não em valores absolutos, mas no que concerne às dinâmicas e tendências relativas), o pesquisador arguto logo observa que há uma inclinação para movimentos transgressivos, seguidos de eventos regressivos, nesse intervalo temporal bastante definido. Assim, a tendência é de movimentos regressivos mais fortes, seguidos por leves transgressões.

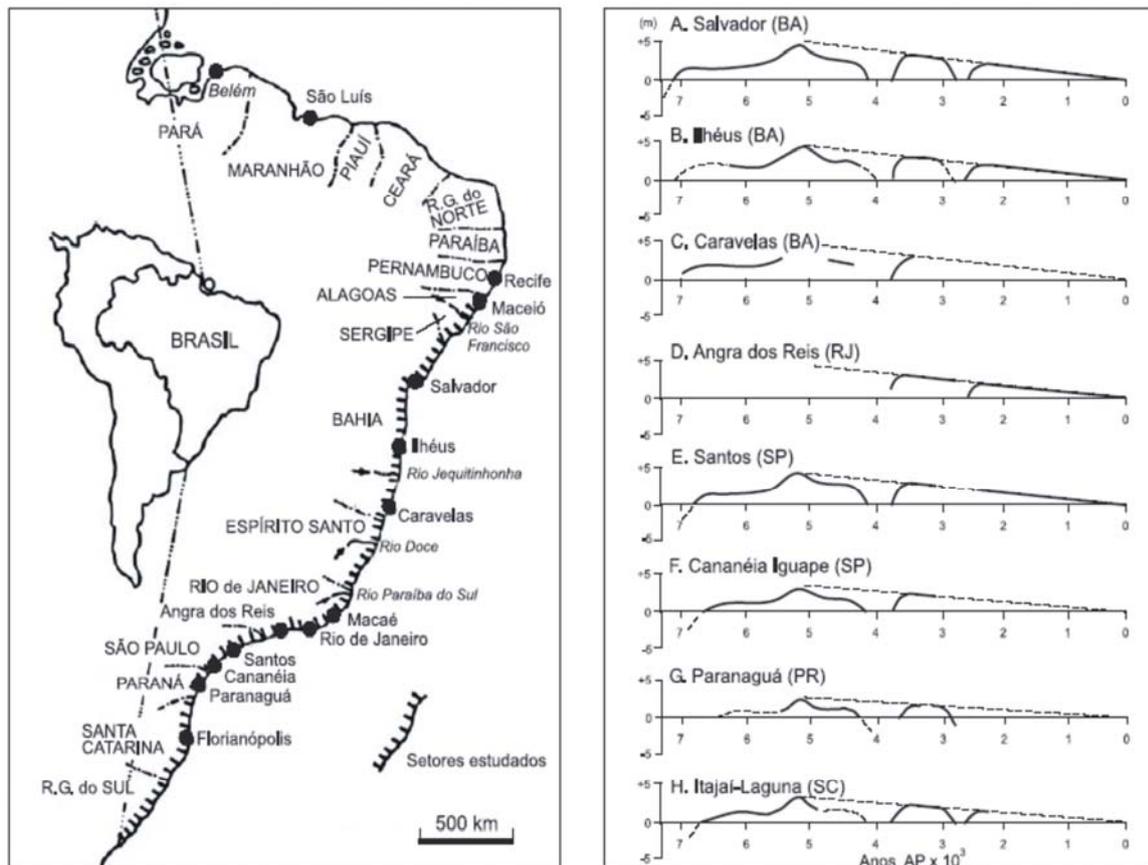


Figura 01: Curvas de variação do nível do mar nos últimos 7.000 anos em pontos diversificados da costa brasileira. As áreas com pontos (●) são dotadas de instrumentos que identificam a incidência de flutuações eustáticas.

Fonte: Suguio et. al. (1985 apud SUGUIO, 2003, p. 22).

Em termos de áreas de abrangência espacial das aferições de paleoníveis do mar na costa brasileira, os pontos amostrados estão sujeitos a regimes de *micro* e *mesomarsés*, ou seja, espaços dotados de amplitudes de maré que variam entre 0,00 e 2,00 metros e 2,01 e 4,00 metros, respectivamente. No caso específico do Golfão Maranhense, embora haja equipamentos de medição de flutuações do NRM regional associado ao Sistema Portuário de São Luís, não existem estudos bem sistematizados sobre níveis anteriores ao presente. Destaca-se, portanto, a necessidade iminente de reconhecimentos dessa natureza para a confecção de cenários ambientais mais coerentes com a realidade regional, o que concorre para uma perspectiva analítica mais voltada para o aproveitamento sustentável dos elementos/recursos ambientais disponíveis.

Cabe aqui, entretanto, uma curiosidade básica: os índices de transgressão marinha do IPCC (2006) variam de 20 a 85 cm no intervalo de 1990 – 2100 (110 anos) e estão na ordem (média) dentre 1,81 mm/ano a 7,77 mm/ano (Figura 02). Taxas interessantes, quando são confrontadas com aquelas referentes à transgressão marinha holocênica, entre o fim do Último Máximo Glacial (UMG), há 12.700 A.P., e o *optimum climaticum*, 6.000, em que o nível médio dos oceanos subiu de aproximadamente – 100 m, até chegarem, também em média, ao patamar de $\pm 3,5$ m acima do nível atual (AB’SÁBER, 2001a; 2001b).

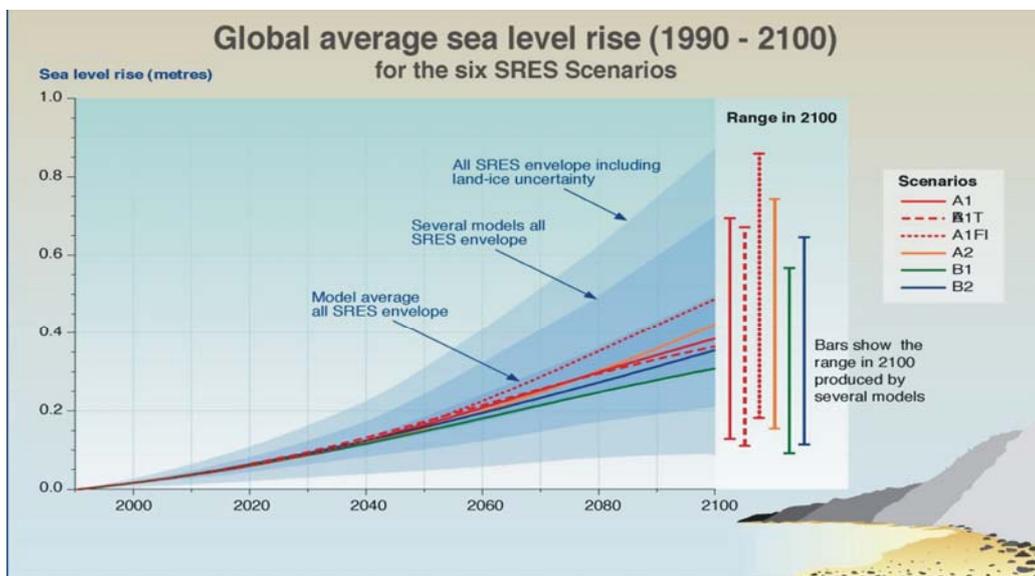


Figura 02: Gráfico demonstrativo de cenários previstos de elevação do nível do mar em escala global.

Fonte: IPCC (2006).

Em outros termos, houve em 6.700 anos uma elevação média de 103,5 m, com taxa anual média de 15,45 mm/ano, o que é 1,9 vez maior que a maior perspectiva estatística para o intervalo 1990 – 2100. Esses dados são passíveis de reformulações, uma vez que os

mesmos são estabelecidos a partir de parâmetros médios, que podem ser contestados com o conhecimento aprofundado de como se processou a transgressão marinha do Holoceno Inferior ao Médio, correspondente à Transgressão Flandriana, que deve ter um nome regional, conforme destaca Suguio e Martin (1978 apud SUGUIO et. al., 2005, p. 122), ao mencionar a *Transgressão Santos ou Santista*¹⁰. Desta forma, seria conveniente ao ser sistematizado o regime de curvas de elevação do NRM no Golfão e Baixada Maranhense denominar regionalmente o fenômeno transgressivo daquela época como *Transgressão Golfão Maranhense*.

É conveniente ressaltar que os movimentos eustáticos geram morfologias diferenciadas em cada episódio transgressivo – regressivo. Isso pode ser evidenciado, ao nível de Brasil, pela presença de formação de reentrâncias sucessivas (caso do NE do Pará e NW a Centro-Norte Maranhense); morfogênese de baías e golfos (LESSA, 2005), com é o caso do Golfão Maranhense; estabelecimento de planícies costeiras de diversos formatos e de processos múltiplos associados, como é o caso da conformação de deltas e estuários, planícies de maré lamosa, praias, campos de dunas, cordões litorâneos (regressivos e transgressivos), planícies flúvio-marinhas e flúvio-lagunares; plataformas de abrasão e deposição, evidenciando relatividade de processos morfogênicos associados (AB’SÁBER, 1960; MAIO, 1977; DIAS et. al., 2005; DIAS; NOGUEIRA JÚNIOR, 2005; DIAS, 2006).

De modo particular, as planícies costeiras da faixa intertropical da Terra (como é o caso da Baixada Maranhense, paleoambiente de colmatagem múltipla¹¹, em que se destacam os campos inundáveis e tesos de Anajatuba) são bons exemplos de áreas que possivelmente sofrerão impactos significativos em seus sistemas ambientais face as possíveis elevações do nível médio do mar, conforme previsões de Burkett et. al. (2001) e do IPCC (2006). Essa “ruptura” ambiental se articularia de maneira natural, mesmo sem quaisquer interferências humanas, uma vez que esses compartimentos geomorfológicos regionais são originários de movimentos eustáticos progressivos e de múltiplas tendências, no mínimo durante os últimos 120.000 A.P., durante o Pleistoceno. Entretanto, aos processos naturais se inserem as antropogêneses, que levam a acelerações das dinâmicas naturais.

Dessa forma, as diversas paisagens, espaços e ecossistemas costeiros passam a estar sujeitas a transformações consubstanciadas às dinâmicas perturbatórias intensivas e

¹⁰ Isso se manifesta pelo fato de que esse evento na região de Flandres, na Europa, teve resposta regional distinta em outros pontos do mundo, seja pelo fato de estar em zona subtropical, seja por, principalmente, estar situado tal espaço em uma área que sofre efeitos epirogenéticos negativos (rebaixamento tectônico).

¹¹ Segundo Ab’Sáber (1987, p. 217), entende-se por Baixada Maranhense uma “[...] importante faixa de planícies de nível de base, formada a partir dos fundos de uma paleorreentrância regional da costa maranhense, parcialmente colmatada por depósitos fluviais, flúvio-lacustres e flúvio-marinhos [...]”.

extensivas e as principais *respostas ambientais* (impactos) que podem sofrer aquelas unidades geomorfológicas e paisagísticas (citadas nos dois últimos parágrafos) mediante transgressões marinhas são, segundo Burkett et. al. (2001), evidenciando o que poderá ocorrer até o ano de 2100, as seguintes:

a) Impactos Biofísicos:

- incremento da erosão costeira;
- ruptura de processos de produção primária;
- inundações mais expressivas de áreas costeiras, tanto em setores úmidos, quanto nos “outrora” espaços de terra firme;
- intrusão de águas salobras e salgadas em armazenamentos sub-superficiais de águas doces e de estuários, tendo por conseqüência mudanças na salinidade dos ambientes costeiros, destacando-se a salinização dos solos;
- reelaboração da linha de costa e retração e/ou expansão de *habitats*;

b) Impactos Socioeconômicos:

- comprometimento de propriedades privadas adjacentes ao litoral;
- necessidade de investimento em reforços de estruturas prediais e de acesso em áreas costeiras, bem como em novos materiais para a construção civil;
- aumento da possibilidade de ocorrência de endemias;
- diminuição do potencial turístico e recreação dos espaços costeiros;
- perda de valores culturais não-materiais e patrimoniais de comunidades tradicionais;
- comprometimento de atividades pesqueiras associadas a pequenos portos, bem como da aqüicultura e de atividades extrativistas.

Os impactos sobre os ambientes costeiros e as populações humanas a eles associados podem ser mitigados com investimentos em infra-estrutura para o melhoramento de sistemas e redes de transporte, de coleta e tratamento de dados e informações técnicas, científicas e operacionais para a produção de dados geotécnicos indispensáveis ao planejamento territorial e à sua conseqüente aplicação. No entanto, por mais pragmáticas que sejam as soluções para mitigação de impactos, há uma demanda elevada de capital, associada a um conjunto de áreas, no caso maranhense, potencialmente vulneráveis (destaca-se: Golfão Maranhense e Baixada) e de pobreza extrema. A isso é correlacionada a necessidade de direcionamento de esforços governamentais que vislumbrem tanto a manutenção sustentável de ecossistemas (com riscos mínimos de ocorrência de respostas ambientais negativas às mudanças em curso), quanto à continuidade das atividades humanas nos espaços costeiros adjacentes ao litoral.

Dessa maneira, é conveniente o desenvolvimento de estudos orientados para a compreensão dos processos costeiros¹² e das morfodinâmicas a eles associadas, capazes de estabelecer análises coerentes com as necessidades reais de uma célula espacial (de escala local ou regional) distinta, considerando-se a possibilidade de previsão de cenários futuros inter-relacionais entre os elementos físicos, ecológicos e humanos. Contudo, os erros que toda pesquisa apresenta, em especial as que ressaltam os domínios costeiros, podem ser minimizados com a correta conversão de esforços técnicos, científicos e de recursos humanos e financeiros para o reconhecimento de paleoníveis relativos do mar e seu comportamento ao longo dos últimos 120.000 A.P., fato esse que destaca episódios eustáticos significativos para o estabelecimento de litorais e costas distintos, com ecossistemas e atividades humanas (este último, o Holoceno) bem características.

Ao nível regional, a Baixada Maranhense, conforme já mencionado, é caracterizada como um complexo mosaico de paisagens formado por extensos e intensos processos de (re)elaboração originados, principalmente, por flutuações eustáticas pleistoholocênicas (últimos 120.000 anos). Os eustatismos levaram a modificações sucessivas das paisagens regionais nesse intervalo, com retrações e expansões de ecossistemas, em que pese a distribuição de manguezais, que são um ótimo geoindicador de mudanças ambientais ligadas às variações do NRM localmente.

Enfatiza-se que movimentos transgressivos – regressivos concorreram para a configuração da maior parte dos depósitos sedimentares do setor costeiro Maranhense, principalmente os de natureza flúvio-marinha (Golfão, Baixada e Reentrâncias Maranhenses). Especificamente na Baixada Maranhense, são evidenciados ambientes de deposição transicionais diversificados e conformação de uma vasta planície costeira de nível de base, com efeitos marcantes de presenças sub-atuais de níveis do mar mais elevados que o atual, como são os casos dos *cordões arenosos* (assunto a ser discutido adiante) entre 2,00 a 3,00 metros acima do NRM, sem datação de testemunhos. Essas feições morfológicas, compostas por areias finas, configuram regionalmente os terraços arenosos flúvio-marinhos. A esses são somados os “tesos”, que são ambientes geomorfológicos que “barram” os corpos dulcícolas interiorizados (lagos e campos inundáveis) do contato com as águas salinizadas da Baía de São Marcos, nos seus vértices internos, zona de médio estuário do Rio Mearim. Discussões acerca dessa última feição foram estabelecidas no item referente à Geomorfologia do município de Anajatuba (MA).

¹² Segundo Muehe (2001, p. 257), “[...] entende-se como *processos costeiros* a ação de agentes que, provocando erosão, transporte e deposição de sedimentos, levam a constantes modificações da configuração do litoral” (grifos do autor).

Contudo, independente da origem daquele último depósito arenoso, concebe-se que se um dos três cenários do IPCC (2006) com caráter mais pessimista (elevação de 70 e 85 cm, respectivamente) se confirmar, poderá acontecer rupturas dos tesos, o que implicará na “invasão” das águas em direção aos campos inundáveis que, paulatinamente, serão colonizados por manguezais e marismas tropicais. Cenário de grandes transformações ambientais no espaço total anajatubense, com uma retração de diversas unidades geológicas, principalmente aquelas associadas à proximidade dos ambientes sujeitos à inundação, o que poderá gerar grande caos socioeconômico.

3 METODOLOGIA

Dentro do conjunto dos municípios maranhenses, encontram-se diversos tipos de originalidades na disposição dos espaços e da conjugação nestes de elementos naturais, ecológicos e sociais, que somados representam células espaciais dotadas de vários problemas consubstanciados em termos de superposição de usos, conflitos socioambientais, além de exaustão (pelo mau-uso) dos elementos/recursos ambientais disponíveis, o que traz reflexões orientadas para o reconhecimento de realidades locais e de suas interconexões com outras áreas direta ou indiretamente interligadas.

Assim sendo, evidencia-se a Baixada Maranhense, região onde imperam altos níveis de pobreza e de devassamento da dignidade humana, manifestados pela carência de equipamentos e serviços sociais. A isso se agrega a falta de esforços de reconhecimento técnico-científico de suas potencialidades territoriais (a partir de zoneamentos ambientais) e, por conseqüência, ausência expressiva de estudos que vislumbrem o estabelecimento de metodologias centradas na resolução de problemas que englobem os espaços totais municipais.

Embora seja possível estabelecer critérios de extrapolação de parâmetros analíticos e de metodologias para espaços distintos, mas complementares, dentro de um contexto regional (Baixada Maranhense: Anajatuba, Arari, Viana, Pinheiro e Santa Helena, por exemplo), é importante e necessário que algumas alterações sejam realizadas, com a finalidade de se encontrar “pontes” que aproximem as realidades locais à regional, considerando-se particularidades intrínsecas a cada espaço.

Assim, optou-se nesta pesquisa por elaborar uma Proposta Metodológica de Estudos Ambientais para a Baixada Maranhense, evidenciando o município de Anajatuba, que

possui grande diversidade de paisagens e de elementos ambientais na forma de “mostruário” da realidade regional. Atualmente é necessário o desenvolvimento de estudos transdisciplinares sobre o espaço total em questão, bem como da aplicabilidade e revisão dos conhecimentos pré-adquiridos nos trabalhos do Zoneamento Costeiro do Estado do Maranhão (MARANHÃO, 2003) para o reconhecimento da totalidade evidenciada. Entretanto, embora haja documentação textual e cartográfica de alto gabarito e com diagnósticos interessantes para a escala de estudos regionais, é fundamental reconhecer as particularidades locais, conforme estabelecido técnico-cientificamente para Anajatuba, e direcionar aplicações pragmáticas sobre a área de pesquisa, seja ela qual for.

3.1 Métodos e Técnicas

Nos estudos ambientais contemporâneos é preciso que sejam abarcados conhecimentos teóricos e integrá-los àqueles adquiridos em jornadas de pesquisa empírica (os trabalhos de campo), que se destacam por serem “calibradores” das concepções científicas básicas, o que proporciona aos cientistas uma ampliação de sua capacidade de resolução de problemas reais e previstos (MARQUES, 2002). Há, pois, que se manifestar em uma *proposta metodológica* de estudos ambientais, que tem a pretensão de ser aplicável em locais (municípios) heterogêneos, a existência duma obrigação de reconhecimento de métodos e técnicas¹³ adequadas ao reconhecimento dos diversos tipos de espaços. Elas devem possuir viabilidade positiva frente às análises custo-benefício. Somente a correta aplicabilidade das estratégias metodológicas e tecnológicas é que se poderão conduzir posturas condizentes com os anseios de práticas econômicas sustentáveis frente aos ecossistemas, observando-se atentamente as relações ambientais dentro de um *espaço total*. Assim, é importante conceituar este termo, que é

[...] o arranjo e o perfil adquiridos por uma determinada área em função da organização humana que lhe foi imposta ao longo dos tempos. Nesse sentido, [...] a gênese do espaço – considerado de um modo *total* [grifo do autor] – envolve uma análise da estrutura espacial realizada por ações humanas sobre atributos remanescentes de um espaço herdado da natureza. Por essa razão, há que se 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 [...] (AB’SÁBER, 2006a, p. 30).

¹³ No dizer de Marques (2002, p. 32), “[...] numa concepção bastante simples, podemos entender método como um modo ou maneira de atingirmos um determinado fim ou de executar um determinado trabalho. Assim também, técnica pode ser vista como um ou mais processos que viabilizam a aplicação do método [...]. Os métodos representam o domínio do saber ‘como fazer’ e as técnicas o domínio do ‘fazer’”.

As análises ambientais devem contemplar a viabilidade de reconhecimento das interações dentro dos sistemas ambientais regionais/locais, visando práticas de planejamento e ordenamento territorial. O conceito de *espaço total* torna-se importante para os esforços de zoneamento ambiental por despertar interesses científicos e metodológicos de compreensão integrada dos elementos físicos, humanos e ecológicos, componentes reais de toda e qualquer paisagem (e/ou espaço) real, haja vista a importância de entendimento da abrangência de fenômenos naturais e bióticos, bem como das ações humanas cumulativas. Essa abordagem serve para que sejam estabelecidas propostas condizentes com cada célula espacial a ser identificada (BOTELHO, 1999; CHRISTOFOLETTI, 2001; COLTRINARI, 2005; ROSS, 2006). Dessa maneira, os estudos ambientais devem proporcionar o entendimento de interações, associações e integrações de vários elementos físicos/naturais, bióticos/ecológicos e humanos/antropogênicos (Figura 03).

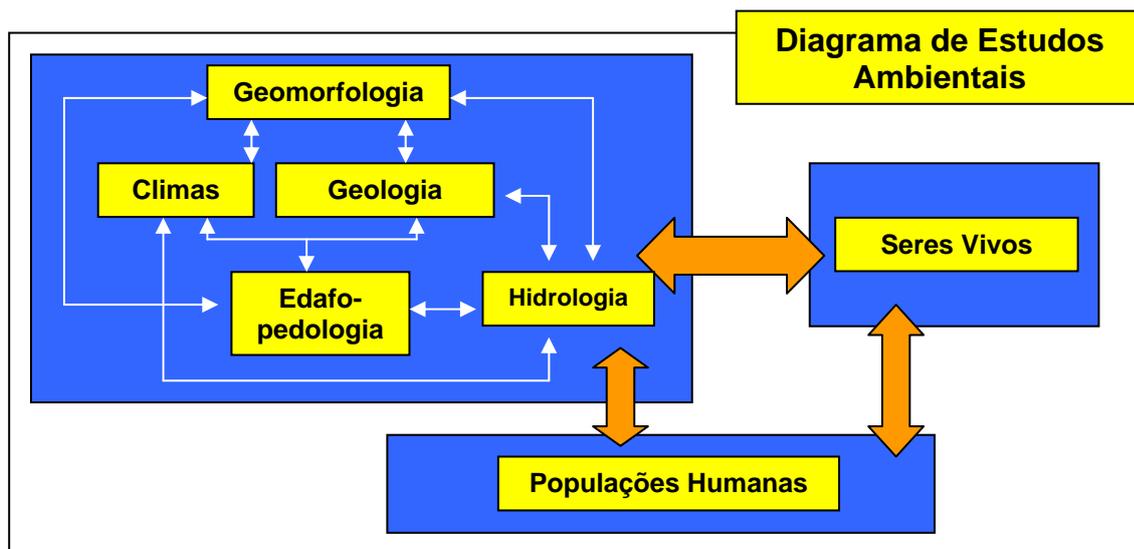


Figura 03: Diagrama de Estudos Ambientais – uma tentativa de simplificação dos eixos analíticos básicos a serem enlaçados no desenvolvimento de diagnósticos e prognósticos relacionados ao Planejamento Territorial.

Fonte: Adaptado de Dias et. al. (2005).

Aquela orientação metodológica, a da compreensão da *totalidade inter-relacional do espaço* (espaço total), conduz a aplicações adequadas de estudos científicos inter e transdisciplinares voltados para os diagnósticos e prognósticos ambientais. Essa proposta conceitual deve considerar diversas abordagens têmpero-espaciais, desde os tempos geológicos, aos ecológicos e humanos, propriamente ditos. Coelho (2001) afirma que, ao serem reconhecidas as associações dos elementos ambientais dentro de células espaciais (como os ecossistemas ou

mosaicos de paisagens), há a possibilidade de desenvolvimento de interpretações adequadas da natureza, frequência, magnitudes e intensidade dos danos/perturbações ambientais sobre um dado espaço, o qual esteve inserido como *metodologia-mater* no desenvolvimento deste trabalho, assessorado por posturas críticas referentes a conceitos (por vezes bastante usuais), bem como por uma base estruturalista sistêmica, que permitiu a formatação de inter-relações entre os componentes do *estrato ambiental*¹⁴.

Contudo, a orientação metodológica não é o fim *di per si* de quaisquer que sejam os trabalhos científicos. Ela deve ser passível de um encadeamento de técnicas adequadas para que sejam alcançados resultados coerentes e coesos com as necessidades da pesquisa e do conjunto ambiental pesquisado. Por isso, achou-se conveniente discutir sobre as técnicas adotadas nas pesquisas teóricas e de gabinete, bem como nas jornadas de campo.

Para se desenvolver uma metodologia de Zoneamento Ambiental aplicado a um município e que fosse efetivamente prática, elencou-se algumas perspectivas teórico-metodológicas, destacando-se as propostas de Ab'Sáber (2006a), ao enfatizar as pesquisas ambientais em uma perspectiva de totalidade, abarcando tanto aspectos físicos (ou naturais), quanto ecológicos (ou bióticos) e humanos (ou socioeconômicos); de Ross (1995; 2000; 2006), que ressalta a importância do conhecimento geomorfológico para os estudos ambientais, bem como da Ecogeografia/Geoecologia para o enquadramento inter-relacional dos elementos que constituem um território analisado; e de Christofolletti (2001), que evidencia a necessidade de se construir planejamentos territoriais com base tanto no conhecimento geomorfológico da área, quanto do correto desenvolvimento de diagnósticos ambientais que impliquem num bom aproveitamento dos elementos naturais e ecológicos como recursos.

Essa perspectiva teórica é complementada pelo reconhecimento de áreas consideradas originais, modificadas e transformadas, seguindo proposta conceitual de Carvalho (1986), considerado elemento importante em diagnósticos e prognósticos ambientais. No caso de Anajatuba, especificamente, a abordagem geocológica, a partir da identificação dos ecossistemas locais, é essencial, haja vista a superposição de usos que alguns setores (células espaciais) poderão alcançar com a implementação de obras de engenharia adequadas.

¹⁴ Ross (2003) utiliza bastante o conceito *estrato geográfico* para falar das relações espaciais num sentido amplo, destacando a Geomorfologia como base teórico-metodológica para a compreensão dos fatos/elementos físicos, ecológicos e humanos. No entanto, considera-se o termo *estrato ambiental* bem mais abrangente, haja vista a sua abertura de abordagens para outras disciplinas e ciências ambientais, que não apenas a supramencionada. Isso concorre para uma compreensão mais contingente da totalidade analítica dos fatos, além desse termo possuir um “apelo” transdisciplinar.

3.2 Roteiro da Pesquisa

Dias et. al. (2005) afirmam que, ao nível de Baixada Maranhense, há o interesse de se conhecer quatro dinâmicas ambientais, em especial, que envolvem: a *geomorfologia*, que trata da estrutura superficial da paisagem (AB'SÁBER, 1969; SPÖRL, 2001) e de sua importância para o planejamento territorial (a topografia tem uma grande participação para o conhecimento da morfologia do ambiente); as *unidades geoecológicas*, as quais são as responsáveis pela configuração ecossistêmica de uma célula espacial, individualizando-a como um mosaico regional de paisagens; a *evolução populacional*, com propostas de cenários futuros, para associar o elemento homem às pressões ambientais ligadas às suas atividades; a *distribuição das águas*, para o estabelecimento de políticas adequadas de manejo dos recursos hídricos e à adequada construção de obras de infra-estrutura que vise práticas racionais de usos desse elemento.

Assim sendo, foi estabelecida uma metodologia tripartite: a *geomorfologia* de Anajatuba, em virtude de sua topografia, relacionando como as diversas morfologias locais têm influência preponderante sobre os outros elementos ambientais contextualizados, como a distribuição de comunidades bióticas e dos assentamentos populacionais humanos; as *unidades geoecológicas* são o outro componente, pois elas se tornam elemento representativo dos ecossistemas desenvolvidos no município, pois são consideradas como uma “reposta ambiental” ao cruzamento dos fatos geológicos e geomorfológicos com a hidrologia local; o *balanço hídrico*, haja vista a necessidade de se conceber a disposição adequada dos compartimentos hídricos disponíveis, bem como da participação da topografia para a estocagem e ou passagem da água para outros compartimentos. Cada qual, em item específico, traz o seu aparato metodológico, de forma explicativa.

Para que se pudessem alcançar os resultados esperados, foram procedidas pesquisas de campo (entre outubro de 2005 e abril de 2006) para o reconhecimento dos sistemas ambientais de Anajatuba, atentando para a descrição das unidades geoecológicas, bem como de suas características geoambientais, com devidas documentações fotográficas. As jornadas de campo foram orientadas a partir de um roteiro estabelecido na escala original de 1:250.000 (Figura 04) e foi percorrido de motocicleta, único meio de transporte prático para o reconhecimento do município.

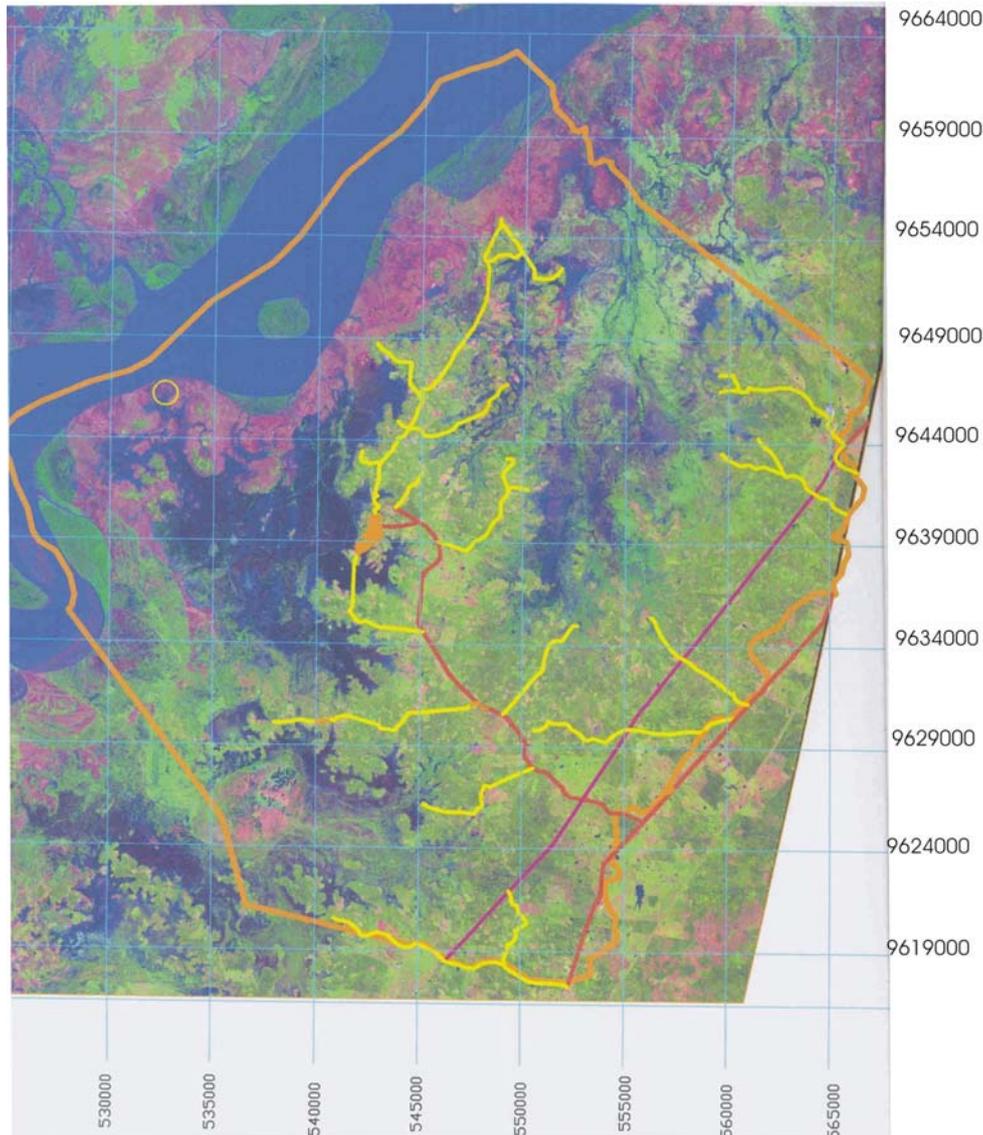


Figura 04: Roteiro de pesquisas de campo no município de Anajatuba, com finalidade de mapeamento com GPS Topográfico. Escala original: 1:200.000.
Fonte: Santos (2005).

Por conseguinte, as jornadas de campo foram compostas de quatro etapas, constando com o pesquisador, orientador da pesquisa e equipe de campo, composta por dois motociclistas (sendo um o guia e outro, operador de GPS Topográfico) e um motorista (responsável também pela instalação e operação do módulo-base do GPS Topográfico). A primeira seqüência de visitas decorreu-se entre 30 e 31/10/2005, com a presença do pesquisador, orientador e equipe de campo, com o início do mapeamento com GPS Topográfico e reconhecimento inicial das principais células paisagísticas de Anajatuba. Nessa etapa foram percorridos os tesos (porção central) e campos inundáveis; de 12 a 14/11/2005, com a presença da equipe de campo, que foi responsável pela captação de dados topográficos em áreas de terras firmes, tesos (porção SW); dos dias 01º a 03/12/2005, com a presença do pesquisador e da

equipe de campo, que se dedicaram ao reconhecimento de ecossistemas, bem como mapeamento complementar dos tesos e dos campos inundáveis e da medição da profundidade de poços, como estratégia complementar para a aferição do estoque mínimo de águas sub-superficiais disponíveis para abastecimento humano e manutenção de suas atividades (urbanas e rurais).

A última visita foi realizada entre os dias 08 e 09/04/2006, com apenas o pesquisador, para a medição de poços na média estação chuvosa, com a finalidade de verificar o comportamento de captação e estocagem hídrica nos ambientes de terra firme e nas proximidades de campos inundáveis anajatubenses. É importante destacar que houve o desenvolvimento de dez entrevistas livres (não-estruturadas) com informantes-chaves do município, sendo dois da sede, dois do povoado Bacabalzinho, dois do Troitá, dois do Graxixá e dois da localidade Moído. Ademais, em todas visitas foram feitas documentações fotográficas, usando câmera comum e digital, esta com resolução máxima de 8.3 Megapixels.

As expedições tiveram, por complemento, a finalidade de mapear Anajatuba por micro-topografia, estabelecendo pontos de controle e rotas com GPS topográfico em módulos operacionais *generic point* e *generic line*. O primeiro relaciona-se a uma base fixa que recebe e armazena dados dos satélites GPS e calibra aqueles captados pelo receptor móvel a fim de se processar, em gabinete, os dados adquiridos e transformá-los em modelos numéricos de terreno (MNT's). Entretanto, fez-se necessário utilizar dados referentes ao sistema SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), destacando-se a hipsometria local/regional, em que foram utilizados os softwares SPRING 4.3, para geração de grade numérica e isolinhas; e AUTOCAD® 2000, para a divisão de sistemas de drenagem, que são elementos cruciais para a elaboração do balanço hídrico por setores do município de Anajatuba.

Com a delimitação de micro-bacias hidrográficas, bem como a elaboração do balanço hídrico municipal, fez-se a comparação entre dois períodos distintos: um seco (de julho a dezembro) e outro chuvoso (de janeiro a junho). Essa atividade foi necessária para o reconhecimento da disponibilidade hídrica em Anajatuba, bem como de seus índices potenciais de uso sustentável para as atividades humanas. Esses atributos (índices) são embasados em indicadores climático-hidrológicos, como: precipitação, evaporação e evapotranspiração, escoamento superficial, carga afluente dos cursos ou reservatórios de águas (córregos, lagos e freático), bem como o consumo doméstico da água (COSTA et. al., 2005). Destarte, foi estabelecido um índice *per capita* de água disponível em períodos distintos do ano (seco e chuvoso), assim como o índice de tensão hídrica, baseados em Falkenmark e Widstre (1992 apud COSTA et. al., 2005).

De forma complementar e basilar, foram procedidas pesquisas bibliográficas temáticas em bibliotecas públicas (Biblioteca Central, Biblioteca do Laboratório de Hidrobiologia – LABOHIDRO – e Núcleo de Documentação e Pesquisa Geográfica – NDPEG – da Universidade Federal do Maranhão; Biblioteca da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA; e Biblioteca Pública Benedito Leite) e privadas, com o ensejo de obter referencial adequado para a realização do presente estudo. Esse passo foi complementado pela busca de informações, também, pela Internet, uma vez que havia a objetivo de revisar conceitos e estabelecer ou propor novas reflexões sobre a Baixada Maranhense e Anajatuba, em sentido estrito, cujo conhecimento específico ainda é bastante fragmentário. Por último, em gabinete, compilaram-se os dados obtidos em campo, fazendo um confronto teórico como os mesmos, para que se pudesse efetivar a redação final dos quesitos-mestres da pesquisa.

4 ZONEAMENTO AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE ANAJATUBA (MA): um mosaico de histórias e fatos compartilhados

Os primeiros estudos ambientais que evidenciaram o espaço total da Baixada Maranhense foram estabelecidos por Fernandes (1946) e Galvão (1955) que analisaram a realidade física, ecológica e socioeconômica daquela região, tomando por base a identificação das potencialidades naturais e bióticas. No entanto, ambas as fontes apresentam a ausência de confiabilidade metodológica atual, face aos incrementos tecnológicos e científicos contemporâneos desenvolvidos nos últimos 50 anos. Contudo esse fato não invalida a utilização de certos argumentos apresentados nesses trabalhos clássicos, o que é crucial para o enquadramento da área nas preocupações de cientistas desde meados do século passado.

Como já mencionado, em qualquer que seja o diagnóstico de potencialidades territoriais, há necessidades de reconhecimentos integrados dos elementos que compõem o *estrato ambiental*, dispostos em sua totalidade. Em uma proposta de Zoneamento Ambiental em nível municipal não poderia ser diferente. No entanto, a integralidade de conhecimentos, metodologicamente, somente se torna viável a partir da compartimentação específica dos conhecimentos adquiridos sobre aspectos físicos, ecológicos e humanos gerais e específicos, bem como do confronto dos mesmos com as pesquisas de campo.

Dessa maneira, foram estabelecidas análises dos elementos ambientais de Anajatuba (MA), bem como sua disposição espacial e temporal, a fim de se conceber a real

organização territorial do município, com propostas de reconhecimento das particularidades anajatubenses. Esse exercício subsidiou a realização de um diagnóstico (zoneamento ambiental) que pode sustentar técnica e cientificamente projeções de cenários de uso e ocupação dos diversos ambientes locais, vislumbrando condições adequadas de utilização racional dos mesmos, tendo em vista práticas econômicas sustentáveis com minimização dos danos ao meio, o que poderá gerar intervenções sobre os espaços físicos e ecológicos com o objetivo de melhorar as condições de vida da população local.

Na caracterização física, optou-se por uma análise dos aspectos geológicos, geomorfológicos, de incidência climática e de distribuição da água (balanço hídrico). Num segundo momento, embasado na Geoecologia – Ecogeografia, foram tecidas considerações acerca da distribuição dos ecossistemas presentes em Anajatuba.

Em último enquadramento, mas igualmente importante, foram analisados aspectos socioeconômicos municipais, atinando-se para a evolução populacional entre os anos de 1970 – 2000, com perspectivas de cenários futuros (até 2035), bem como foram distinguidos as principais atividades econômicas e o acesso da população a bens e serviços básicos que são fundamentais para a promoção de melhorias e qualidade e condições de vida, itens fundamentais para a promoção da dignidade humana.

4.1 Caracterização Física

O reconhecimento das características físicas de um determinado espaço é um exercício necessário para a análise das condições que sustentam as dinâmicas ecológicas e humanas. Nesse sentido,

[...] o conhecimento do quadro natural permite observar a acuidade do perigo de degradação, classificar unidades naturais em função de sua susceptibilidade. É uma operação preliminar indispensável sempre que se quiser lançar programas de conservação [...] (TRICART, 1976, p. 20).

Essa perspectiva conceito-pragmática é complementada por Coltrinari (2005), ao considerar que os elementos naturais e seus processos integrados devem ser analisados com elevado grau de detalhamento, uma vez que é fundamental o uso de reflexões voltadas para o reconhecimento das fragilidades físicas frente às mudanças ambientais, que envolve toda a *ecosfera* (junção de geossistemas e ecossistemas). É nesse sentido que se torna possível o

enquadramento dos sistemas ambientais numa perspectiva interagente, passível de verificação dos padrões de modificações, do local ao global. Portanto, “[...] primeiramente definimos as interdependências entre os diversos aspectos do meio natural. [...] Em seguida, examinamos o meio ambiente como sistema e estudamos sua estrutura [...]” (TRICART, 1975, p. 08).

Embora nesta pesquisa não se estabeleça o reconhecimento pormenorizado de todos os elementos que compõem o espaço físico da Baixada Maranhense – Anajatuba, foi elaborado um detalhamento sobre dois elementos naturais, que seguem uma história paleogeográfica: a *geologia*, que traz consigo análises de condições ambientais litoestruturais e de sua distribuição espacial; e a *geomorfologia*, que explica como se distribuem as formas de relevo, o que é importante para a projeção de cenários de disponibilidade e utilização de espaços para as atividades humanas, bem como para o estabelecimento de áreas destinadas à preservação e à conservação. A *pedologia* não entrou nessa abordagem pelo fato de se ter apenas dois tipos de solos dominantes, mas é brevemente abordada no item referente à Geologia. A distribuição dos recursos hídricos, bem como o balanço hídrico de Anajatuba, serão expostos no capítulo seguinte, pois são considerados, particularmente, como indicadores de sustentabilidade.

4.1.1 Geologia

O Zoneamento Costeiro do Estado do Maranhão – ZCEMA (MARANHÃO, 2003), ao divulgar conhecimentos relacionados aos aspectos geológicos do Golfão Maranhense em projeção cartográfica temática específica (em que se enquadra a totalidade do município de Anajatuba), faz menção a coberturas sedimentares referentes ao Cretáceo (*Formação Itapecuru*), ao Quaternário – Pleistoceno (com os *depósitos de areias adensadas com argilas e coberturas lateríticas*) e ao Quaternário – Holoceno (com os *depósitos flúvio-marinhos, depósitos de mangue e depósitos aluvionares*).

Entretanto, observações detalhadas *in loco* no município de Anajatuba proporcionaram um breve direcionamento para uma revisão das concepções geológicas recentemente divulgadas (MARANHÃO, 2003), em que se acrescentam conhecimentos relacionados a rochas expostas do Cráton São Luís, que evidentemente pela pontualização de seus afloramentos não são passíveis de mapeamento na escala daquele Diagnóstico Ambiental Regional, que tem base cartográfica de 1:100.000. Ao intervalo Cretáceo – Quaternário (Pleistoceno), se destacam depósitos arenosos e areno-argilosos (não necessariamente com

materiais concrecionados) correlacionáveis à Formação Barreiras, que é de idade Mio-Pliocênica (com gênese enquadrada entre 12 e 4 M.A., portanto período Terciário).

E aqui se instalou uma dúvida, que embora não seja do cerne da pesquisa, pode direcionar estudos e revisões posteriores: será Anajatuba ainda pertencente à Bacia do Maranhão – Piauí (ou Parnaíba), que advém do Paleozóico Médio, entre o Neossiluriano e o Eodevoniano (entre 410 – 400 M.A.)? Ou estaria enquadrada em um prolongamento interiorizado da Bacia Costeira de São Luís, que se originou no Cretáceo, com a abertura do Atlântico pela deriva continental – tectônica de placas?

Embora sejam necessários estudos direcionados de geotectônica subsidente, petrografia e litoestratigrafia, é importante destacar que é bem provável que seja pertencente esse espaço geológico à Bacia Costeira de São Luís, haja vista a existência dos afloramentos rochosos da Formação Itapecuru (Cretáceo) e do capeamento sedimentar de rochas do Barreiras (Terciário), cobertas por depósitos inconsolidados de idade pleisto-holocênica, o que pode conduzir a uma correlação analítica destes com a Formação Açuí, a qual é de idade quaternária. Isso representa deposicionalmente a coluna litoestratigráfica básica daquela morfoestrutura costeira cretácea (albiana).

A individualização das bacias do Maranhão – Piauí e Costeira de São Luís ocorreu a partir da Reativação Wealdeneana, com o conseqüente soerguimento epirogenético do Alto Estrutural Férrer – Urbano Santos¹⁵, e falhamentos sucessivos correlacionáveis (PETRI; FÚLFARO, 1983, p. 250). Os morros testemunhos de Anajatuba, que se dispõem em um lineamento tipicamente estrutural (falhas normais), são evidências da presença da divisão das duas bacias naquele município, prosseguindo em direção E – SE, até Miranda do Norte. A partir dos desnivelamentos desse arco estrutural se inserem as terras baixas alagáveis, voltadas para o Golfão. Reitera-se que essa compreensão é preliminar e necessita de pesquisas para que sejam

¹⁵ Para Petri e Fúlfaro (1983, p. 250), “[...] a Reativação Wealdeneana foi a responsável pelo estabelecimento do arcabouço estrutural das fossas tectônicas e bacias costeiras do Nordeste e do Leste do Brasil. A direção principal dos falhamentos de tração que caracterizam essas bacias [costeiras] é paralela aos alinhamentos estruturais do embasamento pré-cambriano, formados no Ciclo Brasileiro (500 – 600 milhões de anos) [...]”.

Ainda segundo os mesmos autores, “[...] o Arco Férrer – Urbano Santos e seu prolongamento para o Marajó (Arco de Guamá) e para a Bacia Potiguar foi particularmente ativo neste intervalo de tempo [Neoptiano – Santoniano], condicionando a sedimentação nas bacias marginais do Norte. [...] O arqueamento inicial da estrutura Férrer – Urbano Santos teria tido início no intervalo neocomaniano – mesoptiano, criando condições para o aparecimento das bacias cretáceas, exceto a de São Luís. [...] A parte ocidental do Arco Férrer – Urbano Santos foi esfacelada no Turoniano – Santoniano, e a região elevada de São Luís [...] foi rebaixada por falhamentos em degraus [...]. Nasceu a Bacia de São Luís, depocentro da Formação Itapecuru [...]” (PETRI; FÚLFARO, 1983, p. 292-293).

Observa-se, pois, que a morfogênese daquele lineamento geomórfico-estrutural foi condicionado à fase da seqüência de rifteamento pelo qual passou toda faixa pré-atlântica brasileira, em momentos de separação das duas grandes placas tectônicas (Sul-americana e Africana). É importante destacar que essa morfoestrutura sofreu reativações neotectônicas durante o Mio-Pleistoceno, configurando as paisagens atuais (DIAS et. al., 2005).

estabelecidas revisões dos modelos conceituais geofísicos e geotectônicos dos ambientes geoestruturais do Norte Maranhense.

O Norte Maranhense (onde se situam o Golfão e a Baixada Maranhense e, dentro desta, o município de Anajatuba) possui características genéticas muito marcantes, com rochas aflorantes de idades heterogêneas (conforme já mencionado), em que pesa uma geologia histórica bastante peculiar, com episódios geotectônicos e de configuração de ambientes e materiais deposicionais distintos, além de flutuações eustáticas proeminentes decorridas em especial nos últimos 120.000 A.P..

O embasamento geoestrutural da área em questão é formado por rochas de idade Arqueana (mais de 2,0 B.A.), destacando-se a presença de rochas graníticas, grabos, dioritos (de origem plutônica) e anfibolitos (de natureza metamórfica), com cores fortes, escuros, do cinza ao esverdeado, com manchas róseas, pretas e brancas (MARANHÃO, 1998, p. 14). Tal embasamento é reconhecido, também, pela denominação Cráton de São Luís. No município de Anajatuba, granitos cinza-escuros afloram nas “ilhas”¹⁶ de Graxixá, do Alegre e de Juçatuba, as três em sentido WNW com relação à sede.

Os depósitos fanerozóicos de idade mesozóica são bem representados pela Formação Itapecuru, de idade Cretácea, com afloramento de arenitos finos, arenitos argilosos, siltitos e folhelhos. As idades dos depósitos da Formação Itapecuru variam de 100 a 95 M.A. (época: Albiano). Embora seja uma formação geológica fossilífera, superficialmente em Anajatuba não é observada a presença de compostos rochosos biogênicos, como fósseis das megafaunas ictiana e reptiliana mesozóicas, as quais são bem preservadas em outras áreas do estado em que há afloramento desse pacote sedimentar, haja vista São Luís, São José de Ribamar, Alcântara e Itapecuru-Mirim (este que, por sinal, faz limite com Anajatuba a Leste).

Assim, indica-se que é necessário o desenvolvimento de pesquisas paleontológicas, em especial nas bases dos morros testemunhos de Anajatuba, como o de Rosarinho, bem como nos povoados de Juçatuba, Quebra, Alegre e nas “ilhas” de vegetação densa e mista, próximas a Graxixá, onde se encontram patamares de cimeira com o afloramento, mesmo em vertentes (Figura 05), deste conjunto de fácies litológicas bastante laterizadas.

¹⁶ Sobre essa concepção (“ilhas”), há que se evidenciar que ela é uma denominação toponímica local. P.ex.: Ilha de Juçatuba, Ilha do Graxixá, Ilha do Alegre, Ilha do Melão. É uma denominação interessante, embora não seja tecnicamente precisa, pois enquadra ambientes físico-ecológicos que não estão necessariamente isolados por águas das “terras firmes” adjacentes. O fato é que o termo “ilha” passa a ter uma conotação paisagística crucial se for associada à presença de formações vegetais *sui generis*, em se tratando do espaço total anajatubense, configurando verdadeiro *enclaves florestais*, inclusive abrigando espécies dos domínios das caatingas, cerrados e florestas tropicais amazônicas. Estão dispostas entre os tesos e os campos inundáveis do município.



Figura 05: Formação Itapecuru aflorante em Graxixá (Anajatuba), nas proximidades do setor dos tesos regionais e da Baía de São Marcos. Data: 31/10/2005.

Fonte: Registros de Pesquisa.

Nos morros testemunhos (Figura 06), bem como na porção de Anajatuba situada além-estrada de Ferro Carajás – São Luís, nas direções E e SE desse ponto de referência, indo em direção aos municípios de Itapecuru-Mirim e Miranda (BR-135), são encontradas colinas suavemente esculpidas sobre rochas areno-argilosas, mal-consolidadas e bastante friáveis. No primeiro ponto, encontra-se o pacote sedimentar aflorante. Já no segundo, há alguns pontos de afloramento em pontos isolados da ferrovia supracitada; no restante do espaço em que ocorrem, esses estratos rochosos não são aflorantes. É de se notar que a presença de rochas areníticas (arenitos finos), seguidas por argilitos e arenitos argilosos pode ser correlacionável com a Formação Barreiras, que se estende, ao nível de Brasil, do Amapá ao Rio de Janeiro, e tem na Costa Norte Brasileira ramificações significativas “continente adentro”, caso este que pode ser correlacionável ao município de Anajatuba. Destacam-se, ainda, arenitos profundamente intemperizados, pintalgados de caulim, provavelmente originários em fase de climas úmidos do Quaternário.



Figura 06: Arenitos argilosos correlacionáveis à Formação Barreiras, em processo de intemperização / erosão, aceleradas por desmatamento. Morro de Rosarinho (Anajatuba – MA). Data: 08/04/2006.

Fonte: Registros da pesquisa.

Os sedimentos quaternários, adaptando informações apresentadas por Maranhão (2003), podem ser divididos em depósitos pleistocênicos e coberturas holocênicas, ambos configurando ambientes transicionais flúvio-marinhos, lateríticos e colúvio-aluvionares, que são correlacionáveis a intensas variações climático-hidrológicas e glácio-eustáticas, principalmente dos movimentos transgressivos – regressivos dos últimos 120.000 A.P. (conforme já mencionado), os quais foram responsáveis por intensos retrabalhamentos dos depósitos superficiais, em especial de domínios ambientais de trópicos úmidos (BIGARELLA et. al., 1975; PETRI; FÚLFARO, 1983). Nota-se, ainda, que há uma colmatagem continuada pela deposição transcorrida em planícies de nível de base regional (campos inundáveis).

De forma complementar, as principais coberturas pedológicas presentes em Anajatuba são os *plintossolos*, com características tipicamente argilosas; possuem baixa percolabilidade, drenagem irregular e são, por esse motivo, sujeitos ao encharcamento durante os períodos chuvosos. Estão presentes em campos inundáveis e tesos (MARANHÃO, 2003). Embora sejam os solos dominantes no município em tela, nos tesos apresenta-se com o horizonte superficial arenoso, na forma de depósitos arenosos indiscriminados, com profundidades variáveis (de poucos centímetros a 5,5 metros) e horizontes plínticos imediatamente adjacentes. Os *latossolos*, presentes em morros testemunhos e ilhas, são bastante pontuais. Possuem

concreções areníticas ferruginosas do tipo limonita e são intercalados com domínios de *plintossolos concrecionários*. Também são encontrados *solos indiscriminados de manguezais* (ou substratos de manguezais), com visível prolongamento sobre a porção externa dos tesos de Anajatuba, em especial nas localidades Graxixá e Troitá; e *gleissolos*, que ocupam áreas tipicamente alagáveis.

4.1.2 Geomorfologia

A configuração geomorfológica é uma das parcelas mais notáveis do *espaço total regional*, devendo ser compreendida em função, ao primeiro momento, de sua estruturação litoestratigráfica (conforme os ambientes geológicos onde são encontradas tais formações); e em um segundo momento, de suas porções superficiais, representadas pelas variações pedológicas, coberturas vegetais, condicionantes (elementos) de tempo e clima, hidrografia e distribuição de vertentes e seus respectivos canais de escoamento, áreas de estocagem hídrica, além das antropogêneses.

Estas (as antropogêneses), por seu turno, são compreendidas como os processos de modelagem da superfície da Terra em que pesam as forçantes (condicionantes) das ações humanas como indutoras das mudanças ao longo da estrutura superficial da paisagem (DIAS, 2004). Dessa maneira, as transformações ambientais físicas e ecológicas estão relacionadas à disponibilidade de tecnologias viáveis para a apropriação (ou criação) de novos espaços, quanto pelo desejo de ocupar novas áreas (DIAS et. al., 2005; DIAS, 2006), a fim de se estabelecer novos elementos a serem enquadrados em índices econômicos (valores) de uso e troca de terra ou solo¹⁷ (CASSETI, 1995).

Para Muehe (2002, p. 191), a evolução morfodinâmica é

[...]geralmente o resultado de uma longa interação entre tectonismo, litologia e clima, [e] pressupõe, para sua compreensão, a reconstituição paleogeográfica da área considerada. A compreensão desta evolução pode, muitas vezes, fornecer importantes indicações para a inferência da evolução futura, ou para melhor avaliar a representatividade de uma tendência evolutiva, observada num curto espaço de tempo [...].

Portanto, é importante na compreensão dos fatos geomorfológicos, que sejam analisadas as interações entre os elementos endógenos e exógenos, com a finalidade de se

¹⁷ Geograficamente, *terra* se relaciona a espaços ocupados em áreas rurais e *solo* àqueles utilizados, usufruídos ou ocupados em áreas urbanas (DIAS, 2004).

analisar as tendências evolutivas das geoformas. Nesse sentido, Ross (2003, p. 26-27) ressalta que os conceitos que melhor fazem compreender o modelado terrestre são os de morfoestrutura e morfoescultura.

O primeiro diz respeito à estrutura mórfica e geológica do terreno, geralmente referenciando-se a embasamentos estruturais (cristalinos e/ou sedimentares). As plataformas, as cadeias orogênicas (sejam os maciços antigos ou modernos) e as bacias sedimentares (ou seja, áreas de diferentes idades e composições litoestratigráficas) são classificadas como exemplos bem práticos de *domínios geológicos* (ROSS, 2003). Portanto, nessa perspectiva é impossível estudar o modelado da superfície da Terra sem que haja uma inter-relação conceito-pragmática entre os fatos geomorfológicos e as ações geológicas (morfoestrutura) e climáticas nele atuantes (morfoescultura).

Ross (2001, p. 33-35) destaca que a Terra, geológica e geomorfológicamente, pode ser dividida em vários domínios, denominados de “macroformas estruturais”¹⁸. Ab’Sáber (2001a) ressalta a necessidade da orientação de estudos integrados à compreensão do que convencionou denominar de *megageomorfologia* do território brasileiro¹⁹, os quais possuem a finalidade de reconhecimento integrado dos caracteres intrínsecos do modelado terrestre em determinadas porções territoriais, sejam elas de pequenas, médias ou grandes extensões territoriais.

Esse direcionamento metodológico (o da megageomorfologia) é absolutamente importante para o planejamento territorial e deve ser enquadrado na aplicação de instrumentos técnico-científicos como os Zoneamentos Ambientais. Outrossim, ao passo que são conhecidos os fatos geomorfológicos estruturais e esculturais em escalas mais contingentes, fazem-se necessários desenvolvimentos de estudos sobre as realidades regionais (mesoescalares), haja vista o caso da Baixada Maranhense, uma célula espacial que abrange quase 10% do território do Maranhão.

Às macroformas estruturais se associam os aspectos esculturais do relevo (a *morfoescultura*), ou seja, à “disposição” que determinada região (ou província geológica, em

¹⁸ A divisão da Terra em vários domínios está condicionada às características litoestratigráficas dispostas em unidades territoriais homogêneas.

¹⁹ Para Ab’Sáber (2001a, p. 71), “[...] no caso específico da expressão megageomorfologia existe, acima de tudo, a oportunidade de exercitar a transdisciplinaridade, por meio de uma preocupação de integrar conhecimentos disponíveis de ordem macrorregional, regional ou sub-regional significantes. Trata-se de sintetizar, seletiva e hierarquicamente, os fatos essenciais da geomorfologia de grandes extensões territoriais, com ênfase em áreas de primeira ordem de grandeza espacial. No entanto, como a geomorfologia de um país, por menor que ele seja, depende de vastos envoltórios, é possível realizar estudos megageomorfológicos centrados em espaços territoriais aparentemente de pequena extensão. Mesmo porque para bem conduzir estudos geológicos e geomorfológicos não é possível cingir-se a espaços administrativos nacionais ou provinciais [...]”.

função de suas formações e configurações litológicas) tem de ser modelada conforme os domínios climáticos locais ou regionais, gerando formas diferenciadas, em heterogêneas áreas de cobertura climática, isto, obviamente, através do tempo geológico (AB'SÁBER, 1971; BIGARELLA et. al., 2003). O conceito de domínios morfoclimáticos dá ênfase maior a essa concepção analítica, a morfoescultura, já que este trabalha a ação do clima sobre o relevo, seu processo de desgaste, intemperização, erosão e deposição sedimentar. Em outros termos,

[...] o conceito de morfoescultura volta-se, portanto, às feições do relevo produzidas na terra pela ação dos climas atuais e pretéritos e que deixam marcas na superfície do terreno, específicas de cada processo dominante. [...] Isso significa que sobre uma determinada morfoestrutura pode-se encontrar uma ou mais unidades morfoesculturais, ou, ao contrário, em duas ou mais unidades morfoestruturais pode-se encontrar apenas uma unidade morfoescultural [...] (ROSS, 2003, p. 40).

O processo de *morfodinâmica* (dinâmica do modelado geomorfológico) de paisagens em função de denudações de terrenos e seus conseqüentes processos de *morfogênese* (origem das formas) e *pedogênese* (origem de tipos diferenciados de solos) tendem a ser mais significativos em regiões intertropicais, principalmente úmidas e superúmidas. Contudo, deve-se ressaltar que, para efeitos de uma abordagem compreensiva e integral sobre o modelado em domínios climáticos diferenciados, é imperativa a concatenação analítica de elementos morfoesculturais e morfoestruturais.

4.1.2.1 Classificações do Relevo do Setor Central do Norte Maranhense e de Anajatuba

Seguindo a classificação dos domínios morfoclimáticos brasileiros de Ab'Sáber (1971; 2003), o Norte Maranhense, *lato sensu*, e Anajatuba, *stricto sensu*, estão inseridos dentro de um conjunto de áreas de transição entre os Domínios: *Amazônico* (ou das Terras Baixas Florestadas Equatoriais), dos *Cerrados* e das *Caatingas*. Tomando por base a Classificação do Relevo Brasileiro de Ab'Sáber (1972), a região e o município supramencionados têm suas áreas associadas ao relevo das planícies pleistocênicas–holocênicas. Essa taxonomia é interessante, mas não corresponde necessariamente ao conjunto de paisagens geomorfológicas heterogêneas e complementares que se estabelecem regionalmente e localmente, uma vez que essa concepção restringe-se a apenas o enquadramento do espaço total a extensivas planícies de nível de base, ou seja, ambientes de colmatagem típicos, sem grande diversidade morfológica, o que não corresponde à realidade estudada.

Com base na classificação de Ross (2001), a totalidade do *locus* de pesquisa está situada no conjunto dos tabuleiros e planícies litorâneos. Ross (2006), ao revisar essas concepções, enquadrou taxonomicamente a área referente ao Norte Maranhense (Golfão e Baixada e dentro desta, Anajatuba) às planícies marinhas e/ou fluviais. Ambas as propostas, embora bastante atuais, não enquadram as problemáticas atinentes à geomorfologia estritamente regional/local.

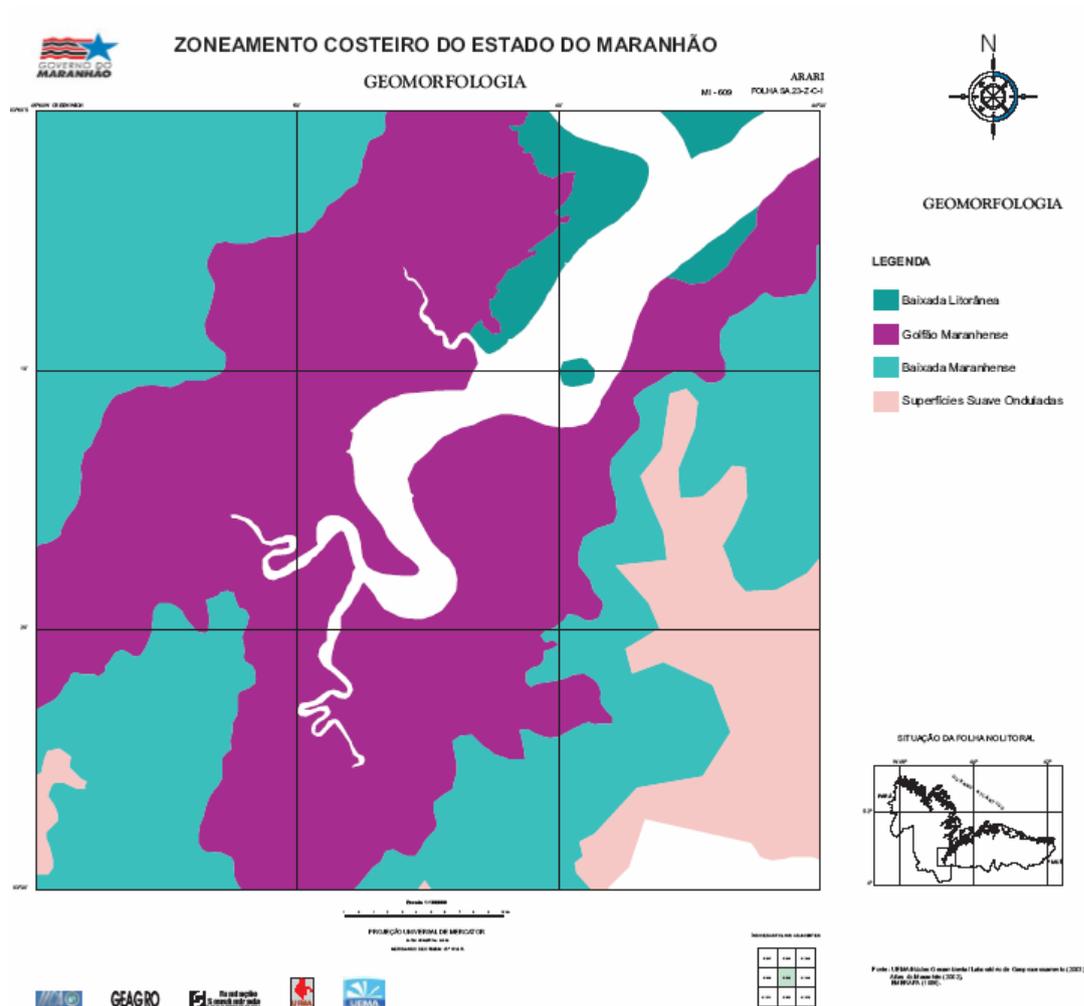
A classificação do IBGE (1993) traz consigo uma interpretação analítica complementar, aqui julgada como a mais próxima da realidade estudada. Embora não contemple conceitualmente a complexidade das paisagens geomorfológicas locais e regionais, tal proposta divide as paisagens geomorfológicas do espaço em questão em planícies litorâneas flúvio-marinhas, marinhas e flúvio-lacustres e tabuleiros maranhenses da Bacia Sedimentar do Meio-Norte, com coberturas sedimentares inconsolidadas Plio-pleistocênicas.

Ora, de fato são observáveis acumulações sedimentares flúvio-marinhas em tesos e nas vasas de manguezais, bem como sedimentação flúvio-lacustre nos campos inundáveis e camadas de sedimentos intemperizados/laterizados na abrangência espacial da Formação Barreiras. No entanto, considera-se que a denominação *litorânea* aqui se encontra deslocada do contexto dessa pesquisa, uma vez que já se estabeleceu a diferença, no contexto maranhense, entre costa e litoral, sendo a primeira uma zona interagente de elementos e fluxos de energia provenientes dos contatos entre hidrosfera (mar), litosfera (porções emersas da superfície da Terra) e atmosfera, de influências múltiplas e mútuas entre áreas emersas e o oceano, configurando uma *zona* ambientalmente específica; e a segunda, o litoral²⁰, é apenas a “linha de contato” entre as terras emersas e imersas.

Prosseguindo em termos de classificação, recentemente Maranhão (2003) enquadrou na Carta Arari (MI 609 – Folha SA-Z-C-I – Carta 01), que engloba os municípios de Arari, Anajatuba e partes de Viana, Miranda do Norte, Itapecuru Mirim e Santa Rita, a seguinte classificação: *Baixada Litorânea*, correspondente às planícies de maré lamosa (vasas de manguezais); *Golfão Maranhense*, que engloba áreas adjacentes à Baía de São Marcos, de natureza flúvio-marinhas, abrangendo tesos e campos inundáveis (lagos temporários); *Baixada Maranhense*, aglutinando, também, as terras baixas regionais, com cotas altimétricas iguais ou

²⁰ Cabe uma breve consideração: geomorfologicamente, enquadrar-se-á, para efeitos analíticos, *zona litorânea* como todas e quaisquer porções dentro da zona costeira situadas entre a altitude de 4 metros acima do nível máximo das preamares, cota referente à média brasileira, que é de 4,00 metros (SUGUIO, 2003), e o limite do infra-litoral, que é variável, mas que pode ser estabelecido localmente no mesmo patamar (profundidade de 4,00 metros), haja vista ser esta a profundidade de ruptura da morfologia submersa adjacente ao paleocanal do Rio Mearim. Nesse caso, os tesos anajatubenses, bem como os campos inundáveis podem ser enquadrados dentro da zona litorânea, por terem altitudes inferiores a esse patamar.

inferiores a 15 metros; e *Superfícies Suaves-Onduladas*, correlacionáveis às áreas mais elevadas, com morros testemunhos e coberturas sedimentares terciárias.



Carta 01: Geomorfologia da Folha SA.23-Z-C-I. Escala original – 1:100.000.
Fonte: Maranhão (2003).

Essa classificação, no entanto, é passível de discussões, uma vez que se confunde, à primeira vista, *Golfão* com *Baixada* e uma coisa deve estar bem definida para efeitos analíticos de síntese: a segunda é uma ramificação geológico-geomorfológica do primeiro (AB’SÁBER, 1960; DIAS et. al., 2005; DIAS, 2006), o que implica numa impossibilidade conceitual de desmembramento destas unidades. Em Anajatuba isso se torna bem real associada a um não conhecimento expressivo da configuração geológico-geomorfológica da Baixada e do Golfão, embora se tenham elaborado sínteses analíticas desta célula espacial (AB’SÁBER, 1960; 1987), mas que carecerem de revisões teórico-conceituais aplicáveis ao espaço total em questão e de mapeamentos extensivos.

4.1.2.2 Estrutura, geofomas e processos geomorfológicos

Em termos de Geomorfologia Estrutural, Penha (2001) afirma que, num primeiro momento, é necessário discernir conceitualmente *faixa móvel*, *cráton*, *escudo* e *plataforma*. Primeiramente, *faixa móvel* é toda e qualquer região, longa e, *pró-parte*, estreitada, que sofreu (ou continua a sofrer) atividades tectônicas significativas, o que leva a afirmar que o Brasil (*lato sensu*) e a Baixada Maranhense e Anajatuba (*stricto sensu*) não se encontram sobre esse tipo de estrutura, pois a morfologia típica é de terrenos extensivamente rebaixados, que formam planícies de nível de base regional. O modelado predominante nos relevos dessa estrutura são as formações montanhosas, dispostas em sistemas de cordilheiras.

Os *crátons* são áreas antigas, compostas de rochas preferencialmente plutônicas e/ou metamórficas, em que seus terrenos são tectonicamente estáveis, em fases de longa duração (entre 600 M.A. e 1 – 2 B.A.). Segundo Almeida (1972) e Penha (2001, p. 66), embora existam, no Brasil, *crátons* de dimensões sub-continentais da ordem de pouco mais de $1,5 \times 10^6 \text{ km}^2$, como é o caso do Cráton Amazônico, existem áreas cratônicas menores, dentre as quais se destaca o Cráton de São Luís, no Norte do estado do Maranhão, que aflora, de forma restrita, em território anajatubense. Os *escudos*, geologicamente, são todas e quaisquer porções de *crátons* aflorantes de expressão regional, seja em superfícies emersas ou imersas. E, por fim, *plataformas* são partes de *crátons* recobertas por depósitos fanerozóicos, em que foram desenvolvidas morfogêneses de patamares diferenciados, em especial durante os últimos 140 milhões de anos.

No caso do Norte Maranhense (Setor Golfão e Baixada Maranhenses), em especial Anajatuba, há evidências de reativações de estruturas geotectônicas cretáceas (falhas normais) durante o intervalo Plio-Pleistoceno (indícios de Neotectônica), uma vez que há lineamentos estruturais que são acompanhados pela seqüência de morros testemunhos da porção SSO – SSE – E – NNE – NE – ENE, configurando um sistema típico de falhas normais, com escarpas em processo de recuo por efeitos erosivos laminares remontantes, de maneira muito similar àquele traçado por Machado e Silva (2003, p. 413), configurando ravinas em estágio acelerado (Figura 07).

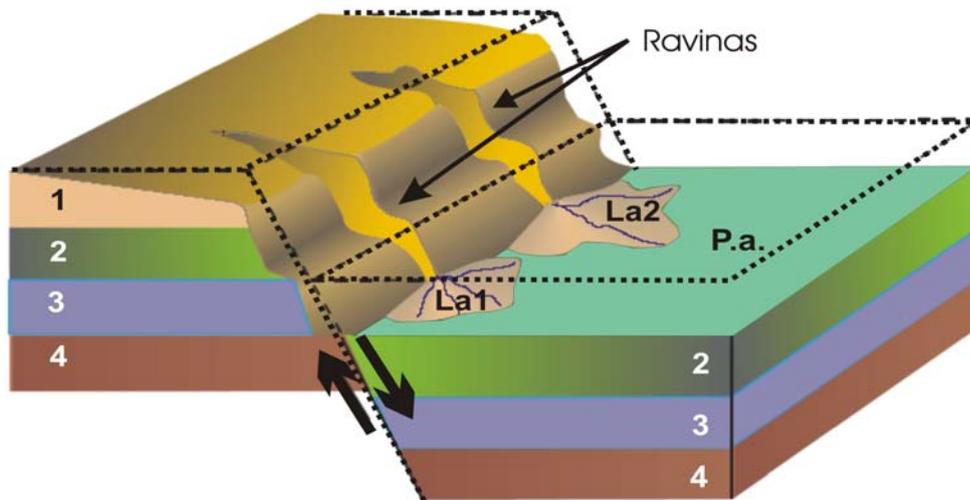


Figura 07: Perfil esquemático de processo de recuo de escarpas de falha submetidas a climas úmidos. Note-se: 1) depósitos quaternários (acumulação de sedimentos *in situ*); 2) formações terciárias (localmente: Formação Barreiras); 3) rochas de idade cretácea (localmente: Formação Itapecuru); 4) rochas arqueanas (localmente: Cráton São Luís); La1 e La2 correspondem aos leques aluvionais; P.a. indica área de coalescência de sedimentos ou Planície aluvional, que, localmente, está sujeita a inundações periódicos.

Fonte: Adaptações elaboradas para efeitos deste trabalho a partir de figura básica de Machado e Silva (2003, p. 413).

Com a separação das placas Sul-Americana e Africana no Cretáceo Inferior (aproximadamente há 135 M.A.), houve a formação de altos estruturais em toda a faixa pré-atlântica brasileira, que foram responsáveis pela morfogênese das bacias costeiras, individualizando-as de outros ambientes geoestruturais (PETRI; FÚLFARO, 1983). No Maranhão, especialmente, encontram-se ambientes deposicionais dessa época, como as Bacias de São Luís (onde se encontram o Golfão e a Baixada Maranhenses e é do tipo *rift*) e a de Barreirinhas, sendo a primeira muito similar, deposicionalmente, da Bacia do Maranhão – Piauí (destacam-se os arenitos, siltitos e folhelhos da Formação Itapecuru). Ambas foram separadas da bacia fanerozóica mencionada pela morfogênese do Arco Férrer – Urbano Santos (que possui extensão SSE – E – NNE – NE - ENE) e pelo Horst de Rosário (extensão NNE – NE).

Durante o Terciário, entre as épocas Mioceno e Plioceno houve a conformação dos sedimentos Barreiras, em épocas mais quentes que os tempos atuais, caracterizada por ambientes deposicionais continentais e/ou transicionais (MARANHÃO, 1998). Com materiais constituintes mal-selecionados e mal-consolidados, a Formação Barreiras na Bacia Costeira de São Luís é possuidora de excelentes *áreas de recarga de aquíferos*.

Todas as paisagens litorâneas e costeiras observadas no Golfão e Baixada Maranhenses, em que se enquadra Anajatuba, datam do Quaternário Superior (Pleistoceno Terminal – Holoceno), tempo esse em que foram desenvolvidas naturalmente variações

consideravelmente abruptas de configuração geomorfológica, já que o nível dos mares no último episódio transgressivo (associado à Transgressão Flandriana) se elevou de aproximadamente – 100 metros (com relação ao nível de base atual) a + 3,5 metros (isto entre 12.700 e 6.000 anos A.P.), como já relatado.

Esse fato foi o principal responsável pela (re)configuração das unidades paisagísticas regionais, individualização morfogenética do Golfão Maranhense e Baixada, caracterizando o primeiro como um vasto e complexo sistema ambiental estuarino de notável hidrodinâmica regional, com amplitudes chegando a alcançar, em média, 6,2 metros (podendo, episodicamente, atingir em alguns pontos a mais de 8,00 metros). Houve, ainda, nesse tempo o surgimento de faixas de restingas e campos de dunas, configurando processos de agradação da linha de costa pelo acúmulo sedimentar, fato responsável, por exemplo, pela morfogênese da Ilha de Curupu, situada no município de Raposa, ao Norte da Ilha do Maranhão (DIAS; NOGUEIRA JÚNIOR, 2005; DIAS et. al., 2006), sendo que as campos de dunas não são encontrados em Anajatuba, por razões de mudanças dos ambientes deposicionais e da natureza dos sedimentos disponíveis, que tendem mais para as areias finas, em pequena quantidade, e siltes e argilas, extensivamente.

Ocorreu, ainda nesse período, o afogamento de vales dos cursos inferiores de rios nas proximidades de seus estuários (construindo verdadeiros vales de afogamento ou *rias*) e a configuração da faixa litorânea do Golfão Maranhense, do arquipélago a ele associado, além dos contornos da faixa costeira que destacam múltiplas interações físicas, ecológicas e humanas da Baixada Maranhense, com seus mosaicos de paisagem diferenciados (entre 5.500 anos e 2.500 anos A.P.).

As principais feições morfológicas anajatubenses originadas nesse intervalo temporal são: igarapés; acúmulo de rochas em declives abruptos e rochosos (depósitos de tálus); planícies de maré lamosa (vasas de manguezais) e arenosa (tesos); tabuleiros sedimentares com colinas dissecadas; lagos temporários e permanentes; “furos”, ou, segundo a denominação local, sangradouros (zonas de contato entre lagos e rios), que em Anajatuba correspondem aos canais de drenagem dos campos inundáveis que escoam em direção ao médio estuário do Mearim; superfícies colúvio-aluvionares; matas de várzea, de igapó e de terras firmes.

As terras firmes, que são geomorfologicamente expressas na paisagem pelos morros testemunhos, estão recobertas ora por vegetação latifoliada arbórea, com redutos de cactáceas e espécies relictuais de cerrados; ora babaçuais extensivos, gerados tanto por resistasia antropogenética (antroporresistasia) das matas amazônicas pré-existentes pautadas pelos ciclos econômicos do algodão e do gado (século XVIII aos primórdios do XX), quanto pela retração do

Holoceno Médio (6.000 – 5.000 A.P.) de florestas tropicais pré-estendidas (DIAS, 2006). Dentre outras paisagens ecológicas, podem ser citadas, ainda, as “matas de proteção de margens”²¹. Ante o exposto, pode-se verificar que houve uma alteração generalizada dos caracteres paisagísticos no decorrer do Holoceno.

Por conseguinte, a Baixada Maranhense, durante as flutuações glácio-eustáticas quaternárias, foi palco de sedimentações diferenciadas, ora de natureza marinha (plataforma continental rasa), ora flúvio-lacustre, ora flúvio-marinha; a distribuição dos ambientes deposicionais variou conforme a paleo-topografia das depressões relativas regionais, que, na atualidade, acumulam as águas plúvio-fluviais originárias dos morros testemunhos e de superfícies medianamente elevadas das escarpas de tabuleiros costeiros (pré-litorâneos) maranhenses.

Esse mosaico de fatos complementa-se com a inserção do elemento *homem*, que, em virtude de suas necessidades e demandas por recursos de/para sua subsistência, alterou as dinâmicas de paisagem (DIAS, 2006), especialmente depois do século XIX. Com a retirada da cobertura vegetal de superfícies de cimeira, como os morros testemunhos, houve a aceleração de fluxos superficiais e deposição do material erodido em espaços dominados por sedimentação mais lenta e gradual. Além disso, os campos inundáveis tendem a um processo de colmatagem mais rápido, tendo em vista as antropogêneses.

Ross (2000, p. 291) afirma que “[...] os sistemas ambientais naturais, face às intervenções humanas, apresentam maior ou menor fragilidade em função de suas características genéticas [...]”. Em outras palavras, quanto maiores forem as intervenções humanas (em termos de intensidade, magnitude e frequência) sobre um ambiente, os mesmos terão respostas distintas às alterações impostas, o que pode vir a levar a maiores possibilidades de desenvolvimento de danos ambientais. Portanto, a Geomorfologia tem um caráter de integração (interface) entre os vários elementos que constituem o espaço, estando atrelada à questão ambiental, se importando, então, com o papel das análises inter e transdisciplinares intrínsecas a várias ciências contemporâneas, em que se destaca as Geociências (FERREIRA; DIAS, 2002).

4.1.2.3 Síntese de conhecimentos e proposta de classificação geomorfológica para Anajatuba

²¹ Preferiu-se o termo “matas de proteção de margens” em virtude da função geológico-geomorfológica das formações vegetais ao longo de cursos d’água, independente de sua extensão linear e marginal, bem como das espécies existentes, que protegem os ambientes límnicos do assoreamento causado pelo transporte de sedimentos para o canal fluvial. Ademais, esse termo sana a confusão conceitual e prática estabelecida entre as denominações “mata ciliar” e “mata galeria”.

Em síntese, com base nas informações expostas, foi estabelecida uma proposta de classificação geomorfológica regional/local, já que ela é considerada fundamental para o planejamento territorial, necessitando ser concebida segundo uma perspectiva de clareza e objetividade. Destarte, optou-se por elaborar uma caracterização temática (Quadro 01) que mais bem evidenciasse o cruzamento entre a Geologia e a Geomorfologia de Anajatuba.

De forma explicativa, foram contemplados os seguintes eixos temáticos (sínteses conceituais estabelecidas de qualitativamente):

- a) a *Geologia*, no que tange à configuração sedimentar e/ou cristalina do terreno, considerando aspectos gerais relativos a ambientes de sedimentação, com idades diferentes e áreas de rochas intrusivas;
- b) o *Enquadramento Geológico-Geomorfológico Macrorregional*, relacionado à província geológica à qual se circunscreve o *locus* de pesquisa, baseando-se em Almeida (1967 *apud* PIRES, 2001) e Saadi et. al. (2005), que é a Plataforma Brasileira;
- c) o *Enquadramento Geológico-Geomorfológico Mesorregional*, que destaca a qual unidade geológica regional se encaixa certa feição paisagística, atentando para as classificações estrutural e de aspectos gerais estabelecidos pelo RADAMBRASIL (BARBOSA; PINTO, 1973) e no Mapa Geomorfológico do Estado do Maranhão (MARANHÃO, 2002).

ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICO MACRORREGIONAL	GEOLOGIA	ENQUADRAMENTO GEOMORFOLÓGICO MESORREGIONAL	ENQUADRAMENTO GEOMORFOLÓGICO LOCAL
PLATAFORMA BRASILEIRA	Depósitos inconsolidados (Holoceno)	Bacia Costeira de São Luís: Golfão Maranhense (Planícies marinhas do Golfão Maranhense) Baixada Maranhense (Superfície sublitorânea de Bacabal)	Planícies de origem marinha: <ul style="list-style-type: none"> ➤ acumulações arenosas (tesos); ➤ acumulações de vasas lodosas (manguezais); Planícies de origem flúvio-marinhas: <ul style="list-style-type: none"> ➤ planícies de nível de base regional; Leques aluvionais;

Depósitos inconsolidados (Pleistoceno)	Baixada Maranhense	Terraços arenosos flúvio-marinhos;
Formação Barreiras (Terciário)	Superfície Maranhense com Testemunhos	Morros testemunhos: > modelado de dissecação em ravinas, com aprofundamento fraco das incisões; > escarpa de falha Superfícies colúvio-aluvionares semi-onduladas
Formação Itapecuru (Cretáceo)	Golfão Maranhense	Morros testemunhos;
Rochas cristalinas (Arqueano)	Cráton São Luís: Golfão Maranhense	Morros testemunhos; <i>Inselbergs.</i>

Quadro 01: Proposta de Classificação das Paisagens Geomorfológicas de Anajatuba (MA).

No que tange às denominações dessa proposta taxonômica, foram contemplados:

a) Bacia Costeira de São Luís, que é a unidade sedimentar principal, com ambientes deposicionais distintos, e que sofreu intensos processos relacionados tanto à neotectônica plio-pleistocênica, quanto por variações quaternárias sucessivas do NRM (AB’SÁBER, 1960; DIAS, 2006). Divide-se em dois seguimentos:

1. *Golfão Maranhense* (ou *Planícies flúvio-marinhas do Golfão Maranhense*), que configuram um mesocompartimento de articulação costeira maranhense de transição paisagística entre as Reentrâncias Maranhenses (a Oeste deste) e os Compartimentos Costeiros de Feições Predominantemente Arenosas (Costa em Dunas, a Leste) e é de origem glácio-eustática, com associações estruturais associadas à neotectônica plio-pleistocênica (AB’SÁBER, 1960; DIAS et. al., 2005);
2. *Baixada Maranhense* ou *Superfície Sublitorânea de Bacabal*, conforme taxonomia de Barbosa e Pinto (1973), que configura uma região contígua ao Golfão Maranhense, de posição interiorizada e geomorfológicamente sujeita a inundações periódicas, configurando um complexo de planícies aluvionares (ou de nível de base).

b) Cráton São Luís, que aflora em áreas distintas do Golfão, em Anajatuba, e possui em sua litoestrutura rochas cristalinas (granitos, principalmente).

O *Enquadramento Geológico-Geomorfológico Local* apresenta objetivamente a descrição das feições de paisagem ao nível local, considerando-se a proposta de reconhecimento

de formas estabelecidas por Nunes et. al. (1995), em que se destacam as morfologias geradas por:

- a) Acumulação:** superfícies geomorfológicas em que são observados acamamentos sedimentares, configurando extensas planícies aluvionais, podendo ser:
1. de *origem marinha*, do Holoceno Superior, com idades pós-*optimum* climático, ou seja, entre 5.500 A.P aos dias atuais, estando, pois, associadas a regressões marinhas. Constituem as *acumulações arenosas*, que configuram as paisagens de tesos (Figura 08); e as *acumulações de vasas lodosas* (substratos de manguezais) que se interpõem entre os primeiros citados e a Baía de São Marcos (Figura 09);
 2. *flúvio-marinhas* (Holoceno Inferior à atualidade, entre 12.700 A.P e os dias contemporâneos), em que se destacam a sedimentação continuada nas *planícies de nível de base regional*, sujeitas a tamponamento progressivo e extensivo (Figuras 10 e 11);
 3. *terraços flúvio-marinhos* (Pleistoceno Médio a Holoceno Médio, entre 120.000 e 6.000 A.P), que são testemunhos das flutuações eustáticas de máximos transgressivos, provavelmente correlacionáveis à Fase Interglacial Riss – Würm (Sangamoniano) e ao Interglacial Flandriano (Recente), em que se espriaram sedimentos um pouco acima das planícies de nível de base, em especial areno-siltosos, como o patamar em que se instalou a sede de Anajatuba, bem como o povoado Quebra (a Norte daquele);
 4. *leques aluvionares* ou *cones de dejeção*, com morfogênese ligada a processos erosivos laminares da cimeira para a base das elevações residuais do município, com idades indiscriminadas;
- b) Dissecação:** superfícies geomorfológicas com características denudacionais com interação de agentes intempérico-erosivos tanto físicos, quanto químicos e biológicos, dependendo da fase (biostasia ou resistasia). Em Anajatuba, é responsável pela morfogênese das seguintes formas:
1. *morros testemunhos*, que são patamares semi-tabuliformes, com topos dissecados e as superfícies de cimeira na forma de colinas onduladas (Figura 12), dispostos em seguimento linear com incisão laminar causada por fluxos superficiais das águas provenientes do cume e escoadas pelos

taludes. Possuem aprofundamento das canaletas erosivas de intensidade fraca;

2. *escarpas de falha*, que é uma morfologia resultante do extensivo recuo por agentes erosivos paralelos aos lineamentos estruturais, retomados por epirogêneses e correlacionáveis aos morros testemunhos. Exemplo desse traçado foi exposto esquematicamente na Figura 07;
3. *inselbergs*, dispostos na retaguarda do Golfão Maranhense, são blocos rochosos intrusivos (granitóides) que afloram em meio a alguns *tesos*, coformatando superfícies dissecadas em épocas mais quentes e secas que a atual (Pleistoceno Médio?), em que ainda se encontram enclaves de cactáceas, como é o caso do povoado Juçatuba.



Figura 08: Acumulações arenosas (tesos), nas proximidades da Baía de São Marcos. Localidade: Fazenda Graxixá. Data: 02/12/2005.
Fonte: Registros da pesquisa.



Figura 09: Ramificação de vasas lodosas associadas a manguezais no estuário do Igarapé do Troitá. Ao fundo, manguezais que ladeiam a Baía de São Marcos. Data: 01/12/2005.

Fonte: Registros da pesquisa.



Figura 10: Planície de nível de base regional. Corresponde aos campos inundáveis, sujeitos ao tamponamento pelo acúmulo e deposição sedimentares. Data: 30/10/2005.

Fonte: Registros da pesquisa.



Figura 11: Planície de nível de base regional (campos inundáveis) em meados do período chuvoso. Data: 08/04/2006.

Fonte: Registros da pesquisa.



Figura 12: Morros testemunhos com colinas dissecadas ao fundo, dispostos linearmente por sobre um segmento de falhas normais. Correlaciona-se os mesmos a ramificação do Alto Estrutural Férrer – Urbano Santos. Em primeiro plano, planícies de nível de base regional, com queimadas associadas. Data: 31/10/2005.

Fonte: Registros da pesquisa.

Cabe, ainda, uma reflexão teórico-pragmática quanto aos tesos: embora se coloque no texto que eles sejam planícies arenosas flúvio-marinhas, sua origem é incerta, pois

apresenta tanto a morfologia de cristas de bermas, de forma bem definida, principalmente no setor SW de Anajatuba, quanto feições indiscriminadas de cordões litorâneos regressivos. No entanto, paira uma dúvida: será que em vez de se configurarem como *cordões litorâneos regressivos*, esses ambientes sejam de fato um meandro abandonado do Rio Mearim em época não definida entre o Pleistoceno Terminal e o início do Holoceno Superior (entre 23.000 e 2.500 A.P.)? Essa questão se pauta em duas interpretações objetivas: a primeira é o domínio das areias na margem direita do estuário (em Anajatuba) e de manguezais na esquerda (Viana); e ao Sul de Anajatuba (divisa com o município de Arari) há padrão morfológico típico de meandro abandonado.

A segunda diz respeito à atenção que obrigatoriamente deve ser dada a um fato no mínimo curioso: se fosse esse ambiente um cordão litorâneo regressivo, sua morfogênese dataria do intervalo regressivo posterior a 6.000 A.P.. Tudo bem se não fosse um fato: haveria próximo à superfície dos campos inundáveis a presença de uma camada de sais provenientes da evaporação das águas salgadas de uma “laguna” de abrangência regional (não se discute nessa perspectiva se ela foi ou não um ambiente desse tipo há 120.000 A.P. ou antes, mas depois de 6.000 A.P.). Entretanto, não há indícios significativos de salinização dos campos, a não ser localmente, em duas “cacimbas” de águas salobras localizadas nas proximidades da “Ilha” Burajica, o que se torna inexpressivo, mesmo porque a proximidade desses poços rasos da Baía de São Marcos é de menos de 1 km.

É importante lembrar que a presente Proposta de Classificação Geomorfológica foi elaborada com a finalidade de conceber como se dispõem os espaços anajatubenses destinados à produção (agropecuária, silvicultura e extrativismos mineral e vegetal), à ocupação humana (sede do município e povoados), bem como a instalação de vias de transportes e de distribuição de água e energia. A isso se soma a predisposição geológico-geomorfológica de implantações de obras de infra-estrutura funcional para o armazenamento de recursos hídricos para fins múltiplos, dentre os quais a aquíicultura, o abastecimento humano e a manutenção das atividades agropecuárias. Portanto, para efeitos de interpretações, optou-se por deixar a classificação da forma como se propôs e indicar que seja feitos estudos posteriores com termoluminiscência e outras técnicas de datação para a mensuração das idades relativas de cada ambiente geomórfico, bem como de sua composição mineralógica e físico-química em testemunhos, tanto nos tesos, quanto nos campos inundáveis.

Perante essas considerações, é indispensável lembrar que as atividades humanas se desenvolvem em espaços herdados de processos naturais, com milênios de histórias natural e ecológica conjugadas. Reconhecer que os espaços naturais e ecológicos são dinâmicos, ainda

mais em áreas costeiras, é estabelecer um critério científico básico para uma boa gestão territorial dos espaços ocupados. O Golfão, a Baixada e Anajatuba, em especial, são exemplos claros de sobreposição de usos e ocupações, mas, sobretudo, de histórias e relações ecológicas e naturais de elevada fragilidade ambiental.

4.2 Caracterização Geoecológica: distribuição dos ecossistemas

Metodologicamente, considerou-se o segundo eixo temático a ser valorizado dentro de um Zoneamento Ambiental a *geoecologia* regional/local, que vislumbra o reconhecimento da distribuição dos variados ecossistemas que porventura se desenvolvam em determinada *célula espacial*. Utilizou-se para esse fim a *Ecologia de Paisagens* (METZGER, 2001; DIAS et. al., 2005), seguindo uma abordagem geográfica ou da *Ecogeografia* (ROSS, 2006), com auxílios interpretativos da *Teoria dos Refúgios* (AB’SÁBER, 1971; 1988; 2002; BARBOSA, 2002; HAFFER; PRANCE, 2002). As duas últimas vertentes do conhecimento geocientífico por hora apresentadas foram consideradas cruciais para a presente pesquisa por terem elementos que podem explicar como se desenvolveram paisagens tão heterogêneas, porém complementares, configurando um mosaico de ecossistemas tão particular quanto a Baixada Maranhense e Anajatuba, que se insere no contexto da primeira citada.

4.2.1 Sobre redutos e refúgios

Coltrinari (2005, p. 30) destaca que “[...] o conhecimento da sucessão temporal e espacial dos ecossistemas [...] é importante como fonte de informação sobre a evolução dos ambientes terrestres no passado [...]”. Nesse sentido, a *Teoria dos Redutos e Refúgios* se apresenta no cerne das análises geocientíficas como uma abordagem que integra elementos físicos (geomorfologia, sedimentologia, pedologia, hidrologia e mudanças climáticas) e ecológicos (cobertura vegetal e componentes faunísticos associados), culminando na reconstrução paleoambiental e paleoecológica local e/ou regional (AB’SÁBER, 1988; 2006b; BARBOSA, 2002; VANZOLINI, 2002).

Ante o exposto, evidencia-se que aquela teoria é uma das concepções geocológicas mais integrativas e abrangentes que surgiram no conjunto das Geociências nos últimos 40 anos. Suas abordagens conceituais são sustentadas nas mudanças climáticas e morfológicas que proporcionariam o desenvolvimento e/ou retração de *ecossistemas* (escala local), *mosaicos de paisagens* ou *mosaicos de ecossistemas* (escala regional) e *domínios de natureza*, também denominados *domínios de paisagem* (escala macrorregional), abarcando ciclos glaciais e interglaciais, enfocando o instável período Quaternário (HAFFER; PRANCE, 2002; VANZOLINI, 2002; AB’SÁBER, 2003; SILVA; VIADANA, 2005). Em projeção clássica, Ab’Sáber (2000) demonstrou um provável indicativo de desenvolvimento dos eixos de expansão/retração de domínios ambientais entre 18.000 e 13.000 A.P. (Figura 13).

A concepção exposta na forma de figura temática somente foi considerada possível pela superposição de informações locais, regionais e macro-regionais referentes à sedimentologia, geomorfologia e aspectos ecológicos estabelecidos entre as décadas de 1950 e 1960 por extensivas jornadas de campo e que ainda hoje passam por refinamentos (HAFFER; PRANCE, 2002; VANZOLINI, 2002; SILVA; VIADANA, 2005; AB’SÁBER, 2006c). No dizer de Ab’Sáber (1988, p. 44), a Teoria dos Refúgios envolve “[...] considerações sobre os atuais espaços geocológicos inter e subtropicais e conhecimentos sobre as estruturas superficiais de suas paisagens [...]”, com o propósito de poder “redesenhar” os prováveis eixos de expansão e/ou retração dos domínios de natureza durante o flutuante período Quaternário.



Figura 13: Prováveis eixos de expansão da semi-aridez na América do Sul, entre 18.000 e 13.000 A.P., à luz da Teoria dos Refúgios.

Fonte: Ab'Sáber (2000).

A premissa dessa teoria geocológica, ecogeográfica e biogeográfica, segundo Bigarella et. al. (1975), Ab'Sáber (1988, 2003) e Silva e Viadana (2005), é que durante os *períodos glaciais*, com a diminuição da quantidade da água em estados líquidos e gasoso (clima seco e regressões do nível do mar), houve a tendência à retração dos ecossistemas, mosaicos de paisagens e domínios de natureza associados a uma maior umidade relativa de ar e solo, o que proporcionou o surgimento de "ilhas de vegetação" florestal densa. Essa fase também é conhecida como período de *resistasia* (CASSETI, 1995). O espaço original dessas coberturas vegetacionais passaria a ser ocupado por outras formações que estivessem mais condicionadas

com o calor e a falta de umidade (já que essa teoria se aplica à zona intertropical, em especial sul-americana). Em outros termos, houve a retração de florestas e expansão, conseqüentemente, de outros domínios de natureza, como é o caso dos cerrados e caatingas, com seus ecossistemas associados (AB’SÁBER, 2006c).

Em contrapartida, em períodos *interglaciais* houve tendências à “retomada da tropicalidade”, com o aumento da umidade, já que haveria mais água nos estados líquido e gasoso (mais chuva, maior degelo e conseqüente transgressão marinha), passando a ser estabelecido o *equilíbrio ecobiótico* necessário para a expansão de domínios de natureza adaptados à umidade. Literalmente, houve expansão de florestas e retração de cerrados e caatingas. Essa fase é conhecida como *biostasia* (CASSETI, 1995). No entanto, nesse “jogo” de retrações e expansões de domínios de natureza, algumas espécies animais e, preferencialmente, vegetais acabam por se adaptar ao contexto abiótico de áreas diferentes daquelas de origem²² (BIGARELLA et. al., 1975). É o caso de “ajustes” biológicos que espécies de cerrados e caatingas desenvolveram para permanecerem em espaços mais úmidos, como nas Florestas Amazônicas ou mesmo nas Matas Atlânticas (AB’SÁBER, 2006c).

As espécies que resistem e permanecem longe de suas *core area* são denominadas de *relictos*, que se organizam e se desenvolvem naturalmente em paisagens de exceção, ou seja, em áreas diferentes dos padrões do domínio de origem, estabelecendo os *enclaves florestais*, ou apenas *enclaves*. Esses ambientes, com sua biota e seus elementos abióticos, são cruciais para a compreensão das mudanças ambientais pretéritas, bem como servem como bioindicadores quanto à possibilidade real de modificações das paisagens locais/regionais ligadas às mudanças ambientais em andamento, principalmente as antropogêneses, em que são destacadas aquelas relacionadas à subsistência de grupos distintos, muitas vezes desassistidos pelas políticas públicas.

A Teoria dos Refúgios sofre contestações acerca de sua validade e aplicabilidade científica, principalmente por palinologistas (KIPNIS; SCHELL-YBERT, 2005), os quais afirmam que pode ter havido, em espaços diferenciados e em épocas glaciais, expansão de florestas e retração de outros domínios de natureza. Entretanto, os dados da palinologia se restringem a regiões (no máximo) e na grandiosa maioria das vezes não são passíveis de extrapolação espacial, o que é possível pela teoria aqui discutida. Ademais, a carência de correlações conceituais entre a palinologia e os fatos geológico-geomorfológicos e a não-observância expressiva às tipologias de paisagem atuais concorrem para a não-explicação

²² As “áreas de origem” de um certo domínio de natureza, geocologicamente, se referem ao espaço natural de dispersão, também denominado de “área nuclear” (ou *core area*).

satisfatória dos enclaves de cactáceas de Cabo Frio (RJ), os cerrados no seio da Floresta Amazônica e as “ilhas” de vegetação florestal densa, interpenetradas por cactáceas, na Baixada Maranhense (tanto em Anajatuba e Arari – vértice interno da Baía de São Marcos, quanto no corredor Pinheiro – Central do Maranhão – Oeste da Baía de São Marcos, nas proximidades da Baía de Cumã).

Considerando-se os conceitos e análises inerentes à Teoria dos Refúgios, podem ser estabelecidas as seguintes reflexões teóricas sobre a Baixada Maranhense e Anajatuba, especificamente:

- a) tomando por base as retrações florestais e expansões, por conseguinte, de cerrados e caatingas durante o Último Máximo Glacial (UMG), especificamente entre 23.000 e 12.700 A.P. (AB’SÁBER, 2003), é coerente afirmar que houve uma intercalação de vegetações no inter-espaço onde hoje se situa a Baixada Maranhense, em que, provavelmente, ocorreram processos de coalescência de domínios morfoclimáticos distintos, configurando mosaicos de paisagens ecotonais associadas às faixas de transição entre os domínios semi-áridos e semi-úmidos (caatingas e cerrados, respectivamente);
- b) Dias e Nogueira Junior (2005), afirmam que, durante a retomada da tropicalidade, no Holoceno Inferior (a partir de 11.500 A.P. até 7.000 A.P.), houve a expansão *da floresta subcaducifolia tropical amazônica*, que, em seu contorno para NE a partir de sua área de refúgio (provavelmente entre os piemontes da Serra dos Carajás a Marabá), acabou por atingir um tabuleiro costeiro (que formaria a Ilha do Maranhão), o qual seria, por conseguinte, insulado. No entanto, para que chegassem as formações hidrófilas até aquele local, ela logicamente deveria ter passado por um corredor geocológico onde hoje se situa a Baixada Maranhense, o que leva a crer, pelos testemunhos fitogeográficos na forma de enclaves em áreas distintas de Anajatuba (conhecidas localmente por “ilhas”), que esse “caminho” tenha passado por aquele espaço, entrando em coalescência com as outras formações pré-extendidas, forçando a vegetação pré-existente a duas disposições biogeográficas: desaparecimento e/ou adaptação (DIAS, 2006). As espécies de cerrados e caatingas que se enquadram aos “novos” elementos ecobióticos e alelobióticos regionais/locais, passaram a configurar *relictos florestais*;
- c) a partir de ajustes sucessivos dos condicionantes ecobióticos regionais (no que tange à Baixada Maranhense) e locais (Anajatuba, *stricto sensu*), ocasionados

por regressões, seguidas de transgressões marinhas menores, associadas às tendências de colmatagem das planícies de nível de base regional e configuração de áreas flúvio-lacustres e flúvio-marinhas, houve uma retração das florestas, acompanhada de ajustes ecossistêmicos locais, principalmente ligados à presença das águas superficiais e da dinâmica climática tendendo à manutenção de duas estações bem distintas: um período chuvoso e outro de estiagem, ambos com intervalos aproximadamente iguais: seis meses. As espécies relictuais (os relictos), refugiadas em inselbergs e morros testemunhos adjacentes à Baía de São Marcos, formaram um ecossistema de enclave típico entre os municípios de Anajatuba e Arari, que são as ilhas de vegetação latifoliada densa nos entremeios dos tesos.

Mesmo perante as informações apresentadas, é evidente a necessidade de desenvolvimento de estudos botânicos e palinológicos sistemáticos em Anajatuba para que se possa avaliar os graus de especiação e sub-especiação existentes nos enclaves florestais circunscritos àquele município, haja vista ser essa proposição fundamental para o reconhecimento da biodiversidade local, com perspectivas voltadas para a escolha de áreas destinadas à conservação em potencial. Essa tendência pode ser complementada pela reconstrução das seqüências de variações do nível do mar nos últimos 7.000 anos às margens do atual estuário do Mearim.

4.2.2 O contexto geocológico da Baixada Maranhense e de Anajatuba

Tendo em vista as breves considerações acerca da Teoria dos Refúgios, é possível verificar que as histórias geomorfológica e climática regionais e locais têm grande importância para a compreensão da distribuição espacial de ecossistemas. Nesse sentido, as áreas de transição morfoclimáticas biodiversas da faixa inter-tropical da Terra, em que se destaca a Baixada Maranhense, têm um particular interesse de reconhecimento, conservação e uso racional (sustentável) de seus elementos físicos e bióticos.

Dessa maneira, Metzger (2001, p. 03) esclarece que é necessário, ao se trabalhar com a Ecologia de Paisagens a partir das abordagens geográficas (Geoecologia), reconhecer a heterogeneidade espacial, implicando na classificação dos tipos de feições paisagísticas desenvolvidas em uma determinada área (como um município, por exemplo: Anajatuba). Por seu turno, Ross (2006, p. 44) orienta o desenvolvimento de interpretações do espaço geográfico a

partir da Ecogeografia, que integra o homem aos ecossistemas, analisando as implicações das ações dos primeiros sobre os últimos.

Seguindo uma linha tipicamente reconhecível como geocológica, Bacon e Ferraz (1987), em pesquisa encaminhada à Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) por ocasião dos estudos para implementação do Programa Grande Carajás (PGC), identificaram aprioristicamente na Baixada Maranhense um complexo ambiental com três tipos de *habitats*, com uma variação de nove tipologias de comunidades vegetais, dentre as quais podem ser enquadradas sete variações locais destas, apresentando as respectivas espécies vegetais dominantes (Quadro 02). É importante destacar que os referidos autores classificaram a diversidade de *habitats* e *comunidades vegetais* baixadeiras a partir de um elemento ecobiótico: a salinidade do ambiente, o que é fundamental para o enquadramento de ecossistemas inter-tropicais costeiros, haja vista ser esse componente de grande importância para o desenvolvimento de espécies vegetais e animais, o que o configura como um fator limitante à distribuição de comunidades bióticas.

HABITATS	TIPOS DE COMUNIDADES VEGETAIS	ESPÉCIES VEGETAIS DOMINANTES
Hipersalino	1. Planícies argilosas.....	Sem vegetação;
Salinos	2. Planícies salinas (apicuns)	<i>Batis maritima</i> , <i>Sesuvium portulacastrum</i> , <i>Philoxerus vermicularis</i> .
	3. Pântano salino	<i>Spartina brasiliensis</i>
	4. Manguezal	<i>Rhizophora mangle</i> , <i>Avicennia germinans</i>
Águas doces	5. Pântanos dulcícolas	
	5a. com raízes emersas	<i>Montrichardia arborescens</i> , <i>Cyperus ssp.</i> , <i>Thalia geniculata</i>
	5b. com raízes flutuantes	<i>Cabomba ssp.</i> , <i>Nymphoides indica</i> , <i>Polygonum ssp.</i> , <i>Nymphaea sp.</i> , <i>Paspalum sp.</i>
	5c. com raízes submersas	<i>Ceratophyllum sp.</i> , <i>Urticularia sp.</i>
	5d. vegetação flutuante	<i>Bichhornia ssp.</i> , <i>Pistia stratiotes</i> , <i>Salvinia sp.</i>
	6. Campos sazonalmente inundáveis dominados por gramíneas	<i>Gramineae</i>
	7. Florestas pantanosas	
	7a. matas ciliares	<i>Ceiba pentandra</i> , <i>Cecropia sp.</i>
	7b. vegetação de várzea	<i>Genipa americana</i> , <i>Entada polystochya</i> , <i>Guarea guidonia</i> , <i>Cocoloba ovata</i>
7c. matas paludais dominadas por palmáceas	<i>Mauritia sp.</i> , <i>Euterpe sp.</i> , <i>Bactris sp.</i>	

Quadro 02: Classificação preliminar das áreas úmidas do Baixo Mearim (Baixada Maranhense).
Fonte: Adaptado de Bacon e Ferraz (1987, p. 138).

Ao serem correlacionados *habitat* e *comunidades vegetais*, seguindo a disposição analítica de Bacon e Ferraz (1987), podem ser estabelecidos (para critérios de zoneamentos ambientais com vistas à sustentabilidade) ecossistemas, uma vez que esses são considerados como a junção de elementos abióticos e bióticos, em que pesam fatores limitantes ao desenvolvimento das espécies, como é o caso da salinidade. Contudo, evidenciando apenas um fator ambiental a análise geocológica se torna menos interagente e mais temática, o que acaba por minimizar a possibilidade de ser encontrada uma heterogeneidade paisagística maior.

De maneira complementar, para que pudessem ser alçadas correlações mais abrangentes, inseriu-se no contexto a Geocologia, a qual traz consigo ferramentas analíticas importantes a serem implementadas na classificação dos ecossistemas de Anajatuba, como as reflexões eco-históricas (ou genéticas, como visto no tópico anterior) e a distribuição de matéria e energia no estrato geográfico. Nesse sentido, para classificar os ecossistemas desenvolvidos em Anajatuba foi necessário reconhecer empiricamente algumas inter-relações existentes entre os elementos bióticos e abióticos locais, principalmente: tipologias vegetacionais, geologia, geomorfologia e disposição hídrica de ambientes que sofrem influências de águas salgadas e/ou doces.

Embora seja interessante e ilustrativa a classificação de Bacon e Ferraz (1987), essa é bastante genérica e não retrata, necessariamente, o município em análise. Portanto essa abordagem tradicional não será abolida, mas para feitos desta pesquisa foi desenvolvida uma outra, que mostra com mais detalhe as tipologias de *habitats* e de elementos físicos necessários para correlacionamento conceitual com as coberturas vegetais específicas. Com isso em tela, a *Classificação Geocológica de Anajatuba* (Quadro 03) é considerada importante por representar associações de elementos físicos e ecológicos que, em conjunto, podem implicar num melhor reconhecimento do cenário ecossistêmico local, com vistas ao planejamento territorial.

Antes de prosseguir na interpretação da supramencionada ilustração, é imperativo frisar que, embora a presente Classificação Geocológica seja baseada em Tricart (1977 apud ROSS, 2006), ela não enlaça o enquadramento das paisagens identificadas em meios instáveis, estáveis ou intergrades, pois a intenção aqui reside na identificação das células paisagísticas estabelecidas em Anajatuba (MA), que representa o elemento geocológico, o qual é complementado pelas correlações entre os outros compostos naturais presentes na abordagem, que servirão de recursos para o desenvolvimento das atividades socioeconômicas, sejam elas de subsistência ou de mercado.

TIPO DE HABITAT	ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICO LOCAL	TIPOLOGIA VEGETACIONAL	ESPÉCIES VEGETAIS DOMINANTES
Terrestre (Te)	1. Superfícies colúvio-aluvionares semi-onduladas	I. Matas de cocais (babaçal)	<i>Orbignya speciosa</i> (Mart.)
	2. Modelado de dissecação em ravinas com aprofundamento fraco de incisões	I. Capoeira mista	<i>Orbignya speciosa</i> (Mart.); <i>Maximiliana martiana</i> (Karst.); <i>Anacardium occidentale</i> L.; <i>Cyperus ligularis</i> L.
	3. Morros testemunhos	I. Floresta Subcaducifólia Tropical Amazônica	<i>Carapa guianensis</i> ; <i>Platismicium ulei</i> ; <i>Lecynthis paraensis</i> ; <i>Cecropia</i> ssp.; <i>Hirtella racemosa</i> ; <i>Hymenaea martiana</i> ; <i>Tabebuia áurea</i> (Mart.). Bur.; <i>Tabebuia áurea</i> (Mart.). Bur.; <i>Cecropia</i> sp.; <i>Pipitadenia columbrina</i> ; <i>Cereus jamacaru</i> ; <i>Pilocereus setosus</i> .
	4. Escarpas de falha	I. Gramíneas + solo exposto	<i>Graminea</i>
	5. <i>Inselbergs</i>	I. Capoeirão latifoliado	<i>Orbignya speciosa</i> (Mart.); <i>Cecropia</i> ssp.; <i>Tabebuia áurea</i> (Mart.). Bur.
		II. Enclave – áreas de contatos vegetacionais múltiplos	<i>Tabebuia áurea</i> (Mart.). Bur.; <i>Cecropia</i> sp.; <i>Pipitadenia columbrina</i> ; <i>Cereus jamacaru</i> ; <i>Pilocereus setosus</i> .
6. Terraços flúvio-marinhos	I. Formação ribeirinha sem influência flúvio-lacustre	<i>Cyperus</i> ssp.; <i>Andropogon minarum</i>	
	II. Formação ribeirinha com influência flúvio-lacustre sazonal (vegetação de várzeas).	<i>Montrichardia arborescens</i> ; <i>Thalia geniculata</i> ; <i>Genipa americana</i> ; <i>Entada polystochya</i> , <i>Guarea guidonia</i> , <i>Cocoloba ovata</i> ; <i>Euterpe oleracea</i>	
Transição (Trs)	7. Leques aluvionais	I. Formação ribeirinha com influência flúvio-lacustre sazonal (vegetação de várzeas)	<i>Montrichardia arborescens</i> ; <i>Thalia geniculata</i> ; <i>Genipa americana</i> ; <i>Entada polystochya</i> , <i>Guarea guidonia</i> , <i>Cocoloba ovata</i> ; <i>Euterpe oleracea</i> .
	8. Planícies de origem flúvio-marinhas:		
	a. Planícies de nível de base regional	I. Campos inundáveis	<i>Cabomba</i> ssp., <i>Nymphoides indica</i> , <i>Polygonum</i> ssp., <i>Nymphaea</i> sp., <i>Paspalum</i> sp.; <i>Ceratophyllum</i> sp., <i>Urticularia</i> sp.; <i>Eichhornia crassipes</i>
		II. Formação ribeirinha com influência flúvio-lacustre sazonal (vegetação de várzeas)	<i>Montrichardia arborescens</i> ; <i>Thalia geniculata</i> ; <i>Genipa americana</i> ; <i>Entada polystochya</i> , <i>Guarea guidonia</i> , <i>Cocoloba ovata</i> ; <i>Euterpe oleracea</i>
	9. Planícies de origem marinha:		
	a. acumulações arenosas (tesos)	I. Matas de cocais (carnaubal) associadas a formações pioneiras com influência marinha	<i>Cyperus</i> ssp.; <i>Mauritia</i> sp.; <i>Euterpe</i> sp.
b. acumulações de vasas lodosas		II. Marismas tropicais	<i>Spartina brasiliensis</i>
	III. Manguezal	<i>Rhizophora mangle</i> , <i>Avicennia germinans</i> ; <i>Laguncularia racemosa</i> ; <i>Conocarpus erectus</i>	
Aquáticos (Aq)	10. Estuário	Ambiente não abordado.	Não discriminadas.

Quadro 03: Proposta de Classificação Geoecológica para o Município de Anajatuba.

Seguindo proposta de articulação de paisagens naturais de Bertrand (2004), o qual propôs a divisão desses elementos geográficos através de táxons delimitados pela abrangência espacial, a *Zona* em que se enquadram os espaços enlaçados refere-se à inter-tropical, com incidência de clima megatérmico úmido; o *Domínio* corresponde às faixas de transição não diferenciadas entre a Amazônia, os Cerrados e as Caatingas; a *Região Natural* é considerada como a Faixa Costeira Norte Brasileira e o *Geossistema*, a Baixada Maranhense. As *Geofácies* são representadas pelo “enquadramento geológico-geomorfológico local”, enquanto os *Geótopos* são as paisagens de expressão local, aqui evidenciada pela superposição de um geótopo à “tipologia vegetacional” apresentada.

Embora contenha informações atinentes ao Quadro 01, não se considerou para efeitos analíticos a discrepância relacionada ao enquadramento das “idades” geológicas dos terrenos-base de desenvolvimento de cada tipo de *habitat*. Seguiram-se, entretanto, os desnivelamentos plani-altimétricos, no sentido: Tabuleiros Interiores – Baía de São Marcos, no município em questão. Na presente proposta de Classificação Geoecológica e Ecogeográfica de Anajatuba, foram estabelecidos os seguintes critérios:

- *Tipo de habitat*, que traz consigo três tipologias: *terrestre*, ou seja, aqueles relacionados a áreas emersas, perenemente; de *transição*, relacionados aos espaços físicos sazonalmente inundáveis por águas, quer salgadas, quer doces; e *aquáticos*, que são os ambientes predominantemente imersos;
- *Enquadramento geológico-geomorfológico (ou físico) local*, já estabelecido neste trabalho, o qual é fundamental para a compreensão das feições paisagísticas locais e suas intercalações ou associações com sistemas ecológicos típicos. Em trabalho clássico, Tricart (1976) afirma que é crucial o destaque da Geomorfologia dentre as demais disciplinas das Geociências, pois ela pode orientar quais podem ser as melhores formas de ocupação dos espaços disponíveis, bem como disciplinar o desenvolvimento das atividades humanas sobre a superfície da Terra;
- *Tipologia vegetacional*, que enlaça a cobertura vegetal predominante, considerando cruzamentos de conceitos e tipos de formações vegetais desenvolvidos por Góes Filho et. al. (1973), em trabalho-base do Projeto RADAM, que estabeleceu uma classificação mesorregional dos tipos de cobertura vegetal da Folha SA.23 – São Luís e parte da Folha SA.24 – Fortaleza; Kuhlmann (1977), que destaca a diversidade de paisagens do

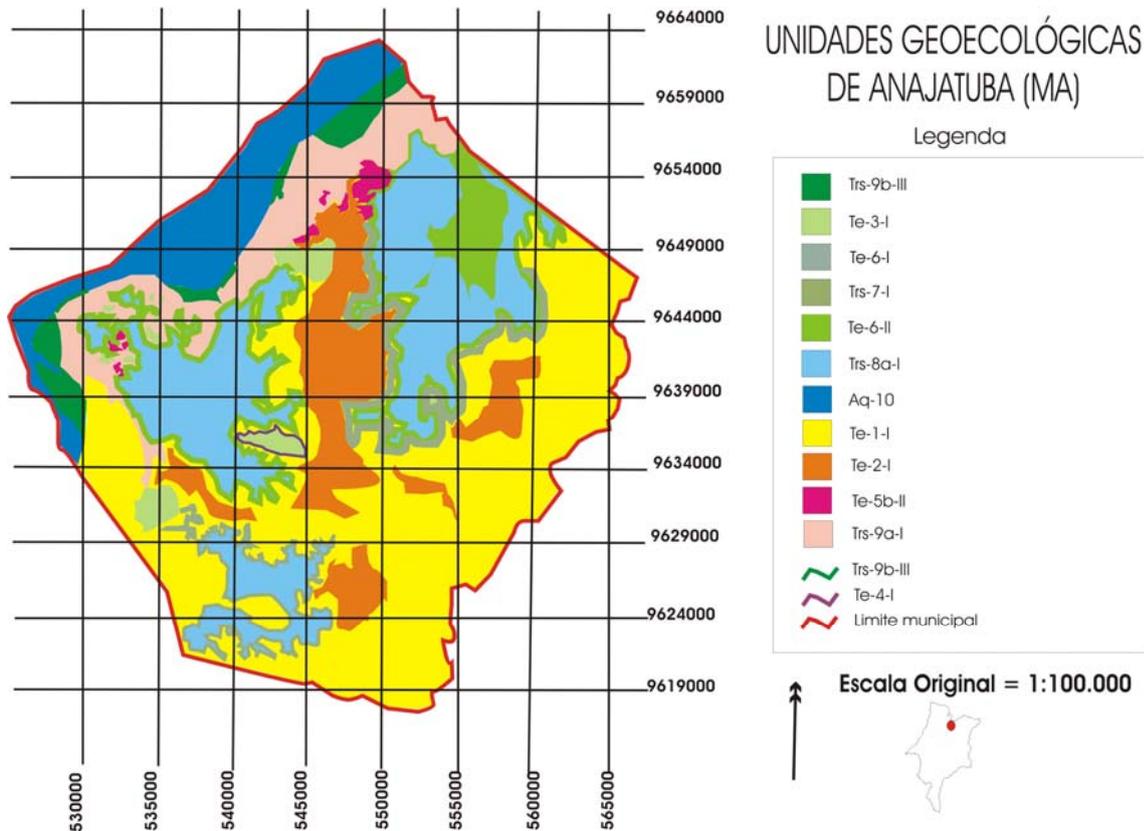
Nordeste Brasileiro, em que pesam as maranhenses; e Rodrigues (2004), que insere discussões sobre formações ciliares;

- *Espécies vegetais dominantes*, ou seja, as principais plantas que caracterizam o ambiente em destaque.

Conforme estabelecido no Quadro 03, os tipos de *habitats* (três, ao todo) foram cruzados com informações relacionadas ao Enquadramento Geológico-geomorfológico de Anajatuba (dez, no total), além das tipologias vegetacionais dominantes (com 12 formações diferentes) em cada topomorfologia, com suas respectivas espécies dominantes. Isso perfaz um mosaico de 15 ecossistemas com graus de heterogeneidade diversificada, cada qual com suas especificidades. Segundo Tricart (1975; 1976), para que se possa identificar a *coesão espacial* de cada unidade territorial (seja uma cidade, um município ou país), é preciso que se integrem elementos físicos e ecológicos, conforme procedido pela presente proposta analítico-conceitual.

Embora a ilustração precedente seja auto-explicativa, são necessários alguns argumentos metodológicos sobre esse modelo conceitual e classificatório geocológico e ecogeográfico, que, por seu turno, indica a heterogeneidade das paisagens dispostas no município de Anajatuba. Em primeiro lugar, considerou-se que os ecossistemas seriam denominados não por *habitats*, enquadramentos geológico-geomorfológicos ou tipologias vegetacionais, apenas, mas ao conjunto estabelecido pela interseção desses elementos. Em segundo lugar, cada *táxon* estabelecido, que podem ser chamados de *unidades geocológicas* ou *ecogeográficas* (que não correspondem necessariamente a uma Unidade de Paisagem, pois não são considerados os usos de elementos/recursos ambientais atinentes a cada célula espacial), apresentam elementos ambientais físicos e ecológicos indispensáveis para a dinâmica das atividades humanas desenvolvidas no espaço total anajatubense. Individualmente, a tipologia vegetacional deve ser denominada de *célula* ou *unidade fitogeográfica*.

Ao serem cruzados elementos no esquema do quadro precedente, identifica-se uma unidade ecogeográfica. Por exemplo, quando se expõe por abreviaturas a classificação **Te-1-I**, fala-se de um ecossistema associado ao *habitat* terrestre, com enquadramento físico de superfícies colúvio-aluvionares semi-ondulados e recobertos por matas de cocais (babaçal). Ao se mencionar a classificação **Trs-9-b-II**, expõe-se um ecossistema associado a uma área de transição, com enquadramento geológico-geomorfológico de acumulações recentes de vasas lodosas, dominadas por manguezais, e assim por diante. Portanto, a presente classificação depende de uma “junção” nomotética de elementos físicos e ecológicos, resumidos em forma de siglas. A disposição espacial das unidades ecogeográficas está presente na Carta 02.



Carta 02: Unidades Geoecológicas do Município de Anajatuba (MA): Carta-síntese.

Conforme estabelecido na Proposta de Classificação das Paisagens Geomorfológicas de Anajatuba (MA), é conveniente enquadrar cada tipologia de *cobertura vegetal* aos seus respectivos significados, justificando-se, metodologicamente, quais motivos que confluíram para a denominação conceitual de cada tipologia de cobertura vegetal, conforme será visto a seguir:

- **Matas de cocais:** no contexto anajatubense, configuram-se dois tipos de coberturas vegetais dominantes associadas às palmáceas (cocais), sendo uma característica de boa parte do município (perfazendo aproximadamente 372,40 km² de área total), correspondentes à cobertura de *babaçual*; a outra é o *carnaubal*, que consorciada com formações pioneiras (dispostas pela presença de gramíneas), abrange um espaço de 90,45 km². É importante salientar que o carnaubal presente nos tesos de Anajatuba foi plantado para que servisse de “sombra” para o gado bovino, atividade essa que se desenvolveu entre fins dos anos 1940 a inícios da década de 1960 (OLIVEIRA, 2005), contrariando Ab’Sáber (2004), que afirmava ser essa tipologia vegetal um *enclave*, o

que, na verdade, pode ser considerado como um processo bem-sucedido de silvicultura de palmáceas;

- **Capoeira mista:** resquícios de matas tropicais pré-existent, que após fases de perturbações anteriores ao presente (desmatamentos), passaram por período de recomposição de parte do potencial vegetacional anterior; somadas às essências botânicas diferentes das originais, destacam-se árvores frutíferas. O babaçu – *Orbignya speciosa* (Mart.) – também está presente nessa tipologia vegetacional, que possui, aproximadamente, 115,20 km² de área total;
- **Floresta subcaducifólia tropical:** remanescentes de uma provável extensão da Floresta Amazônica, provavelmente no período conhecido como *Optimum* Climático (há 6.000 A.P.), fato esse passível de confirmação a partir de dados de testemunhos edafo-pedológicos e correlações com a Teoria dos Redutos e Refúgios. Está circunscrita aos morros testemunhos, que formam um *sistema de divisores fitogeográficos* regionais na porção SSW de Anajatuba, além de participar da configuração fitogeográfica de algumas “ilhas”. Sua extensão areal é superior a 20 km²;
- **Gramíneas:** vegetação pioneira existente nos taludes dos morros testemunhos (escarpas de falhas), que configura uma cobertura vegetal aparentemente homogênea, tendo entre 0,50 e 0,90 m de altura máxima. Representam um estágio natural de estabilização de vertentes. Abrangência: 0,90 km²;
- **Capoeirão latifoliado:** áreas desmatadas que passaram por um longo período de estabilidade (não ocorrência de impactos significativos posteriores), que estão situados em apenas três unidades espaciais: as “ilhas” Boa Vista, Juntaí e Tapera. Sua área é inferior a 0,50 Km²;
- **Enclaves – áreas de contatos vegetacionais múltiplos:** unidades fitogeográficas possuidoras de características cênicas diferenciadas, uma vez que possuem redutos de cactáceas e de vegetação típica de cerrados, em contato com vegetação amazônica. Perfaz um total de aproximadamente 17,0 Km²;
- **Formação ribeirinha sem influência flúvio-lacustre:** segundo Rodrigues (2004)²³, são formações vegetais que, embora ladeiem os corpos d’água, estão

²³ Originalmente, Rodrigues (2004, p. 95-96), apresenta as denominações “formação ribeirinha com influência fluvial permanente”, “formação ribeirinha com influência fluvial sazonal” e “formação ribeirinha sem influência fluvial”. Por serem taxonomias bem objetivas, portanto práticas, foram adotadas nesta pesquisa. Entretanto, foi

mais condicionadas a outros aspectos físicos, que não o hídrico, como os solos, o gradiente topográfico semiplano e mesmo o clima. São tipologias vegetacionais importantes para a manutenção dos ciclos de sedimentação e retenção de materiais na parte mais externa (à retaguarda das várzeas – ou formações ribeirinhas com influências flúvio-lacustres sazonais – e dos campos inundáveis). Embora sejam estreitas (estão entre as cotas altimétricas de 5 – 10 metros), têm larga abrangência, inclusive associadas às proximidades dos tesos. Área nuclear: mais de 30 km²;

- **Formação ribeirinha com influência flúvio-lacustre sazonal:** também reconhecida como *vegetação de várzeas*, é uma tipologia vegetacional que se associa ao ritmo hidrológico de pulsos de cheias e de vazantes, distribuídos ao longo das estações (localmente: *período chuvoso significativo*, entre janeiro e junho; e *estiagem*: entre julho e dezembro, em média, com incidência maior entre agosto e dezembro). Sua conformação é de mais de 70 km², se “encaixando” entre os campos inundáveis e as *formações ribeirinhas sem influência flúvio-lacustre* e, *pro-parte*, entre os tesos e os campos inundáveis;
- **Campos inundáveis:** essa unidade fitogeográfica está intimamente correlacionada aos pulsos de inundações, havendo, pois, adaptações da biodiversidade aos regimes de inundações e de seca. Formam os lagos temporários de Anajatuba, que secam quase completamente no período de estiagem, forçando um ritmo diferenciado de ciclo vital à espécies típicas dessa célula espacial. É sobre esses espaços que deveriam ser construídos açudes para abastecimento da população e de suas atividades econômicas, tendo em vistas períodos pronunciados de escassez hídrica que possam vir a se manifestar em períodos de tempos distintos. Abrangência: 161,15 km²;
- **Marismas tropicais:** situados na faixa intermarés, possuem abrangência espacial muito reduzida, com apenas 0,1 km². Estão associados aos manguezais de Anajatuba;
- **Manguezais:** com uma área total de 35,15 km², os manguezais estão situados entre os tesos e estuários. Possuem o papel geológico-geomorfológico de contenção de ondas e retenção de sedimentos na zona intermarés (ou seja,

passível de uma pequenina adaptação, mas importantíssima: como nos campos inundáveis da Baixada Maranhense e de Anajatuba a participação das áreas inundáveis, de natureza flúvio-lacustre, têm expressividade positiva nas paisagens regionais/locais, o que justifica a substituição do termo “fluvial” por “flúvio-lacustre”, mas sem perder a essência classificatória e as características básicas presentes no trabalho do mencionado autor.

dificultam o transporte dos mesmos). Ramificam-se pelos pequeninos igarapés, chegando mesmo a poucos metros de barragens (menos de 20 metros), como acontece na localidade Troitá, no estuário do curso d'água de mesmo nome (Figura 14);

- **Estuário:** corresponde à zona de médio estuário do Rio Mearim, com uma abrangência espacial de 107,74 km². Não foi abordado extensivamente neste trabalho por não estar inserido nos objetivos gerais do mesmo. Seu enquadramento espacial define os limites das ações do continente sobre a Baía de São Marcos e é a partir dessa célula espacial que podem se desenvolver danos ambientais (de origens naturais e humanas), principalmente em função da provável elevação do NRM nos próximos 100 anos, bem como de problemas regionais mais iminentes, estabelecidos ou passíveis de desenvolvimento face ao incremento industrial e portuário da Ilha do Maranhão, em que pesam a dispersão de poluentes das mais diversas formas e graus de degradação.



Figura 14: Igarapé do Troitá – canal de drenagem com manguezal avançando (ao fundo). Data da foto: 01/12/2005.

Fonte: Registros de Pesquisa

É conveniente mencionar que os demais 95,41 km² da extensão territorial de Anajatuba (que é de 1.116 km²) são compreendidos por áreas de ocupação humana, como a sede

do município e os seus principais agrupamentos populacionais; bem como *habitats*/comunidades não discriminadas, tais quais os espaços destinados a plantios de subsistência.

Lembra-se, pois, que cada unidade ecogeográfica anajatubense supramencionada é passível de sofrer vários danos ambientais em função de múltiplas forçantes físicas e antropogênicas. Um dos impactos naturais mais importantes (que, por sinal, têm efeitos positivos) acontece no período de estiagem, sobretudo entre os meses de setembro e novembro: as *queimadas*. O elemento *fogo* é um regulador ambiental essencial, já que ele pode promover a reinserção de nutrientes, em especial o Carbono, no solo, num processo de reestruturação natural dos estratos edafo-pedológicos locais. Talvez por essa propriedade, de maneira empírica, o mesmo seja utilizado para fazer o manejo das pastagens e terras do município, a partir da prática da *coivara*, herdada de práticas agrícolas tipicamente itinerantes.

Entretanto, as queimadas intencionais, descontroladas, acabam por empobrecer os solos e comprometem, inclusive, os estoques genéticos de plantas e animais contidos no substrato carbonizado. Associado a isso, Araújo et. al. (2005, p. 164) afirmam que essa prática de “limpeza do terreno” acaba por promover o “[...] crescimento explosivo das espécies adaptadas ao fogo [...]”, que não necessariamente podem ser aquelas originalmente dominantes nas unidades geocológicas/ecogeográficas onde se implementa esse tipo de impacto socioambiental.

Esse, por exemplo, é o critério de seleção de *habitats* do babaçu (*Orbignya speciosa* Mart.) que, em virtude de se heliofitismo (essa espécie associa seu ciclo vital à presença de luz), passa a colonizar áreas outrora dominadas por outras unidades fitogeográficas, como os capoeirões latofoliados, a floresta subcaducifólia tropical e os enclaves florestais. Dias (2006) menciona que esse é um bom exemplo de *antroporresistasia*, ou seja, da retração de *habitats* e de coberturas vegetais graças às ações perturbadoras humanas (antropogêneses), o qual implica, ao longo do tempo, em processos de exaustão dos nutrientes que compõem os solos.

De forma objetiva, em Anajatuba, somente as unidades geocológicas dos marismas tropicais e dos manguezais não sofrem com essa prática, logicamente pelo fato de outros serem os interesses de utilização dos elementos/recursos ambientais presentes nesses espaços, uma vez que se pratica sobremaneira a pesca em seus domínios ecogeográficos.

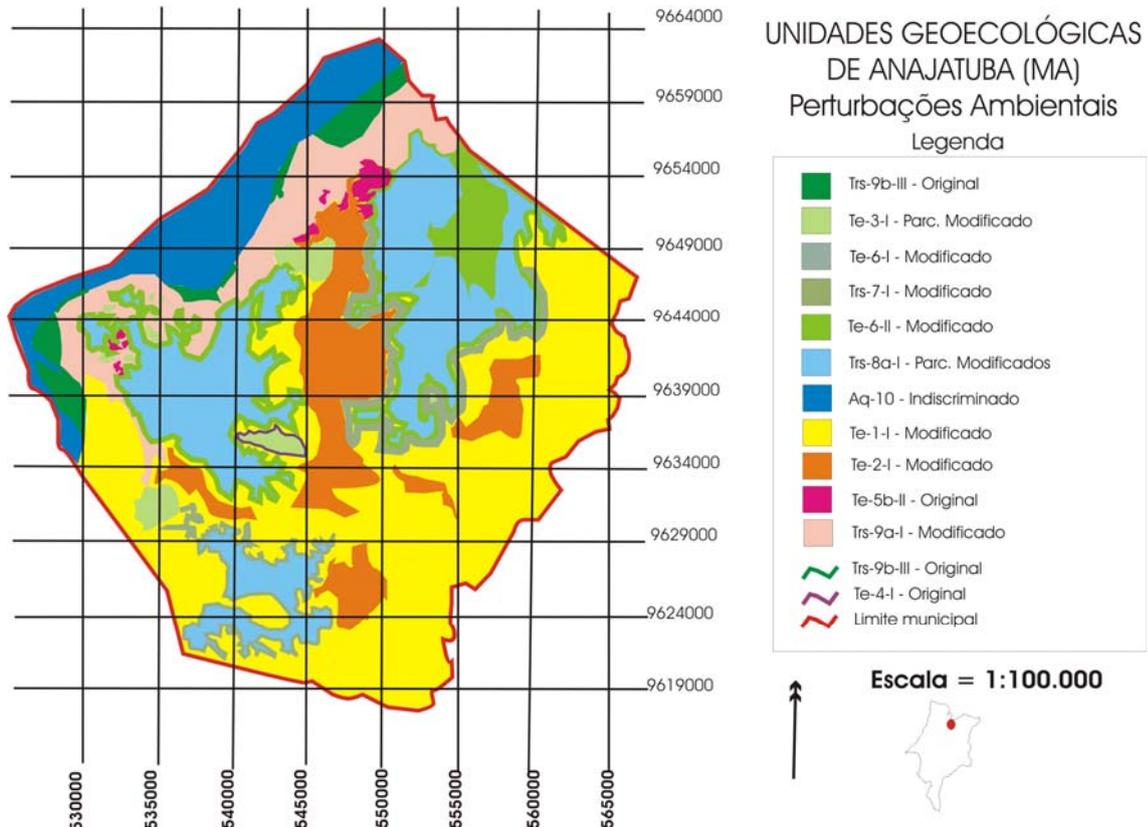
Essas reflexões são importantes dentro de uma proposta metodológica de Zoneamento Ambiental por indicar como devem ser classificados pela Geoecologia/Ecogeografia os espaços em vias de planejamento. As atividades econômicas desenvolvidas em um município, como é o caso de Anajatuba, obviamente dependem das características físicas e ecológicas disponíveis nos espaços herdados da natureza (ANDRADE, 1998). Por isso, é conveniente mencionar que em Anajatuba predominam as seguintes atividades

econômicas básicas: agricultura de subsistência; extração do babaçu; e pecuária extensiva de galináceos, de bubalinos, de bovinos e de suínos. Complementarmente, confere-se a pesca artesanal nos campos inundáveis e nas margens do estuário do Mearim – Baía de São Marcos como prática econômica de subsistência, associada com a caça e extrativismos vegetal, que são consideradas como atividades econômicas significativamente desenvolvidas em Anajatuba.

O Quadro 04, num cruzamento de informações relacionadas às unidades geoecológicas e tipologias econômicas, estabelece uma visão geral de onde se situam os principais esforços de alterações espaciais causadas pelas forças sociais, socioeconômicas e socioculturais de subsistência coletiva, bem como os graus de perturbações ambientais propostos por Carvalho (1986) e Dias (2004), os quais evidenciam, à luz da Ecologia Humana e da Geografia Humana, os tipos de ambientes/ecossistemas originais, alterados e transformados.

Segundo a interpretação ecossistêmica de Carvalho (1986), passível de emprego tanto pela Ecologia Humana, quanto pela Geografia Humana e adaptável à Geomorfologia Antropogenética (DIAS, 2004), necessita-se em um Zoneamento Ambiental entender três categorias gerais de ecossistemas, em função das atividades humanas: os *originais* (ou naturais), que são as unidades ecogeográficas onde são mantidas a configuração geomorfológica e a cobertura vegetal sem perturbações antropogênicas espacialmente expressivas em longo período de tempo, relacionados a fase anterior às perturbações ambientais (pré-perturbação); os *modificados* (ou alterados), também denominados por *ecossistemas perturbados* (DIAS, 2004), são aqueles em que houve esforços de “adequação” da paisagem pelas ações antropogênicas, em função das necessidades relacionadas à economia, no estabelecimento de atividades primárias (extrativismos, caça, pesca, agricultura de subsistência e pecuária extensiva) e no atendimento às necessidades básicas de condições de vida, como o ato de morar; e os *transformados*, aqueles em que não existem mais traços expressivos dos elementos físicos e bióticos originais, superpostos pelas obras de infra-estrutura.

Segundo esse método de análise, que é complementar à Geoecologia, Anajatuba se insere num mosaico interessante de ecossistemas, conforme Carta 03 e Quadro 04 e, que são baseados em ilustrações anteriores (Carta 02 e Quadro 03), mas que mudam as suas penúltima e última colunas, “saindo”, respectivamente, as *espécies vegetais dominantes*, dando lugar ao *Tipo de Ecossistema (Perturbações)* e se insere a coluna relativa às atividades econômicas principais. O enquadramento conceito-pragmático do município em tela baseia-se nas observações em jornadas de campo e na interpretação de imagem de satélite, correlacionadas com as tipologias paisagísticas registradas. Ademais, esses quesitos foram cruzados com a percepção ambiental de moradores (10, ao todo), os informantes-chave, a partir de entrevistas não-padronizadas.



Carta 03: Unidades Ecogeográficas do Município de Anajatuba com respectivos índices qualitativos de perturbações ambientais.

TIPO DE HABITAT	ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICO LOCAL	TIPOLOGIA VEGETACIONAL	TIPO DE ECOSISTEMA (PERTURBAÇÕES)	ATIVIDADES ECONOMICAS PRINCIPAIS
Terrestre (Te)	1. Superfícies colúvio-aluvionares semi-onduladas	I.Matas de cocais (babaçal)	Modificado	-Extração do babaçu;
	2. Modelado de dissecação em ravinas com aprofundamento fraco de incisões	I. Capoeira mista	Modificado	-Extração de babaçu;
	3. Morros testemunho	I.Floresta Subcaducifolia Tropical Amazônica	Parcialmente Modificados	-Caça de pequenos mamíferos e aves; -Extratativismo vegetal de espécies lenhosas;
	4. Escarpas de falha	I.Gramíneas + solo exposto	Modificado	-Agricultura de subsistência (vazantes); -Caça de aves;
	5. <i>Inselbergs</i>	I.Capoeirão latifoliado	Modificados	-Caça de pequenos mamíferos e aves;
		II.Enclave – áreas de contatos vegetacionais múltiplos	Original	-Sem atividades perturbatórias consideráveis;
6. Terraços flúvio-marinhos	I.Formação ribeirinha sem influência flúvio-lacustre	Modificados	-Agricultura itinerante (mandioca); -Pecuária extensiva	
	II.Formação ribeirinha com influência flúvio-lacustre sazonal (vegetação de várzeas).	Modificados	-Agricultura itinerante (milho e arroz);	
Transição (Trs)	7. Leques aluvionais	I.Formação ribeirinha com influência flúvio-lacustre sazonal (vegetação de várzeas)	Modificados	-Agricultura itinerante (milho e arroz);
	8.Planícies de origem flúvio-marinhas:			
	a. Planícies de nível de base regional	I.Campos inundáveis	Parcialmente Modificados	-Pecuária extensiva; -Pesca (período chuvoso)
		II.Formação ribeirinha com influência flúvio-lacustre sazonal (vegetação de várzeas)	Parcialmente Modificados	-Agricultura itinerante (arroz); -Pesca (período chuvoso)
	9. Planícies de origem marinha:			
	a. acumulações arenosas (tesos)	I.Matas de cocais (carnaubal) associadas a formações pioneiras com influência marinha	Modificados	-Pecuária extensiva; -Agricultura de subsistência (arroz, milho, feijão); -Caça e pesca
	b.acumulações de vasas lodosas	II.Marismas tropicais	Originais	-Coleta de mariscos e pesca
III.Manguezal		Originais	idem	
Aquáticos (Aq)	10. Estuário	Ambiente não abordado.	indiscriminado	-Pesca

Quadro 04: Cruzamento de informações entre unidades ecogeográficas, tipos de ecossistemas pelas perturbações ambientais e atividades econômicas principais.

Constatou-se, pois, que predominam em Anajatuba os *ecossistemas modificados*, que embora não apresentem transformações evidentes nas unidades geocológicas, são passíveis de sofrerem impactos cumulativos, em especial pelo uso e ocupação das terras sem as orientações e disciplinamentos que somente podem ser direcionados com a correta elaboração e a

sistemática aplicação de políticas públicas adequadas de gestão territorial. Nesse sentido, finaliza-se esse tópico com algumas sugestões básicas:

- realizar a implementação de controle das queimadas estabelecidas nos campos inundáveis, nos remanescentes de florestas subcaducifólias tropicais, nos enclaves florestais com áreas de contatos vegetacionais múltiplos e nas formações ribeirinhas (tanto aquela sem influência flúvio-lacustre, quanto a que possui tal característica), o que é justificado por serem áreas com potencial necessidade de reconhecimento das espécies animais e vegetais remanescentes de mosaicos de paisagens anteriores ao atual momento geológico (Holoceno Superior);
- desenvolver políticas públicas voltadas para a implementação de orientações técnicas no manejo adequado dos elementos/recursos ambientais para a subsistência da população anajatubense, em especial às comunidades ribeirinhas (os conhecidos moradores de “beiras-de-campo”) e aquelas estabelecidas nos tesos e “ilhas de vegetação latifoliada” do município, respectivamente, pelo fato de serem aquelas com maior poder de comercialização dos seus produtos, e aquelas mais distantes dos demais povoados, haja vista passarem mais de seis meses praticamente isoladas do restante do município, por ocasião do período chuvoso e, por esse motivo, os moradores desenvolveram as atividades econômicas mais variadas, no intuito de produzirem uma pseudo auto-suficiência.

Embora seja evidente que as soluções primem por objetividade e pragmatismo, faz-se necessário lembrar que os esforços políticos municipais e mesmo estaduais necessitam serem somados aos de natureza local, pois apenas dessa forma poderão ser estabelecidas as linhas-mestras de desenvolvimentos de planos, programas e projetos eficazes, correspondendo às necessidades e anseios de cada comunidade anajatubense.

5 ÍNDICES DE SUSTENTABILIDADE APLICADOS AO ZONEAMENTO AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE ANAJATUBA (MA)

Para este item, foram basicamente desenvolvidas análises de modelos conceituais quanti-qualitativos, considerados fundamentais para a validação científica de um Zoneamento

Ambiental, dentre as quais se destaca a interpretação do perfil evolutivo do contingente populacional, aqui aplicada a Anajatuba, e que é precedido de comentários históricos sucintos dos principais fatos e fases que marcaram a configuração territorial e as atividades econômicas do município.

A segunda perspectiva está voltada para a compreensão do Balanço Hídrico de Anajatuba, que, embora tenham sido expostos dados sobre a evolução populacional local em uma perspectiva de trinta anos, foi utilizado para consumo doméstico apenas os dados referentes a 2000 (IBGE, 2000), pois são dados reais e mais confiáveis, embora as perspectivas de incremento populacional 2000 – 2006 são praticamente estáveis. Esse modelo conceitual se volta para o conhecimento, principalmente, do quantitativo de água existente em cada compartimento hídrico no município e como esse elemento/recurso ambiental pode servir à população (no contingente citado).

5.1 Anajatuba e o elemento ambiental “homem”

Este item foi dividido em dois tópicos: o primeiro trabalha com as concepções-chave para o enquadramento histórico da ocupação humana em Anajatuba; e o segundo trata de elementos quanti-qualitativos, os quais podem repercutir na articulação de propostas de políticas públicas baseadas na promoção da dignidade humana, a partir de melhorias das condições de vida da população.

5.1.1 Um breve histórico social

No Brasil, durante o período Colonial (séculos XVII e XVIII), a população de imigrantes europeus, de ascendência luso-açoriana, se distribuiu pelas zonas costeiras brasileiras de forma bem orientada, visando a “conquista de novos espaços” para a Coroa Portuguesa. Esse encaminhamento de fluxos migratórios foi complementado por direcionamentos no sentido litoral – interior, contemporâneo ao primeiro, pela necessidade de se buscar ouro e pedras preciosas e, *a posteriori*, pela procura de vastos espaços dotados de características próprias para

a pecuária bovina extensiva. Ambas as atividades foram estabelecidas nos domínios dos cerrados, nas depressões inter-montanas do Brasil Central e nos campos pastejáveis das paisagens de transição, caso este da Baixada Maranhense.

O elemento homem é considerado importante por ser o principal agente modificador das paisagens (aos níveis local e regional), aquele que causa e potencializa danos aos demais componentes ambientais, que, muitas vezes, dependendo da disponibilidade de capital e tecnologia, tendem a ser irreversíveis (DIAS, 2004; DIAS; FERREIRA, 2004). Dentro de uma proposta de Zoneamento Ambiental, a importância desse *agente transformador* se maximiza, haja vista a necessidade de se reconhecer como sua população local se distribui em uma área (município de Anajatuba, no caso), considerando o perfil evolutivo da mesma, num universo temporal de, no mínimo, 30 anos, uma faixa considerável, uma vez que esse intervalo pode demonstrar mudanças históricas de padrões distributivos, bem como indicar tendências futuras. Assim, segue uma abordagem da construção histórica municipal do século XVIII à atualidade.

Categoricamente é possível afirmar que a história social (ou humana) “colonizadora” de Anajatuba está vinculada às duas correntes migratórias já mencionadas: uma relacionada à ocupação proveniente do litoral (leia-se: advinda da Ilha do Maranhão – São Luís) e a outra oriunda do Brasil Central, em que pesa a corrente provinda das Minas Gerais e de Goiás. Embora a primeira tenha se desenvolvido ainda no Período Colonial, foi apenas no início do século XX que se manifestou de forma mais aguda sua manifestação na ocupação espacial estabelecida pelo gado, tendo picos entre as décadas de 1930 e 1950 (OLIVEIRA, 2005), embora os “pioneiros” luso-açorianos e seus descendentes tenham se dedicado à pecuária, mas sem grande expressividade até a época citada, com atividade econômica principal ficando ao cargo da produção açucareira, com mão-de-obra indígena, substituída aos poucos pela negra (IBGE, 1959).

Entretanto, cabe uma breve ressalva: a ocupação de Anajatuba ainda não foi elucidada, pois não se sabe ao certo quando se estabeleceram os primeiros agrupamentos humanos na região, sendo eles tupis ou não. Ademais, sabe-se que os indígenas estavam presentes naquela localidade na época da chegada dos “colonizadores pioneiros”, de ascendência luso-açoriana (meados do século XVIII), em que pese a vinda de padres jesuítas. Pela Lei Provincial nº 359, de 22 de julho de 1854, Anajatuba foi elevada à categoria de *vila e freguesia* (Vila de Santa Maria de Anajatuba), tendo sido desmembrado de Itapecuru – Mirim pela mesma Lei. Somente em 1938 foi elevada à categoria de cidade (IBGE, 1959).

Egler (1951) afirma que, no ano de 1940, Anajatuba foi pela primeira vez recenseada como município, de fato e de direito. Entretanto, esse autor não revelou o quantitativo populacional registrado, apenas informando que o município contava com dois “distritos censitários”: Anajatuba (ou sede) e Gabarras (zona rural). Este último, por sua vez, correspondia a um local com potencialidade econômica expressiva dentro do município: o Porto de Gabarras, que em conjunto com o Porto de Casinha, faziam o embarque de mercadorias para São Luís e outras cidades costeiras do Estado, em que circulavam, sobretudo, o gado bovino (carnes, leite e derivados), derivados da cana-de-açúcar e o arroz. Esses locais também funcionavam de entreposto de navegação entre o litoral e o interior, já que deles partiam barcas para os baixos e médios vales do Mearim, Grajaú e Pindaré.

Destaca-se, pois, que ambos os entrepostos marítimos supracitados hoje não mais existem, tal qual a atividade açucareira, fatos estes que concorreram para a desestabilização e desarticulação da economia local, culminando na estagnação de Anajatuba e dependência financeira externa, algo já previsto por Egler (1951) e Galvão (1955), quando comentaram sobre a vinculação de Anajatuba à área de influência socioeconômica direta estabelecida pela capital maranhense.

No que tange ao trajeto da corrente migratória ligada ao gado bovino, lembra-se que o mesmo, durante as décadas de 1930 a 1950, era feita a partir do ato de se “tocar o gado” de Minas Gerais (Uberaba, Uberlândia e Montes Claros) para as “paragens” maranhenses, serviço este que era realizado a cavalo pelos estados de Minas, Goiás, prosseguindo pelo vale do Tocantins, passando aos vales do Mearim e/ou Grajaú até chegar em Anajatuba (OLIVEIRA, 2005). Com a chegada dos búfalos, década de 1960, houve uma relativa paralisação dessa atividade e do fluxo populacional humano.

A economia se centrou (como ainda se centra) na bovinocultura e na bubalinocultura, com o desenvolvimento expressivo da suinocultura, de forma não muito atrelada às duas outras “criações”. Da mesma maneira, os animais eram (e ainda o são) criados soltos nos campos, sem controle ou atenção para as mazelas que a pecuária extensiva de subsistência proporcionam, como a disseminação de patologias, a dificuldade de se manter um controle populacional, além da impossibilidade de se estabelecer quais são os insumos alimentares necessários para o controle de verminoses, maximização da produção e melhorias nos padrões de produtividade dessas culturas, tendo em vista tanto o mercado local, quanto a inserção de Anajatuba na economia regional e mesmo estadual.

5.1.2 Evolução do contingente populacional em Anajatuba

Dentro do contexto da conjuntura histórica, é importante analisar como se comportou a população do município desde a década de 1970 até 2006, tendo por base os perfis quantitativos do IBGE (1970; 1980; 1991; 2000; 2006), conforme Gráfico 01. As informações contidas a seguir são baseadas em interpretações numéricas dos dados apresentados na ilustração mencionada, o que leva a múltiplos raciocínios sobre os cenários de tendências evolutivas aplicadas, como modelo conceitual, ao município.

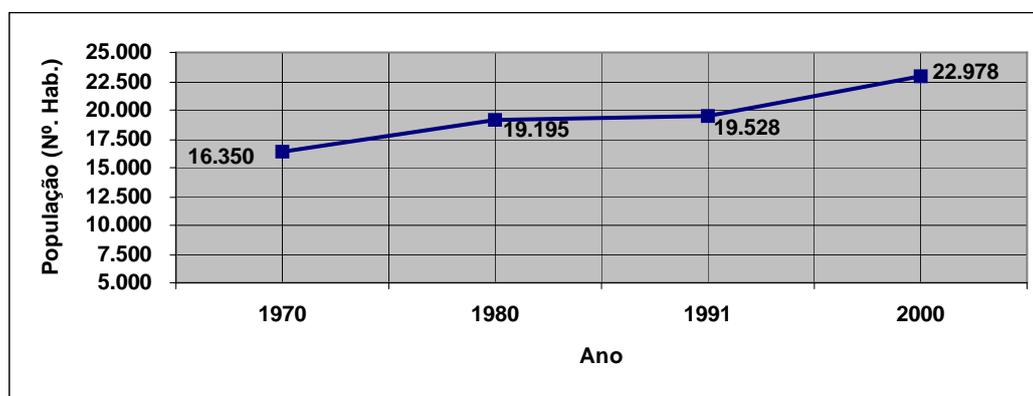


Gráfico 01: Evolução populacional do município de Anajatuba (MA) entre 1970 e 2000.

Fonte: Adaptado a partir de dados de IBGE (1970; 1980; 1991; 2000).

A seguir, apresenta-se o modelo conceitual (equação) de taxa crescimento populacional empregado:

$$T_{xc} = \frac{(P_f - P_0)}{P_f} \times 100$$

Onde: T_{xc} corresponde à *taxa de crescimento em certo período*; P_f indica o quantitativo populacional do ano final da seqüência calculada; e P_0 representa o quantitativo populacional do ano inicial da seqüência em questão. Analiticamente, o modelo conceitual expor do crescimento populacional de Anajatuba é diferente do padrão brasileiro, por exemplo, que quase dobrou entre os anos de 1970 e que foi seguido por muitos de seus municípios, que, à época, eram considerados pequenos e hoje já são de porte médio (mais de 250.000 habitantes).

Somente entre as décadas de 1970 e 1980, Anajatuba cresceu em 2.845 habitantes, o que corresponde a um aumento real de 17,40% em uma década, ou 1,74% ao ano, o que é considerado baixo para o Brasil daquela época, que atingia um *incremento populacional médio* de 2,08% ao ano, informação essa extraída da análise de dados presentes em Santos (1994). Ademais, nesse período houve a consolidação efetiva do fenômeno urbano brasileiro, o

que não foi acompanhado pelos índices de urbanização municipais (Gráfico 02), o que é uma tendência absoluta, pois embora haja crescimento relativo da população urbana, a mesma é acompanhada pela rural, mesmo em momento de leve decréscimo desta última (entre 1980 e 1991).

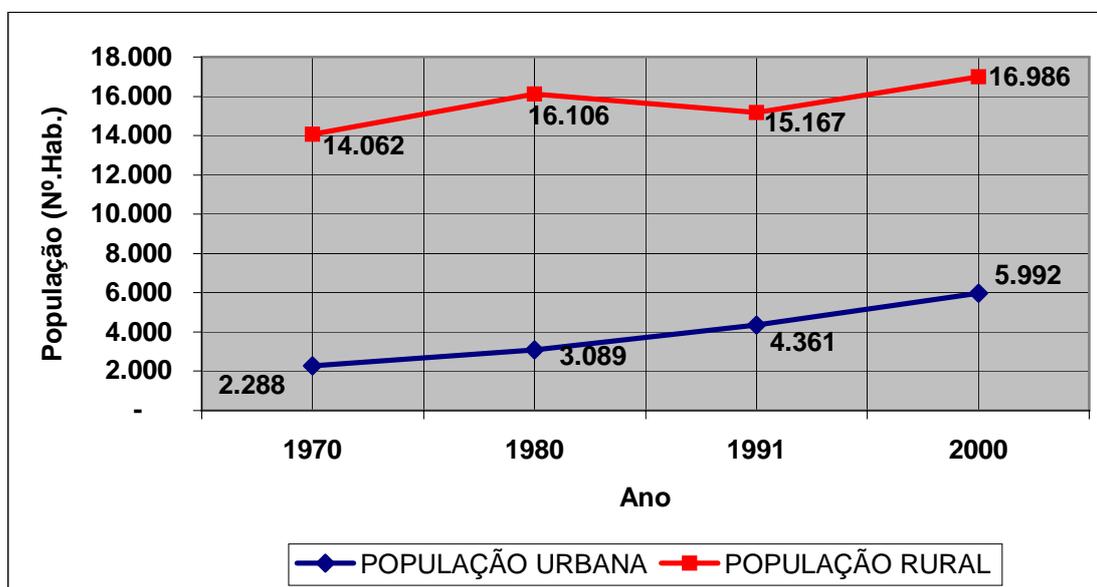


Gráfico 02: Relação entre as populações urbana e rural de Anajatuba (MA).

Fonte: Adaptado a partir de dados de IBGE (1970; 1980; 1991; 2000).

Para o decênio compreendido entre 1980 e 1991, a taxa de crescimento foi de 1,70%, não ao ano, que era de 0,17%, mas à década! Ou seja, enquanto se levava um ano no período antecedente para se somar 1,74% à população anajatubense, esse valor real apenas foi atingido em 11 anos (\cong 0,16% ao ano), o que pode ser explicado não apenas pela queda da natalidade e/ou incremento das taxas de mortalidade em todas as faixas etárias, mas pelo fator de “expulsão” de contingente populacional, o qual se tornou mais evidente, já que Anajatuba passou à estagnação econômica efetiva, o que ajudou (e isso é passível de análises mais criteriosas) a incrementar os espaços de atração regionais, como é o caso de São Luís, que é dotado de equipamentos e serviços urbanos que “poderiam” levar a melhorias das condições de vida do cidadão, mas que acabaram por gerar exclusão social, haja vista a falta de qualificação profissional que os migrantes apresentariam na bacia urbana mencionada, hipoteticamente.

Já entre os anos de 1991 e 2000, o que se observa é uma retomada do crescimento populacional do município, algo que é traduzido pelo incremento demográfico de 15,01% à década, ou 1,67% ao ano (em nove anos). Isso deve estar relacionado com o aumento do índice de natalidade e a implantação de posto de saúde, o que pode ter relações com as quedas de mortalidade infantil (supõem-se), além de melhorias na MA-324, que liga a sede do município à BR-135, que melhorou os fluxos econômicos e de passageiros entre a sede de Anajatuba e os

povoados pelas quais a rodovia passa com outros locais mais atrativos, mas próximos, como é o caso da localidade Entroncamento, no município de Itapecuru-mirim. Para os anos de 2000 a 2006, houve um incremento populacional de apenas 236 habitantes, a uma taxa de crescimento calculada (para efeitos deste trabalho) de 0,17% ao ano, valor similar àquele estabelecido para o decênio 1980 – 1991.

Na divisão entre zonas rural e urbana, Anajatuba mantém uma proporção relativa, da primeira comparada à segunda, na ordem de 5,14:1 (1970), 4,21:1 (1980), 2,47:1 (1991) e 1,83:1 (2000), ou seja, a zona rural, embora cresça populacionalmente e tem um quantitativo maior em todos os períodos avaliados, há uma tendência de queda da razão existente entre as tipologias censitárias (ou enquadramentos, por zona de divisão municipal) anajatubenses, o que pode indicar numa inversão de quadro, seguindo a tendência, ao longo dos próximos 29 anos (proposta de reconhecimento de cenário de longo prazo). No entanto, é preciso cautela ao se afirmar isso, pois esse índice foi mantido em 2006 (IBGE, 2006).

Esses elementos são interessantes para que sejam conhecidos os cenários populacionais anteriores ao presente (1970 a 2006), o que indica um outro modelo conceitual importante em um Zoneamento Ambiental, que é a tendência de evolução populacional. Para efeitos de cálculo, foram analisados apenas os contingentes relacionados ao total da população para os próximos 30 anos (2006 – 2036), não se levando a cabo a divisão entre rural e urbano, haja vista manutenção da relação 1,83:1, conforme visto anteriormente. Isso é importante para a concepção embrionária de políticas públicas adequadas para a promoção de melhorias de condições de vida e da dignidade humana, com base na diminuição da pobreza pelo acesso ao conhecimento e ao manuseio de técnicas adequadas ao incremento de atividades econômicas já existentes e desenvolvimento de outras, mantendo em vista a prática necessária do manejo sustentável dos elementos/recursos ambientais disponíveis.

Para a elaboração desse modelo conceitual, utilizou-se a fórmula proposta por Freitas e Costa (1976, p. 209):

$$P_i = P_0 \times (1 + T_{XC})^t$$

Em que P_i é a população equivalente ao ano que se deseja prever; P_0 é a contingente populacional do ano-base de cálculos; 1 é uma constante; T_{XC} é a taxa de crescimento, que pode ser dada por ano ou pelo período que se desejar (meses ou década, nunca mais que esta); t é o tempo de tendência quantitativa, dado em números naturais.

Para efeitos de cálculos de projeção de cenários demográficos, foram estabelecidas quatro tendências básicas: a primeira, que é a real (Cenário de População – Cp1), obedecendo ao ritmo (taxa) de crescimento atual (2000-2006, que é de 0,17% ao ano) para todo

o período e não até 2010, como feito nas demais projeções; a segunda e a terceira, que são hipotéticas, apresentam cenários evolutivos considerando-se, respectivamente, um aumento de meio (0,67% ao ano - Cp2) e um ponto percentual (1,17% ao ano – Cp3), respectivamente, como prováveis índices.

Como alguns municípios da Baixada Maranhense (tomando, por exemplo, Cajari, Olinda Nova do Maranhão, Viana e Penalva) apresentam taxas de crescimento negativo (MARANHÃO, 2003, p.93), conveniou-se trabalhar com outras três perspectivas: Cp4 ($r = -0,17\%$ ao ano), Cp5 ($r = -0,67\%$ ao ano) e Cp6 ($r = -1,7\%$ ao ano). As projeções estão contidas na Tabela 01 e Gráfico 03.

Tabela 01: Tendências evolutivas da população de Anajatuba em diversos cenários (população total). Cp1, Cp2, Cp3, Cp4, Cp5 e Cp6 são expressos por números de habitantes. Em laranja escuro, dados reais. Em laranja claro, projeções.

ANO	Cp1	Cp2	Cp3	Cp4	Cp5	Cp6
1970*	16.350	16.350	16.350	16.350	16.350	16.350
1980*	19.195	19.195	19.195	19.195	19.195	19.195
1991*	19.528	19.528	19.528	19.528	19.528	19.528
2000*	22.978	22.978	22.978	22.978	22.978	22.978
2006*	23.214	23.214	23.214	23.214	23.214	23.214
2010**	23.372	23.372	23.372	23.372	23.372	23.372
2015**	23.572	24.166	25.428	23.174	22.600	21.452
2020**	23.773	24.986	27.664	22.978	22.408	21.270
2030**	23.975	25.835	30.096	22.783	22.218	21.090
2035**	24.180	26.712	32.743	22.590	22.030	20.911

Fontes: * Adaptados de IBGE (1970; 1980; 1991; 2000; 2006).

** Registros da pesquisa.

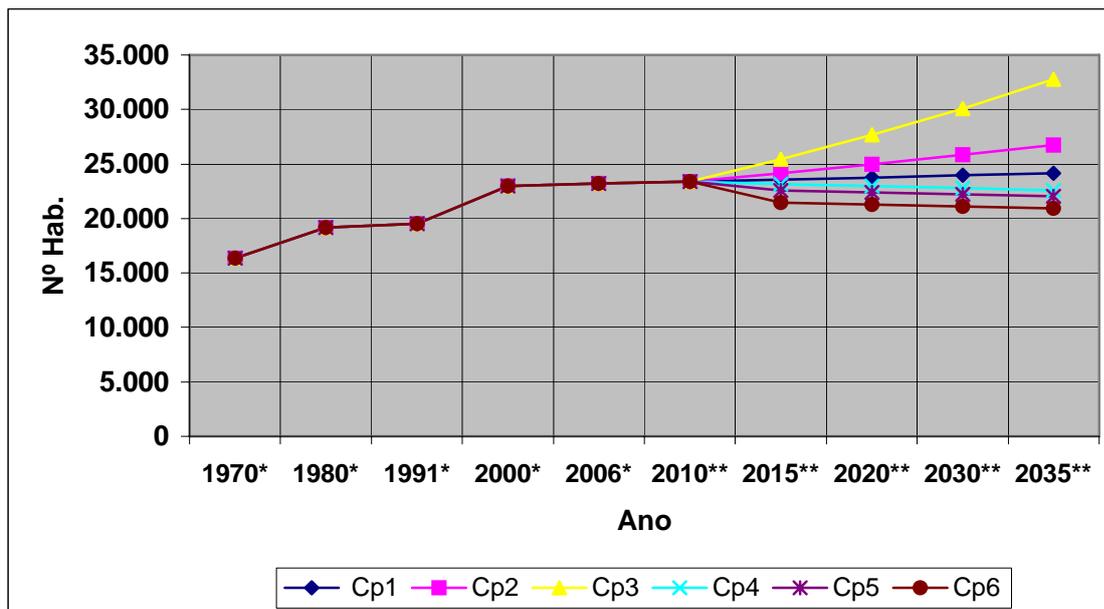


Gráfico 03: Evolução Populacional Real de Anajatuba (1970 – 2006) e Tendências Previstas até 2035.

Fonte: IBGE (1970; 1980; 1991; 2000; 2006) e Registros de Pesquisa.

Ante o exposto, faz-se conveniente estabelecer algumas análises necessárias. Percebe-se claramente que o cenário Cp3 é, obviamente, o mais distante da tendência geral de crescimento, enquanto Cp3 é o mais heterogêneo no que tange ao decréscimo do contingente populacional. Mas os modelos conceituais adotados em Cp1, Cp2, Cp4 e Cp5 são interessantes, pois mostram comportamentos que, embora sejam discrepantes, apresentam relativamente uma pequena pressão demográfica sobre o meio, vista em números reais.

Esses cenários são importantes porque demonstram como crescerá a população municipal, embora não necessariamente explique “para onde”. Dessa forma, para que sejam estabelecidas políticas públicas que vislumbrem melhorias razoáveis das condições de vida da população, será necessária à continuidade da presença humana em Anajatuba que os gestores municipais e estaduais se preocupem em observar para que quadrantes do município são encaminhados os avanços populacionais, bem como quais são as áreas passíveis de desestabilização da concentração de pessoas. Pode-se, portanto, a partir desses números saber quais são os locais preferenciais de ocupação para o desenvolvimento de atividades econômicas, bem como se as mesmas terão condições de manter um PIB *per capita* capaz de fazer com que Anajatuba sobreviva, enquanto unidade territorial, de maneira mais autônoma.

Outrossim, se há mais pessoas pressionando os elementos ambientais (cenários Cp1, Cp2 e Cp3), como águas, solos e vegetação, por exemplo, para diversos usos possíveis (da subsistência básica à produção voltada para o mercado), a pressão sobre os elementos físicos e ecológicos tende a se maximizar, logicamente. No entanto, com a diminuição da concentração

populacional em Anajatuba (cenários Cp4, Cp5 e Cp6), a perspectiva de problemas ambientais de expressão local/regional não corre o risco de se minimizar. Ao contrário, como houve vários ciclos de exploração diversificados dos ambientes físicos e dos elementos/recursos naturais e ecológicos no município, sem que tivessem quaisquer que fossem os direcionamentos técnicos, existe uma perspectiva clara de persistência de danos que podem levar à degradação de alguns sistemas ambientais, que são identificados a partir de uma sucessão de impactos (ou pressões) sobre os seus constituintes paisagísticos.

5.2 Disponibilidade Hídrica do Município

A água, por ser o elemento essencial para o desenvolvimento da vida na Terra, também é um fator condicionante para a articulação das atividades humanas (DREW, 2002), tanto de subsistência, quanto para a manutenção de ciclos econômicos dos mais heterogêneos possíveis. Sem ela, não há desenvolvimento e manutenção do metabolismo dos seres vivos. Portanto, ela é um fator limitante à vida e às atividades econômicas.

Desde os primórdios da humanidade, os agrupamentos populacionais da espécie *Homo sapiens* sempre procuraram se instalar, temporariamente ou não, em espaços dotados de disponibilidade hídrica para suprimento de suas necessidades básicas. Ademais, foi a partir dessa associação “sociedades – recursos hídricos” que houve a predisposição ao desenvolvimento de atividades agrícolas e, por seu turno, do processo de sedentarização do homem (DIAMOND, 2001), implicando na gênese de novas organizações e articulações de seus *modus vivendi* (jeito de viver, de se relacionarem) e de seus *modus operandi* (maneiras pelas quais os grupos sociais realizam atividades básicas, com o intuito de melhorarem o seu jeito de viver; também pode ser lembrado como *trabalho*), o que, em conjunto, implicam em modificações no espaço (BOURDIEU, 1998).

Para Coelho Netto (2001, p.93), “[...] dentre as múltiplas funções da água destacamos seu papel como modelador do relevo da superfície da Terra [...]”, o que de fato é significativo numa abordagem puramente física, mas insuficiente (ao ser considerada *di per se*) para análises referentes à sociedade e às suas necessidades básicas associadas àquele importante elemento ambiental. Já Drew (2002) afirma que a água, como um agente físico, é um elemento que interfere nas dinâmicas sociais e econômicas. Em suas palavras,

[...] em parte, foi por causa da absoluta importância da água potável que a alteração da sua ocorrência no tempo e no espaço provocou as primeiras tentativas do homem para modificar o meio natural. Na verdade, o desenvolvimento da agricultura e da sociedade organizada sempre esteve vinculado ao controle da água, especialmente pela irrigação [...] (DREW, 2002, p. 87).

Complementarmente, Penteadó (1970) argumenta que o desenvolvimento dos processos de ocupação populacional e os incrementos territoriais no conjunto dos espaços brasileiros estão intimamente correlacionados à disponibilidade de fontes d'água para abastecimento humano, mas também se vincula à necessidade de locomoção e transporte, tanto de pessoas, quanto de mercadorias. Isso é mais evidente, segundo o autor, em áreas adjacentes ao litoral e nas proximidades de canais fluviais e lagos de abrangência regional. Assim, há uma multiplicidade de usos desse elemento.

Em perspectiva voltada para o Zoneamento Ambiental, uma das questões cruciais é o real conhecimento de como se enquadram os recursos hídricos de um dado território, no caso específico, um município, no que tange à sua disponibilidade e quantidade em compartimentos diversos, que no caso de Anajatuba são os seguintes:

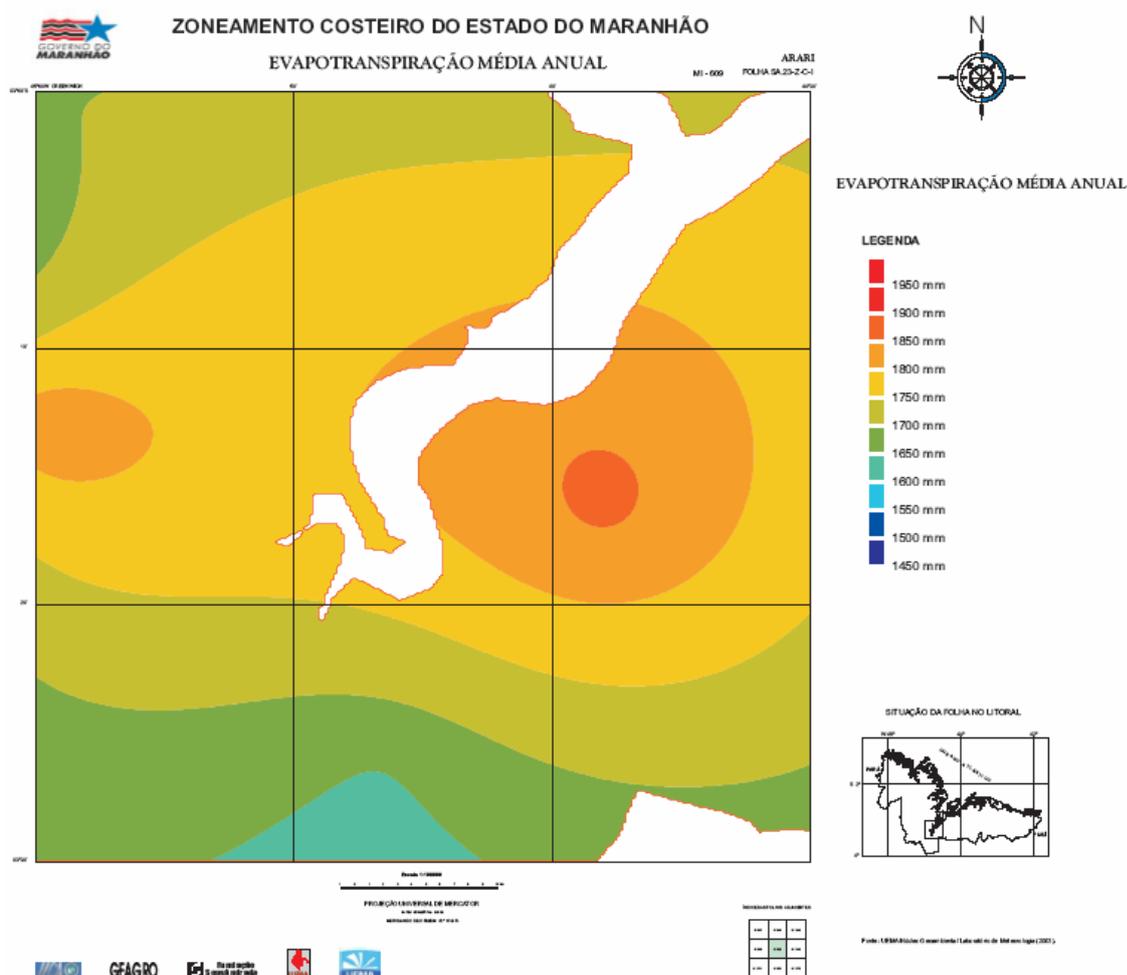
- **Áreas inundáveis (campos):** o armazenamento das águas acontecem no período chuvoso (entre janeiro e junho, com maior intensidade entre fevereiro e junho); com o substrato argiloso (plintossolos), a carga afluyente dos freáticos é reduzida nesse ambiente;
- **Terra firme:** espaços físicos detentores de áreas de recarga dos freáticos. Estão caracterizados, geomorfologicamente, em duas categorias: os *tesos*, que estão entre a Baía de São Marcos e os campos inundáveis de Anajatuba, com disposição sedimentar arenosa; e as “terras firmes terciárias”, na concepção do Zoneamento Costeiro do Estado (MARANHÃO, 2003), com superfícies de arenitos concrecionários e outros tipos de sedimentos.
- **Freáticos:** que acompanham os desnivelamentos topográficos da geomorfologia anajatubense, de profundidade média de 5,50 metros, com lâmina d'água de 4,00 metros (média) no período chuvoso e de 0,80 metro (média) no período de estiagem.

Para a concepção do Balanço Hídrico do Município de Anajatuba, foram desenvolvidas as seguintes atividades:

- a) medição de poços em tempos distintos (estiagem = dezembro de 2005; chuvoso = abril de 2006); para tal, usou-se uma trena de 30 metros, com um prumo de metal (200 gramas) amarrado em sua ponta; as medições foram

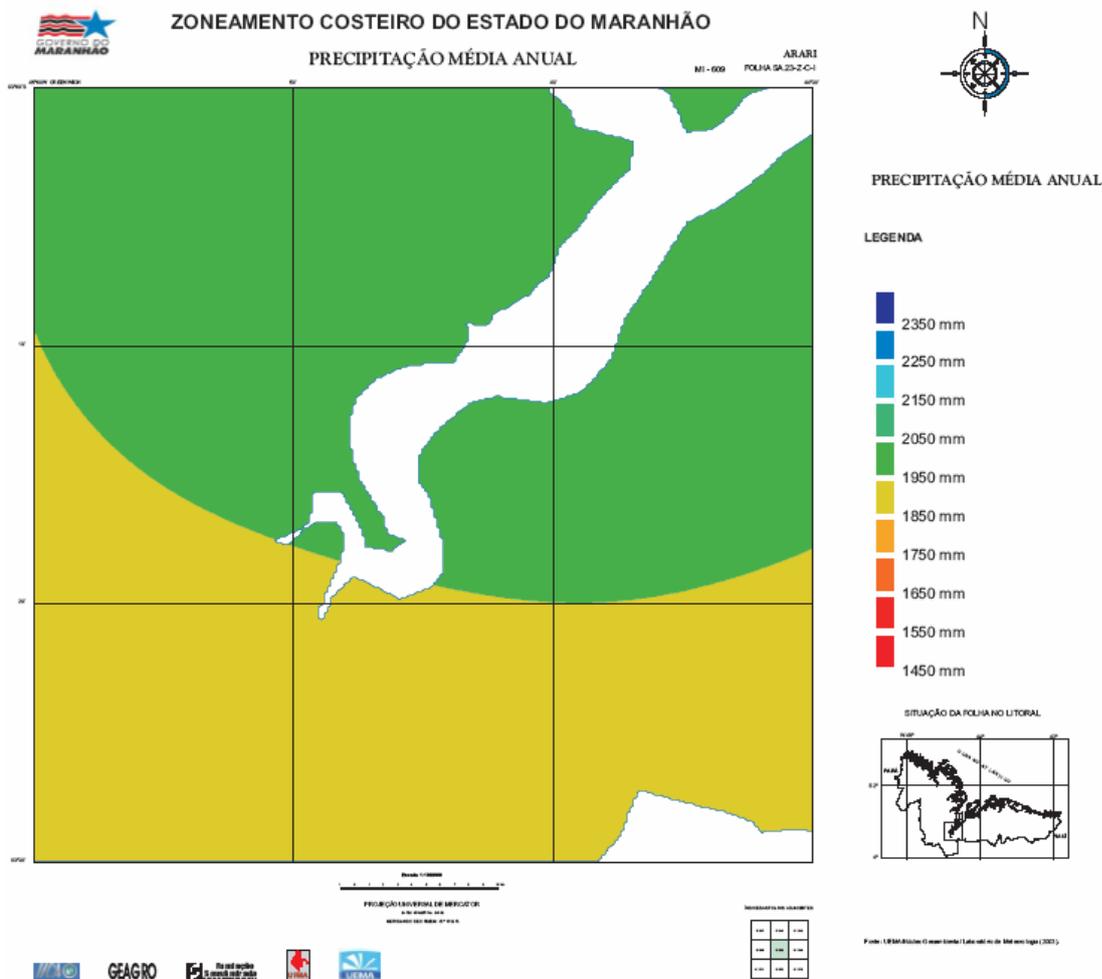
realizadas em quatro poços em cotas altimétricas entre 05 e 15 metros (povoados Moído, Quebra, Areal e na sede do município), e três em cotas entre 15 – 30 metros (localidades Moído, Bacabalzinho e Peri-mirim), aferindo-se profundidades entre a base do poço e a lamina d'água e entre aquela e o fundo, descontando-se os 10,00 cm de altura do prumo;

- b) aferição dos principais usos da água com os moradores, constatando-se que a mesma é usada para consumo doméstico e para a dessedentarização de aves, de animais de carga e do gado (estes dois últimos, em áreas mais distantes dos campos inundáveis, como em Bacabalzinho e Peri-mirim, que estão em “terra firme”);
- c) enquadramento do município de Anajatuba segundo os valores de evaporação total (evaporação + evapotranspiração), Carta 04, precipitação total, Carta 05, segundo Maranhão (2003); para escoamento superficial e estoques hídricos nos freáticos foram procedidos modelos tendenciais estabelecidos com base em atributos de distribuição da drenagem e medições das áreas dos campos inundáveis.



Carta 04: Evapotranspiração média anual da Folha SA.23-Z-C-I. Escala original – 1:100.000.
Fonte: Maranhão (2003).

Para Costa et. al. (2005, p. 4.465), “[...] o balanço hídrico é um modelo conceitual de avaliação quantitativa dos recursos hídricos de uma região, relacionando os processos intervenientes no ciclo hidrológico [...]”, o qual pode ser representado pela figura 15. Observação importante: para o estabelecimento do modelo conceitual de balanço hídrico de Anajatuba, utilizou-se o tratamento analítico estabelecido pelo trabalho de Costa et. al. (2005), elaborado para o Lago de Viana (MA). Naquela proposta, como também nesta, foram situados dados de dois períodos distintos: um *chuvoso*, que no caso anajatubense varia de janeiro a junho; e um de *estiagem*, que localmente se distribui entre os meses de julho e dezembro.



Carta 05: Precipitação média anual da Folha SA.23-Z-C-I. Escala original – 1:100.000.
Fonte: Maranhão (2003).

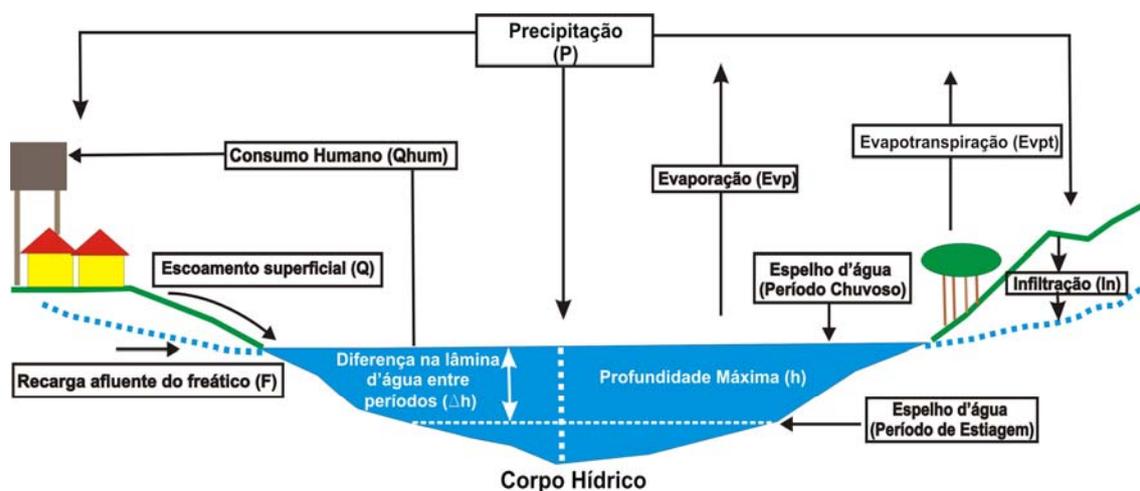


Figura 15: Modelo esquemático elementar de Balanço Hídrico, associado ao ciclo hidrológico.

Os dados foram obtidos pela equação:

$$\mathbf{BH = (PPT + R) + E + F - (ET + CD)}, \text{ em que:}$$

BH = balanço hídrico;

PPT = precipitação total (médias);
R = carga afluyente dos rios/furos;
E = escoamento superficial;
F = carga afluyente dos freáticos;
ET = evaporação + evapotranspiração (médias);
CD = consumo doméstico.

Inicialmente, é interessante que seja visto o indicativo $CD = N_{\text{cons}} \cdot L_C$, ou seja, o consumo doméstico (**CD**), que é igual à multiplicação do número de consumidores (N_{cons}), pelo limite crítico de abastecimento d'água (L_C), que Falkenmark e Widstre (1992 apud COSTA et. al., 2005) determinaram como sendo uma constante de 200 litros d'água/habitante/dia. Ademais, em Anajatuba, segundo dados do Censo Demográfico 2000 (IBGE, 2000) existem:

- 1.365 domicílios abastecidos pela rede geral, ou seja, com águas captadas pelo SAAE (Serviço Autônomo de Águas e Esgotos) do município;
- 3.523 domicílios abastecidos por poços ou nascentes. Embora esse seja o critério do IBGE (poço/nascente), o que se constata em Anajatuba, onde não existem nascentes próximas aos espaços humanos ocupados, o valor exposto equivale às residências que têm nos poços, geralmente artesanais, a disponibilidade de águas para abastecimento;
- 178 domicílios abastecidos de outra forma, que, localmente, correspondem àquelas residências situadas nos tesos e/ou nas “ilhas”, que se abastecem tanto por cacimbas, quanto diretamente das águas dos campos inundáveis (período chuvoso).

Para se conceber a quantidade média de moradores por domicílio em Anajatuba, dividiu-se a quantidade de habitantes, 22.978 (IBGE, 2000), pela quantidade total de residências, que é igual a 5.066, perfazendo um total de aproximadamente 4,54 habitantes/residência, com cada domicílio exigindo um total mínimo médio de 908 litros d'água/dia. Portanto:

$$CD = N_{\text{cons}} \cdot L_C \Rightarrow CD = 22.978 \cdot 200 \Rightarrow \underline{CD = 4.595.600 \text{ litros d'água/dia;}}$$

$$\text{Transformando-se litro (l)}^{24} \text{ para m}^3, \text{ têm-se: } CD = 4.595,60 \text{ m}^3.$$

Ou seja, para não ser enquadrada em patamar de escassez hídrica, são exigidos minimamente 4.595.600 litros d'água/dia para o abastecimento das necessidades humanas

²⁴ Matematicamente, um litro (01 l) equivale a um decímetro cúbico (01dm³). Para que seja um valor em litros transformado em m³ basta que se faça a conversão de litro para metro cúbico e esse valor se divida por 1.000 (10³).

mínimas dos habitantes de Anajatuba, o que perfaz um total de 838.697 m³ d'água/semestre (182,2 dias) e 1.677.394 m³ d'água/ano. Esses valores serão utilizados posteriormente.

Seguindo adiante, em Anajatuba há cinco espaços físicos significativamente amplos, ou seja, com mais de 2.500.000 m² (ou 2,5 x 10⁶ m², o que equivale a 2,5 km²) que estão sujeitos a inundações periódicas, os quais se prefere chamar de *ambientes de estocagens hídricas episódicas* (Ae), com as respectivas áreas totais, profundidades médias e capacidade máxima de armazenamento expostas na Tabela 02.

Tabela 02: Dados sobre Ambientes de Estocagens Hídricas Episódicas de Anajatuba (MA).

AMBIENTE	ÁREA TOTAL - (m ²)	PROFUNDIDADE MÉDIA (m)	CAPACIDADE MÁXIMA DE ARMAZENAMENTO (m ³)
Ae1	100.178.860,50	2,00	200.357.721,00
Ae2	203.540.226,75	1,00	203.540.226,75
Ae3	50.279.096,75	1,00	50.279.096,75
Ae4	3.659.258,31	1,00	3.659.258,31
Ae5	2.881.242,5	1,00	2.881.242,50
TOTAL	360.538.684,81	—	460.717.545,31

Algumas breves considerações fazem-se importantes: não foram inseridos aqui, até o momento, dados sobre Escoamento Superficial (E) e Carga Afluente dos Freáticos (F), nem Precipitação Total (PPT)²⁵. Esses dados apenas apontam a capacidade média de armazenamento d'água em cada um dos mencionados ambientes. O complemento exigido será visto adiante. As medidas de áreas e profundidade média de cada espaço foram feitas usando o software SPRING 4.3 em imagem de satélite LANDSAT TM-5, bandas 5-4-3, superposta ao MNT (Modelo Numérico de Terreno) do SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) da NASA, de 2000, com respectivas isolinhas de 5 – 5 m e grade altimétrica.

No que tange os dados expostos na Tabela 01, é interessante notar que, embora Ae2 seja o maior de todos ambientes de estocagens hídricas episódicas, com área total aproximadamente 2,03 vezes maior que Ae1, é este que possui, proporcionalmente, maior capacidade de armazenamento, dada sua profundidade média, com uma relação de 2/1, enquanto os demais, inclusive Ae2, possuem uma relação de paridade simples, ou seja, 1/1.

Prosseguindo-se, ao serem descartados os espaços ocupados por manguezais (35.150.000,00 m²), por marismas tropicais (100.000,00 m²), pelo estuário do Mearim

²⁵ Ao nível de explicação objetiva, PPT+R correspondem, segundo Costa et. al. (2005, p. 4.468) ao armazenamento total do corpo d'água, que é variável segundo a estação, que localmente, ou é chuvosa ou é seca (estiagem).

(107.740.000,00 m²) e $A_{e \text{ Total}}$ (360.538.684,81 m²), Anajatuba possui uma área total de terras emersas na ordem de 612.471.315,19 m². Dessa maneira, com lâmina d'água média dos freáticos no período chuvoso na faixa de 4,00 metros de saturação e durante a estiagem, em média, 0,80 metro²⁶, com tendência exposta no Gráfico 04, para efeitos de cálculo, têm-se: $F = (A_{\text{terra emersas}} \times h_{\text{freático}})$, onde F é a quantidade de águas estocadas em compartimentos subsuperficiais (freáticos), ou carga afluyente dos freáticos; $A_{\text{terra emersas}}$ equivale ao total de terras emersas (em m²) multiplicado por $h_{\text{freático}}$, ou seja, a altura da lâmina d'água do freático, medida em dois períodos distintos (chuvoso e estiagem). Por conseguinte, para o período chuvoso, têm-se:

$$F = (A_{\text{terra emersas}} \times h_{\text{freático}}) \rightarrow F = 612.471.315,19 \text{ m}^2 \times 4,00 \text{ m}$$

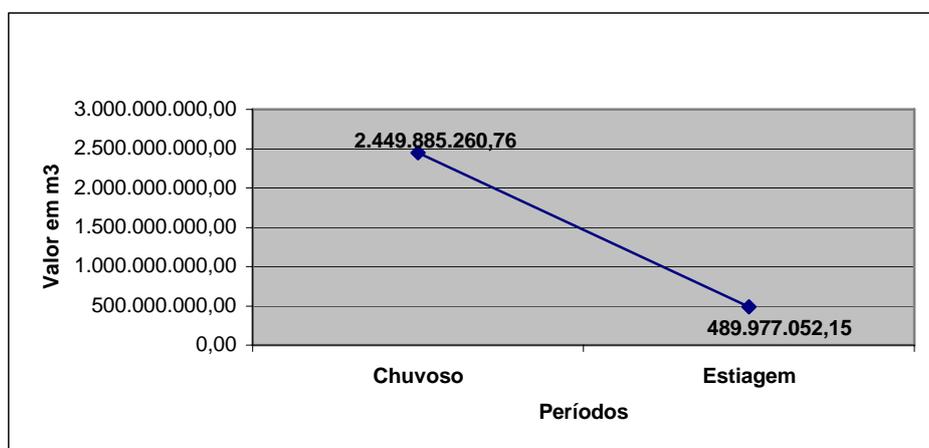
$$F = 2.449.885.260,76 \text{ m}^3.$$

Para o período de estiagem, obtêm-se:

$$F = (A_{\text{terra emersas}} \times h_{\text{freático}}) \rightarrow F = 612.471.315,19 \text{ m}^2 \times 0,80 \text{ m}$$

$$F = 489.977.052,15 \text{ m}^3.$$

Dando continuidade, para a contextualização *in situ* de Anajatuba, foram dispostos os seguintes critérios analíticos: $R = Q \cdot \Delta t$, onde Q é a vazão média (calculada pela fórmula $Q = A \cdot h_x$, ou seja, área do transecto – A – multiplicado pela altura média – h – do mesmo e é dado por m³) e Δt é o tempo em segundos (s); $E = R$, uma vez que não se obteve dados sobre o escoamento superficial, mas é possível, diretamente, inferi-los com relação à carga afluyente dos “furos” ou “sangradouros” nos ambientes Ae1 e Ae2, haja vista serem os únicos ambientes a possuí-los. Lembra-se, pois, que R está relacionado apenas ao período chuvoso, já que na estiagem eles secam por completo, com exceção do Igarapé do Troitá, que é barrado e a carga tende, por isso, a 0,0 (zero).



²⁶ Ou seja, durante a estiagem, há uma diminuição de, aproximadamente, 80% da disponibilidade hídrica estocada nos freáticos do município de Anajatuba (MA).

Gráfico 04: Carga Afluente do Freático em Anajatuba (MA) em tendência evolutiva comparativa.

Ae1 possui uma quantidade de sete canais preferenciais de escoamento, estabelecidos, com respectivos cálculos de R, na Tabela 03. Já Ae2 possui quatro desses elementos hidrogeomorfológicos, os quais estão expostos na Tabela 04. De maneira complementar, Δt é equivalente ao número de meses em que há fluxos hídricos passando pelos canais, o que ocorre apenas durante 02 meses do ano, entre maio e junho, segundo moradores do povoado “Troitá” e da “Ilha do Graxixá”, o que equivale ao período em que os campos estão efetivamente “cheios”. Dessa forma, o intervalo de 60 dias foi transformado em segundos, perfazendo um total de 5.784.000 s (segundos). Para $E = R$ apenas, para efeitos de cálculos, se inseriu o quantitativo de escoamento por dois meses ($[R-Ae1+R-Ae2]= 986.273.220,00 \text{ m}^3/2\text{meses}$) e extrapolou-se o mesmo para uma perspectiva (tendência) para os outros quatro meses, multiplicando-se o valor obtido por 03, o que perfaz o valor de 2.958.819.660,00 $\text{m}^3/06\text{meses}$.

Tabela 03: Canais preferenciais de escoamento em Ae1.

CANAL	A (m)	hx (m)	Q = (A*hx)*1	Δt	R ($\text{m}^3/02\text{meses}$)
1	81,10	0,20	16,22	5.784.000	93.816.480,00
2	49,20	0,20	9,84	5.784.000	56.914.560,00
3	35,80	0,20	7,16	5.784.000	41.413.440,00
4	20,00	0,30	6,00	5.784.000	34.704.000,00
5	56,75	0,20	11,35	5.784.000	65.648.400,00
6	20,50	1,50	30,75	5.784.000	177.858.000,00
7	8,75	0,25	2,19	5.784.000	12.652.500,00
Total (R-Ae1)					483.007.380,00

Tabela 04: Canais preferenciais de escoamento em Ae2.

CANAL	A (m)	hx (m)	Q = (A*hx)*1	Δt	R ($\text{m}^3/02\text{meses}$)
1	69,00	0,20	16,22	5.784.000	93.816.480,00
2	13,40	0,20	9,84	5.784.000	56.914.560,00
3	53,70	0,20	7,16	5.784.000	41.413.440,00
4	199,30	0,30	6,00	5.784.000	34.704.000,00
Total (R-Ae2)					503.265.840,00

Com essas informações repassadas, é importante destacar que, em Anajatuba, a precipitação total média (PPT) é de 1.900 mm/ano, pois, segundo informações presentes em Maranhão (2003), os índices de variação desse quesito estão entre 1.850 mm/ano e 1.950 mm/ano. Para efeitos de cálculo, a totalidade dos índices de precipitação foi inserida no período chuvoso. Portanto, 1.900 mm/ano (ou 1,90 m/ano) de precipitação é equivalente a esse valor multiplicado pela área do município (1.116 km² ou 1.116.000.000 m²), que é igual a 2.120.400.000 m³.

No que tange aos índices de ET (evaporação + evapotranspiração médias), a mesma fonte (MARANHÃO, 2003) demonstra em carta temática que esse índice varia de 1.750 mm/anuais a 1.850 mm/anuais, com média equivalente de 1.800 mm/ano. Destarte, em média a distribuição da ET se dá na ordem de 5 mm/dia, sendo que o período chuvoso essa marca é menor, pois a precipitação supera a evapotranspiração + evaporação. Portanto adotou-se para o período chuvoso o valor de $\frac{1}{3}$ a menos da ET, o que equivale a 3,29 mm/dia (ou 670.085.460 m³/semestre chuvoso). Já para a estiagem, o valor é de 6,58 mm/dia (que perfaz um total de 1.249.451.280 m³/semestre de estiagem)

Depois de todos esses cálculos, foram estabelecidos os seguintes valores para o período chuvoso:

$$\begin{aligned} \mathbf{BH} &= ?; \\ \mathbf{PPT} &= \mathbf{2.120.400.000 \text{ m}^3}; \\ \mathbf{R} &= \mathbf{986.273.220,00 \text{ m}^3}; \\ \mathbf{E} &= \mathbf{2.958.819.660,00 \text{ m}^3}; \\ \mathbf{F} &= \mathbf{2.449.885.260,76 \text{ m}^3}; \\ \mathbf{ET} &= \mathbf{670.085.460 \text{ m}^3}; \\ \mathbf{CD} &= \mathbf{838.697 \text{ m}^3 \text{ d'água}}. \end{aligned}$$

Convertendo-se esses valores para notação científica (base dez, expoente 06), utilizando-se quatro casas decimais como padrão, encontram-se:

$$\begin{aligned} \mathbf{PPT} &= \mathbf{2.120,40 \times 10^6 \text{ m}^3}; \\ \mathbf{R} &= \mathbf{986,2732 \times 10^6 \text{ m}^3}; \\ \mathbf{E} &= \mathbf{2.958,8197 \times 10^6 \text{ m}^3}; \\ \mathbf{F} &= \mathbf{2.449,8853 \times 10^6 \text{ m}^3}; \\ \mathbf{ET} &= \mathbf{670,0855 \times 10^6 \text{ m}^3}; \\ \mathbf{CD} &= \mathbf{0,8387 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ d'água}}. \end{aligned}$$

Portanto o balanço hídrico para o período chuvoso equivale a:

$$\mathbf{BH_{chuvoso} = (PPT + R) + E + F - (ET + CD)}$$

$$\text{BH}_{\text{chuvoso}} = (2.120,40 \times 10^6 + 986,2732 \times 10^6) + E + F - (ET + CD)$$

$$\text{BH}_{\text{chuvoso}} = (3.106,6732 \times 10^6) + 2.958,8197 \times 10^6 + 2.449,8853 \times 10^6 - (ET + CD)$$

$$\text{BH}_{\text{chuvoso}} = 6.065,4929 \times 10^6 - (670,0855 \times 10^6 + 0,8387 \times 10^6)$$

$$\text{BH}_{\text{chuvoso}} = 6.065,4929 \times 10^6 - 669,2468 \times 10^6$$

$$\underline{\underline{\text{BH}_{\text{chuvoso}} = 5.396,2461 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{semestre chuvoso.}}}$$

Para enquadramento dos cálculos na perspectiva da concepção do Balanço Hídrico de Anajatuba no período de estiagem, foram estabelecidos os seguintes pressupostos: a) PPT = 0, porém, é necessário saber o estoque hídrico referente ao término da estiagem, o que, segundo Costa et. al. (2005), pode ser equacionado por “PPT + R”, o qual considerou-se aqui ter seguido a mesma tendência de decréscimo de “F”, na razão de 80% de queda, com uma lamina d’água máxima de 0,5 metro, perfazendo um total de $606,5493 \times 10^6 \text{ m}^3$ (ou $6.065,4929 \times 10^6$ menos 80%, multiplicado por 0,5) de estocagem hídrica em compartimentos superficiais; b) o escoamento superficial é praticamente inexistente, pois não há precipitação; c) CD permanece com o mesmo valor outrora atribuído ($\cong 0,8387 \times 10^6 \text{ m}^3$)

Então, para o período de estiagem, são atribuídos os seguintes valores às variáveis requisitadas para estabelecimento do Balanço Hídrico de Anajatuba:

$$\text{BH} = ?;$$

$$\text{PPT} + \text{R} = 606,5493 \times 10^6 \text{ m}^3;$$

$$\text{E} = 0,0 \text{ m}^3;$$

$$\text{F} = 489.977.052,15 \text{ m}^3 \text{ ou } \cong 489,9771 \times 10^6 \text{ m}^3;$$

$$\text{ET} = 1.249.451.280 \text{ m}^3 \text{ ou } \cong 1.249,4513 \times 10^6 \text{ m}^3;$$

$$\text{CD} = 838.697 \text{ m}^3 \text{ d'água ou } \cong 0,8387 \times 10^6 \text{ m}^3;$$

Desta forma, $\text{BH}_{\text{Estiagem}}$ de Anajatuba é definido por:

$$\text{BH}_{\text{Estiagem}} = (\text{PPT} + \text{R}) + \text{E} + \text{F} - (\text{ET} + \text{CD})$$

$$\text{BH}_{\text{Estiagem}} = 606,5493 \times 10^6 + 0 + 489,9771 \times 10^6 - (1.249,4513 \times 10^6 + 0,8387 \times 10^6)$$

$$\text{BH}_{\text{Estiagem}} = 1.096,5264 \times 10^6 - 1.250,2900 \times 10^6$$

$$\underline{\underline{\text{BH}_{\text{chuvoso}} = -153,7636 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{semestre de estiagem.}}}$$

Portanto, para Anajatuba se considera, no período de estiagem, uma tendência de disponibilidade hídrica mais significativa apenas no compartimento freático, o que traz consigo uma interessante discussão. Enquanto no período chuvoso há uma disponibilidade hídrica de $5.396,2461 \times 10^6 \text{ m}^3$, no período de estiagem há balanço hídrico negativo (que, para efeitos de cálculos, terá seu sinal invertido), ou seja, sai mais água dos compartimentos por ET,

principalmente, do que neles entra. Só para ilustrar: há disponível “apenas” $0,0543 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{per capita}$ nos freáticos, o que é uma disponibilidade 4,32 vezes menor apenas nesse ambiente de concentração hídrica comparado com a “época das águas”.

Contudo, aquelas são as disponibilidades hídricas *per capita* por estação (chuvosa e estiagem, respectivamente). No entanto, para avaliar o Índice de Tensão Hídrica (ITH), Falkenmark e Widstre (1992 apud COSTA et. al., 2005) afirmam que é importante saber a quantidade de água disponível por dia para o suprimento das necessidades humanas básicas. Dessa maneira, deduz-se a fórmula: $\text{ITH} = (\text{DH} / \text{N})/\text{d}$, onde “ITH” é o Índice de Tensão Hídrica; DH é igual à disponibilidade hídrica, que pode ser igualada a BH, ou mesmo à quantidade de água disponível em algum compartimento; “N” equivale ao número de habitantes, utilizando-se para o município em questão o valor referente ao ano 2000, que era de 22.978 (IBGE, 2000); e “d” é o número de dias. Portanto, para os dois períodos obtêm-se os seguintes dados:

$$\text{ITH}_{\text{Chuvoso}} = \text{DH} / \text{N}/\text{d} = 5.396,2461 \times 10^6 \text{ m}^3/22.978/182,5$$

$$\text{ITH}_{\text{Chuvoso}} = 0,00129 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{per capita}/\text{dia ou:}$$

$$\text{ITH}_{\text{Chuvoso}} = 1.290 \text{ m}^3/\text{per capita}/\text{dia ou}$$

$$\underline{\text{ITH}_{\text{Chuvoso}} = 1.290.000 \text{ litros}/\text{per capita}/\text{dia} > 2.740 \text{ litros}^{27}/\text{per capita}/\text{dia}}$$

$$\text{ITH}_{\text{Estiagem}} = \text{DH}_{\text{Estiagem}} / \text{N} / \text{d} = 0,0543 \times 10^6 / 22.978/182,5$$

$$\underline{\text{ITH}_{\text{Estiagem}} = 36.712,33 \text{ litros}/\text{per capita}/\text{dia} > > 2.740 \text{ litros}/\text{per capita}/\text{dia}}$$

Dessa forma, quer seja em uma estação ou em outra, não há, com esse cenário, perigos iminentes de escassez hídrica, pois ambos valores *per capita* de disponibilidade desse comentado elemento/recurso físico vital superam o valor limite de 2.740 litros/*per capita*/dia.

Entretanto, aqui se fala apenas do consumo humano direto, com base em premissas de subsistência. Portanto, para que sejam superados os baixos indicadores de qualidade de vida, faz-se necessário gerenciar o uso dos recursos hídricos e direcioná-los, também, para a produção de insumos econômicos, como, por exemplo, na agricultura, pecuária e, à piscicultura. Em Anajatuba, infelizmente não há como realizar essa última atividade voltada para o mercado consumidor interno e, principalmente, externo, uma vez que, mesmo havendo prováveis destinos para a mercadoria “pescado”, em especial nos centros econômicos regionais (leia-se: São Luís, Imperatriz, Belém, Marabá, Palmas, Teresina e Fortaleza), não se têm

²⁷ Esse índice é considerado por Falkenmark e Widstre (1992 apud COSTA et. al., 2005) como aquele que demonstra o estado de escassez crônica. Acima desse valor, a disponibilidade é considerada normal.

investimentos expressivos voltados para a instalação e manutenção de infra-estruturas para essa atividade econômica, ainda mais tomando por base o balanço hídrico do período de estiagem.

Entretanto, é possível aumentar a quantidade de água disponível para as atividades humanas, bem como para suas economias de subsistência e de mercado, dando ênfase à piscicultura. A solução mais viável é a construção de açudes em áreas de enseadas de campos inundáveis, em que pesam três, em especial: em Ae1 Ae2 e Ae3. O disciplinamento dos usos poderia ser feito a partir da delimitação, por barramento, de um setor de reentrância dos campos, que, por seu turno, possua várias enseadas, onde algumas de forma preferencial podem ser escolhidas para serem barradas e se construírem açudes para o desenvolvimento daquela atividade. Contudo essa é uma indicação que exige vários estudos prévios de viabilidade e previsão de impactos.

6 CONCLUSÕES E PROPOSIÇÕES

Zoneamento Ambiental. Uma perspectiva analítica que, por mais abrangente que seja, deve trazer consigo um objetivo central: promover melhorias de condições de vida de uma população, seja ao nível local, seja ao regional. Isso apenas se torna viável a partir de um correto e direcionado intento de reconhecimento das características e relações sistêmicas existentes entre três componentes básicos: os aspectos físicos, ecológicos e humanos, os quais compõem todo e qualquer espaço em vias de planejamento, implicando na conformação de um cabedal de conceitos e temas basilares para a proposição, aplicação e fiscalização de quaisquer que sejam as políticas públicas atinentes a um território circunscrito na necessidade de se estabelecer critérios técnicos e científicos (por conseguinte informacionais) para as melhorias consubstanciadas das atividades humanas.

Há na premissa do parágrafo anterior a única forma de se buscar a aplicação pragmática da questão da sustentabilidade. Essa temática, por seu turno, para ser enfocada, requer um tratamento cauteloso, o que é justificado pelo alto grau de detalhamento que quaisquer propostas metodológicas porventura venham a apresentar. Obviamente, nessa questão não se devem considerar somente os aspectos físicos ou naturais (geologia, geomorfologia, pedologia, mineralogia, climatologia e hidrologia, por exemplo), nem os ecológicos (como a cobertura vegetal e a biodiversidade local/regional), ou ainda todas e quaisquer formas apresentáveis das manifestações humanas sobre a superfície da Terra.

Destarte, falar de sustentabilidade é falar de relações. Ela é uma condição *sine qua non* atinente ao planejamento territorial, pois deve estar contida na estratégia técnico-científica de transversalização de temáticas, para conseguir atingir o maior grau de explicações sobre os fatores ambientais expressos em uma totalidade espacial, em que os mesmos possam servir como base para o desenvolvimento equilibrado das relações do homem com o meio, sem que este seja impactado ou degradado por aquele.

Crê-se, pois, que falar de sustentabilidade, *di per si*, é discutir sobre o desenvolvimento (e “desenvolvimento sustentável” tende a ser uma redundância tão expressiva quanto “meio ambiente”), o que somente é possível existir se houver uma unidade temática, ou integração, com todos os setores da sociedade (agentes sociais), com as suas esferas acadêmicas, políticas, não-governamentais e comunitárias, pois esse é um passo metodológico imprescindível para a concepção do ordenamento territorial, bem como das atividades a ele associadas.

Conclusivamente, as políticas públicas advindas desses “encontros temáticos” entre o conhecimento prévio de uma realidade espacial, a produção do saber científico e de um conseqüente compartilhamento de informações socioambientais corretas e coerentes são as ferramentas ideais para a promoção da ruptura de ciclos de pobreza crônica, de diminuição do estado de miserabilidade humana que ronda as sociedades dos países periféricos, atreladas aos processos predatórios advindos das relações homem – meio – homem.

Sem a idéia de mudança concernente à questão da sustentabilidade, serão mantidos as configurações e distribuições gravíssimas de estagnação econômica, corruptibilidade de sistemas políticos, inópia intelectual e destratos cumulativos dos elementos que compõem o patrimônio ambiental, o que provoca impactos e degradações sucessivas, tendo, por fim, a exaustão dos recursos que poderiam levar uma comunidade ou sociedade ao desenvolvimento de práticas de melhorias de dois conceitos: a qualidade de vida (padrões quantitativos) e as condições de vida (que deixam transparecer impressões e percepções de bem-estar individual e coletivo, sendo, pois, de caráter qualitativo). E o mais interessante é que ambas concepções são reflexos de políticas públicas que teriam por base diagnósticos das potencialidades territoriais (zoneamentos ambientais). Portanto, a pobreza, tanto material, quanto aquela relacionada ao acesso ao conhecimento, é o “grande mal” a ser combatido por todas as esferas sociais.

A Baixada Maranhense, que embora passe por esforços conjuntos de pesquisas temáticas nas últimas décadas, ainda é uma região que física, ecológica e socioeconomicamente ainda se aparenta como uma célula espacial dotada de estudos fragmentários, por vezes, repetitivos, não havendo considerações acerca de como são mantidas as interferências ambientais múltiplas dentro de seu espaço total. Aliada a essa questão vem a carência ao acesso a tecnologias adequadas de manejo das atividades humanas no intuito de se expressar a correta utilização dos elementos ambientais disponíveis e transformá-los, conseqüentemente, em recursos, dotados de valores de uso e troca. Ademais, é esse o considerado *trato ambiental ótimo* dos ecossistemas, o que é premissa de sustentabilidade ambiental (LEFF, 2001).

A Proposta Metodológica de Zoneamento Ambiental expressa nesse trabalho teve como premissas o estabelecimento de um roteiro de estudos sobre a configuração do espaço total de Anajatuba, que se situa no vértice interno da Baía de São Marcos, Golfão Maranhense, em ambiente de transição com os mosaicos paisagísticos da Baixada Maranhense. O município se insere na APA da Baixada Maranhense e na microrregião geográfica homônima.

As observações em campo e o tratamento conceito-pragmático de informações atinentes ao município em questão serviram para que se obtivessem as seguintes conclusões: a configuração geológica de Anajatuba é similar lito, petro e estratigraficamente à Bacia Costeira

de São Luís, portanto passa a ser considerado esse espaço como pertencente àquele ambiente deposicional. Entretanto, há afloramentos pontuais de rochas cristalinas e do estabelecimento de lineamentos estruturais estabelecidos em zona de falhas normais, o que não repercute numa alteração do enquadramento morfoestrutura.

Propuseram-se duas classificações temáticas, uma correspondente ao elemento Geomorfologia e outra, à Geoecologia. Verificou-se, pois, que a diversidade de paisagens geomorfológicas em Anajatuba implica diretamente numa variedade de padrões geoecológicos/ecogeográficos, com ecossistemas característicos, inclusive com espécies relictuais e refúgios florestais. Entretanto, se observou qualitativamente que essa heterogeneidade ambiental tende a ser enquadrada em modificações causadas por antropogêneses cumulativas, o que pode implicar em impactos econômicos, como a exaustão dos solos.

A seguir, foram registrados traços da história social do município, mesclados a algumas características socioeconômicas, foto este complementado pelo estabelecimento de um perfil esquemático evolutivo da população local, destacando-se o intervalo temporal entre 1970 e 2006. Esse exercício possibilitou concluir que Anajatuba passa por um relativo processo de estagnação demográfica, ocasionada pela falta de equipamentos e serviços de/para promoção de melhorias das condições de vida de sua população, induzindo significativos contingente populacionais a fluxos migratórios em direção a outras cidades, como é o caso da Capital do Estado, São Luís.

O modelo conceitual de tendências de evolução populacional, com o estabelecimento de seis cenários distintos, sendo três de incremento numérico e três de decréscimo, foi considerado fundamental, haja vista a necessidade de reconhecimento de como crescem ou diminuem os índices demográficos, trazendo consigo reflexões sobre o que pode ser feito para conter processos adversos. A conclusão óbvia acerca dos quadros perspectivos é que, tanto crescendo, como retraindo os quantitativos populacionais, há sérias rupturas dos elementos ambientais, que levarão a estágios de degradação dos elementos físicos e ecológicos, sobretudo em espaços dominados por pecuária extensiva.

Em continuidade, um outro modelo conceitual foi proposto. Desta vez foi contemplada a disponibilidade hídrica do município, sendo utilizada a metodologia de balanço hídrico, no intuito de se compreender os índices de escassez e manutenção de volumes d'água suficientes para o desenvolvimento das atividades humanas básicas. Concluiu-se que enquanto no período chuvoso há uma grande coleção de águas em todos os compartimentos do ciclo hidrológico local, na estiagem há uma diminuição abrupta desse recurso, obviamente. Mas a

população humana de Anajatuba (unidade municipal) pode ser abastecida totalmente pelos freáticos, os quais devem ser passíveis de manutenção adequada seguida de melhorias no abastecimento e na captação de efluentes, o que é essencial.

Como “reflexão adjunta”, constata-se que há uma perspectiva real de elevações do NRM, que podem processar mudanças ambientais significativas em Anajatuba (como em todo Norte Maranhense). Uma das tendências é de que, ao se romper os tesos, as águas da Baía de São Marcos possam ocupar as planícies de nível de base regional, caracterizada pelos campos inundáveis, proporcionando a colonização de espécies associadas a *habitats* salinos em espaços hoje ocupados pelas formações ribeirinhas com influências flúvio-lacustres sazonais. Isso implicaria na modificação de relações socioeconômicas estabelecidas numa perspectiva integral.

Mediante tais enfoques temáticos, propõem-se algumas intervenções necessárias para a promoção da sustentabilidade das relações físicas, ecológicas e humanas desenvolvidas em Anajatuba. Foram divididas as proposições em três eixos preferenciais, cada qual correspondente a um dos conjuntos de elementos/recursos ambientais já mencionados nesse parágrafo. Para o enquadramento propositivo técnico e científico dos elementos que compõem o *meio físico/natural*, orienta-se para:

- o detalhamento da composição geoquímica dos solos do município, para que seja desenvolvida uma real avaliação das aptidões agrícolas dos mesmos, vertendo-se essa temática para a questão de que insumos são necessários para a maximização da produção e produtividade de produtos como a mandioca, o arroz, feijão, milho, hortaliças, verduras e legumes, que serviriam tanto para o abastecimento local, quanto para o fornecimento para cidades vizinhas, como também para a Capital;
- mensuração dos fluxos erosivos superficiais em áreas de morros testemunhos, em especial no Morro de Rosarinho, que sofreram no passado com explorações predatórias de seu potencial de cangas limoníticas (lateritas) e cobertura vegetal para a construção civil local;
- mapeamento das principais áreas de riscos geomórfico-oceanográficos nos ambientes de tesos, uma vez que são eles que impedem a passagem das águas da Baía de São Marcos para os campos inundáveis anajatubenses. Ademais, aquelas superfícies geológico-geomorfológicas são de extrema importância para a compreensão dos fluxos estuarinos desenvolvidos durante os episódios do Holoceno Médio à atualidade, sendo necessário que se estabeleçam datações absolutas e relativas para o real conhecimento de sua procedência, o

que será de grande valor científico, haja vista a necessidade de se reconhecer cenários ambientais pretéritos para servirem de indícios para a construção de projeções para o futuro, em escalas que podem ultrapassar os próximos 100 anos;

- mapeamento das tendências de crescimento das aglomerações humanas plotadas por sobre as unidades geoecológicas/ecogeográficas ora estabelecidas, atribuindo-se a cada perspectiva um grau de fragilidade ambiental correlacionável com a extração de elementos necessários para a subsistência das comunidades associadas.

Para o *meio ecológico*, devem ser contemplados:

- o desenvolvimento de pesquisas que visem a catalogação de espécies vegetais e animais, bem como seus padrões distributivos, para que sejam estabelecidos índices de biodiversidade adequados para a orientação de quais áreas são mais sujeitas a se transformarem em unidades de conservação, bem como de que tipo poderiam ser;
- áreas potencialmente sujeitas à degradação de *habitats* (ou mesmo daqueles já degradados) devem ser passíveis de aplicações de Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), com a reinserção de espécies nativas e controle de processos de subsistência, como caça e extrativismo vegetal indisciplinados;
- monitoramento do avanço linear de manguezais associados aos padrões difusos de drenagens dos tesos para os campo, com a finalidade de se obter um geoindicador confiável sobre a flutuação local do NRM na Baía de São Marcos e suas implicações sobre os ecossistemas à retaguarda das acumulações arenosas;
- reconhecimento dos principais tipos de associações de *habitats* por espécies-chave para o estabelecimento de modelos conceituais de dispersão de espécies por sobre as unidades geoecológicas/ecogeográficas anajatubenses.

Quanto aos quesitos ligados ao *homem* em Anajatuba, orienta-se para:

- o desenvolvimento de atividades de orientação estratégicas adequadas para a modificação paulatina dos hábitos predatórios oriundos de atividades como as queimadas, que têm um efeito devastador expressivo, mas pouca eficiência ao médio e longo prazos. Esses direcionamentos técnicos devem ser pragmáticos e possuir recursos (insumos) disponíveis para as melhorias dos solos, o que deve passar a ser atribuição lógica da Casa de Agricultura Familiar e da

Secretaria Municipal de Agricultura, Turismo e Meio Ambiente, as quais não fazem a correta aplicabilidade de suas faculdades técnicas inerentes, ajudando, ironicamente, na promoção da pobreza, e não da sustentabilidade da produção e produtividade locais;

- elaboração e disponibilidade de relatórios técnico-científicos temáticos sobre as potencialidades cênicas, geomorfológicas, geológicas, edafo-pedológicas e bióticas, com a finalidade de se entender quais podem ser as atividades econômicas mais produtivas e, portanto, mais sustentáveis para o município, em cada uma de suas unidades geoecológicas/ecogeográficas;
- orientação de políticas públicas e esforços públicos e privados voltados para a construção de açudes e barragens em enseadas de campos inundáveis, que podem servir tanto para abastecimento humano, quanto para a piscicultura, obedecendo a topografia e as características físicas e ecológicas locais;
- melhoramento das estradas vicinais que ligam os povoados à Sede e/ou à MA-324, uma vez que aquelas são ou de “barro” ou de “areia,” com ausência, inclusive, de camadas de piçarra. Isso precisa de urgente revisão e estabelecimento de medidas corretivas, ao menos entre os povoados de Peri-Mirim e Moído à rodovia supracitada e entre o Troitá e o Quebra. Ademais, é conveniente dentro desse assunto criar-se estratégias para que haja um maior contato entre os habitantes dos tesos e “ilhas” com relação à sede, pois os mesmos passam por um quase absoluto estado de isolamento físico e, por conseguinte, de serviços básicos, em especial de saúde pública, educação e mesmo de vacinação do gado em face da primeira etapa dos programas contra a aftosa, que acontecem entre 01 e 31 de maio de todo ano, uma vez que boa parte dos búfalos e do gado bovino de Anajatuba se localiza naquelas áreas;
- disciplinamento da bubalinocultura e bovinocultura, voltando-se a produção e produtividade de carne, leite e derivados para o mercado externo ao município. Portanto, é interessante que os criadores do município tenham a sensibilização frente à mudança de paradigma pecuarista, de caracteres extensivos, para intensivos, que darão lucro maximizado, se bem disciplinada a atividade.

Sabe-se, pois, que embora sejam bem objetivas as propostas presentes, muito se deve discutir para que elas possam ser enquadradas como medidas viáveis ou não, incluindo as

diversas esferas de planejamento e de agentes sociais. Sem isso, a sustentabilidade ambiental tão debatida, os zoneamentos e as propostas de integração serão apenas quimeras colocadas nos discursos políticos para promover mais pobreza, ideologias sem práticas visíveis em manuais acadêmicos e descaso frente a uma realidade de exclusão (pobreza) e compensação (depredação ambiental inconsciente e/ou inseqüente) de comunidades que já se acostumaram com a falta de esperanças.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, Aziz Nacib. Aptidões agrárias do solo maranhense: notas prévias. **Boletim Paulista de Geografia**. São Paulo n. 30, out. 1958. p. 31-37.

_____. Contribuições à geomorfologia do estado do Maranhão. **Notícia Geomorfológica**. v. 3, n. 5. Campinas: UNICAMP, abr. 1960. p. 35-45.

_____. A evolução geomorfológica. In: AZEVEDO, Aroldo de (coord.). **A Baixada Santista: aspectos geográficos**. Vol. I: As bases físicas. São Paulo: EDUSP, 1965. p. 49-66.

_____. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**, n.18 (anual). São Paulo: USP/IGEOG, 1969. p. 1-18.

_____. A organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileiras. In: FERRI, Mário Guimarães (coord.). **III Simpósio sobre o cerrado**. São Paulo: Edgard Blücher / EDUSP, 1971. p. 01-14.

_____. O relêvo brasileiro e seus problemas. In: AZEVEDO, Aroldo de (coord.). **Brasil: a terra e o homem**. Vol. I: As bases físicas. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional/EDUSP, 1972. p. 135-217.

_____. Aspectos geomorfológicos de Carajás. In: SEMINÁRIO SOBRE O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E IMPACTO AMBIENTAL EM ÁREAS DO TRÓPICO ÚMIDO BRASILEIRO, 1, 1987. Belém. A experiência da CVRD. Rio de Janeiro, 1987. **Anais de Seminário...** Rio de Janeiro: CVRD, 1987. p. 201-232.

_____. O Pantanal Mato-grossense e a teoria dos refúgios. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 50, n. 2 (vol. especial), 1988. p. 9-57.

_____. Spaces occupied by the expansion of dry climates in South América during the quaternary ice ages. **Revista IG (Instituto Geológico)**. São Paulo, v. 21, n. 1/2. jan./dez. 2000.

_____. Megageomorfologia do território brasileiro. In: CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antonio José Teixeira (orgs.). **Geomorfologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001a. p. 71-106.

_____. **O litoral brasileiro (Brazilian Coast)**. São Paulo: Metalivros, 2001b. 287 p.

_____. Bases para o estudo dos ecossistemas da Amazônia Brasileira. **Estudos Avançados**. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados – USP, v. 16, n. 45. 2002.

_____. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159 p.

_____. **Amazônia: do discurso à práxis**. 2.ed. São Paulo: EDUSP, 2004. 320 p.

_____. Bases conceptuais e papel do conhecimento na previsão de impactos. In: MÜLLER-PLANTENBERG, Clarita; AB'SÁBER, Aziz Nacib (orgs.). **Previsão de impactos: o estudo de impacto ambiental no Leste, Oeste e Sul. Experiências no Brasil, Rússia e Alemanha**. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 2006a. p. 27-49.

_____. **Escritos ecológicos**. 2. ed. São Paulo: Lazuli Editora, 2006b. 167 p.

_____. **Ecossistemas do Brasil** [com fotos de Luiz Cláudio Marigo]. São Paulo: Metalivros, 2006c. 300 p.

ALLEY, Richard B. Mudança climática brusca. **Scientific American Brasil**. São Paulo: Duetto Editorial, v. 3, n.31, dez. 2004. p. 40-47.

ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de. Os fundamentos geológicos. In: AZEVEDO, Aroldo de (coord.). **Brasil: a terra e o homem**. Vol. I: As bases físicas. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional/EDUSP, 1972. p. 55-120.

ANDRADE, Manuel Correia de. **Geografia econômica**. 12. ed. São Paulo: Atlas, 1998. 326 p.

ANGULO, Rodolfo José; LESSA, Guilherme C.; SOUZA, Maria Cristina de. A critical review of mid-to late – Holocene sea-level fluctuations on the Eastern Brazilian Coastline. CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO (ABEQUA), 10, 2005. Guarapari (ES). **Anais...** Vol. 2 (CD-ROM). Guarapari: ABEQUA, 2005. 06 p.

ARAÚJO, Gustavo Henrique de Sousa; ALMEIDA, Josimar Ribeiro; GUERRA, Antonio José Teixeira. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 320 p.

ARTAXO, Paulo. A Amazônia e as mudanças globais. **Ciência Hoje**. Rio de Janeiro, v. 38, n. 224, mar. 2006. p. 20-25.

BACON, Peter R.; FERRAZ, Gilberto Carvalho. Managing the wetlands of Maranhão. In: SEMINÁRIO SOBRE O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E IMPACTO AMBIENTAL EM ÁREAS DO TRÓPICO ÚMIDO BRASILEIRO, 1, 1987. Belém. A experiência da CVRD. Rio de Janeiro, 1987. **Anais...** Rio de Janeiro: CVRD, 1987. p. 201-232.

BARBOSA, Altair Sales. Paleoeologia da América do Sul. In: _____. **Andarilhos da claridade: os primeiros habitantes do cerrado**. Goiânia: Universidade Católica de Goiás / Instituto de Trópico Subúmido, 2002. p. 67-105.

BARBOSA, Getúlio V.; PINTO, Maria Novaes. Geomorfologia da Folha SA.23 São Luís e parte da Folha SA.24 Fortaleza. In: MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIAS – PROJETO RADAM. Levantamento de recursos naturais. V.3: **Folha SA.23 São Luís e parte da Folha SA.24 Fortaleza**. Rio de Janeiro: DNPM/PIN/SUDENE, 1973. 26 p.

BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Revista RA'E GA**. Curitiba: Editora da UFPR, n. 8, 2004. p. 141-152.

BIGARELLA, João José; ANDRADE-LIMA, Dárdano de; RIEHS, Paulo Jorge. Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. **Anais da Academia Brasileiro de Ciências**, v. 47 (suplemento), 1975. p. 411-463.

BIGARELLA, João José. Origem do modelado. In: BIGARELLA, João José; contribuições de Everton Passos... [et.al]. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. v.3. Florianópolis: Editora da UFSC, 2003. p. 1.099-1.164.

BINDSCHADLER, Roberta A.; BENTLEY, Charles R. Fantasmas do degelo. **Scientific American Brasil**, v. 1, n. 8, jan. 2003. p. 30-37.

BOTELHO, Rosângela Garrido Machado. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; SILVA, Antonio Soares da; BOTELHO, Rosângela Garrido Machado (orgs.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 269-299.

BOURDIEU, Pierre. **O poder simbólico**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p. 17-73.

BURKETT, V.; CODIGNOTTO, J.O.; FORBES, D.L.; MIMURA, N.; BEAMISH, R.J.; ITTEKKOT, V. Coastal zones and marine ecosystems. In: McCARTHY, James J.; CANZIANI, Osvaldo F.; LEARY, Neil A.; DOKKEN, David J.; WHITE, Kasey S. (eds.). **Climatic change 2001: impacts, adaptation and vulnerability**. New York: IPCC, 2001. p. 345-372.

CARVALHO, José Cândido de Melo. Uso racional dos ecossistemas. In: ALMEIDA JÚNIOR, José Maria Gonçalves de (org.). **Carajás: desafio político, ecologia e desenvolvimento**. São Paulo / Brasília: Brasiliense / CNPQ, 1986. p. 608-620.

CASSETI, Valter. **Ambiente e apropriação do relevo**. 2. ed. Contexto: São Paulo, 1995. 147 p.

CAVALCANTI, Agostino Paula Brito; RODRIGUEZ, José Manuel Mateo Rodriguez. O meio ambiente: histórico e contextualização. in: CAVALCANTI, Agostino Paula Brito (orgs.). **Desenvolvimento sustentável e planejamento: bases teóricas e conceituais**. Fortaleza: UFC – Imprensa Universitária, 1997. p. 09-26.

COELHO, Maria Célia Nunes. Impactos ambientais em áreas urbanas – teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (orgs.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 19-45.

COELHO NETTO, Ana Luiza. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 93-148.

COLTRINARI, Lylian. A geografia física e as mudanças ambientais. In: CARLOS, Ana Fani Alessandri (org.). **Novos caminhos da Geografia**. 5. ed. São Paulo: Contexto, 2005. p. 27-40.

COSTA, Clarissa Lobato da; LIMA, Richardson Gomes; RODRIGUES, Eliesé Idalino; LOPES, Ilmar Alves; SANTOS, Márcio Costa Fernandes Vaz dos Santos. Estudos preliminares do balanço hídrico do município de Viana (MA) e suas implicações para o abastecimento de água da cidade de Viana. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA – SBGFA, 11, 2005. São Paulo. **Anais...** v. 02 (CD-ROM). São Paulo: USP/Instituto de Geografia, 2005. p. 4.464-4.469.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 415-440.

DARWIN, Charles Robert. **A origem das espécies**. São Paulo: Martin Claret, 2004. 636 p.

DIAMOND, Jared. **Armas, germes e aço**. Rio de Janeiro: Record, 2001. 472 p.

DIAS, Luiz Jorge Bezerra. **Cidade Operária e área de entorno imediato: dinâmicas espacial e socioambiental**. 2004. 112 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia Bacharelado). Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2004.

_____. Reflexões sobre geomorfologia, distribuição de ecossistemas costeiros e uso e ocupação do solo. SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA (SINAGEO), 6, 2006. Goiânia. **Anais...** v. 02 (CD-ROM). Goiânia: UFG/Departamento de Geografia, 2006. 11 p.

DIAS, Luiz Jorge Bezerra; BRAGA, Klenya Rosa Rocha; MENDONÇA, Jane Karina Silva; COSTA, Sidilene Pereira; DIAS, Janaína Susan Bezerra da Silva Dias. Geologia, geomorfologia e unidades de paisagem da Baixada Maranhense: uma revisão de conceitos aplicadas ao planejamento territorial. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA – SBGFA, 11, 2005. São Paulo. **Anais...** v. 02 (CD-ROM). São Paulo: USP/Instituto de Geografia, 2005. p. 3.078-3.090.

DIAS, Luiz Jorge Bezerra; NOGUEIRA JÚNIOR, João de Deus Matos. Contribuição às análises da problemática ambiental da Ilha do Maranhão. **Ciências Humanas em Revista**. São Luís, v. 3, n. 2, dez.2005. p. 127-144.

DIAS, Luiz Jorge Bezerra; RANGEL, Maurício Eduardo Salgado; COELHO SOBRINHO, Joacy Pinheiro. Geomorfologia e análises ambientais do sítio urbano de Raposa (MA). SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA (SINAGEO), 6, 2006. Goiânia. **Anais...** v. 02 (CD-ROM). Goiânia: UFG/Departamento de Geografia, 2006. 11 p.

DREW, David. **Processos interativos homem-meio ambiente**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. 206 p.

EGLER, Eugênia Gonçalves. Distribuição da população no estado do Maranhão em 1940. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, v. 13, n. 01, jan./mar. 1951. p. 71-84.

FERNANDES, J. Silvestre. A Baixada Maranhense. **Revista de Geografia e História**. São Luís, s/e, p. 25-49, 1946.

FERREIRA, Maria da Glória Rocha; DIAS, Luiz Jorge Bezerra. Iniciação científica e contemporaneidade. ENCONTRO REGIONAL DOS ESTUDANTES DE GEOGRAFIA DO NORDESTE (EREGENE), 19, 2002. São Luís. **Grupo de Discussão...** São Luís: UEMA, 2002. 05 p.

FREITAS, Aída Laura Ferreira de; COSTA, Maria da Graça Leite. Um índice de intensidade migratória: aplicação à Região Sudeste. ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS (ENG), 6, 1976. Belo Horizonte. **Resumo de comunicações e guias de excursões...** Belo Horizonte: AGB, 1976. p. 207-211.

GALVÃO, Roberto. Introdução ao conhecimento da área maranhense abrangida pelo Plano de Valorização Econômica da Amazônia. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, v. 17, n. 03, jul./set. 1955. p. 03-63.

GÓES FILHO, Luiz; VELOSO, Henrique P.; JAPIASSU, Adélia M. S.; LEITE, Pedro Furtado. As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos – estudo fitogeográfico da Folha SA.23 São Luís e parte da Folha SA.24 Fortaleza. In: MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIAS – PROJETO RADAM. Levantamento de recursos naturais. V.3: **Folha SA.23 São Luís e parte da Folha SA.24 Fortaleza**. Rio de Janeiro: DNPM/PIN/SUDENE, 1973. 90 p.

GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista. Degradação Ambiental. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista (orgs.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p. 337-379.

GUERRA, Antonio José Teixeira; MARÇAL, Mônica dos Santos. **Geomorfologia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 189p.

HAFFER, Jürgen; PRANCE, Ghillan T. Impulsos climáticos da evolução na Amazônia durante o Cenozóico: sobre a teoria dos refúgios da diferenciação biótica. **Estudos Avançados**. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados – USP, v. 16, n. 46. 2002.

HANSEN, James. Desarmando a bomba-relógio do aquecimento global. **Scientific American Brasil – Edição Especial (A Terra na Estufa)**, n. 12. p. 16-25.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Enciclopédia dos municípios brasileiros**. Vol. XV. Rio de Janeiro: IBGE, 1959.

_____. **Censo demográfico: Maranhão**. v.1, Tomo 05 (Série Regional). Rio de Janeiro: IBGE, 1970. 461 p.

_____. **Censo demográfico: dados distritais**. v.1, Tomo 3, n.5. Rio de Janeiro IBGE, 1982. 129 p.

_____. **Censo demográfico 1991: resultados do universo relativos às características da população e dos domicílios**. n. 9 (Maranhão). Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 201 p.

_____. **Mapa de unidades de relevo do Brasil**. Escala: 1:5.000.000. Rio de Janeiro: IBGE – Diretoria de Geociências, 1993.

_____. **Censo demográfico 2000: resultados do universo**. São Luís: IBGE, 2001 (mimeografado).

_____. **Estimativas de população residente em 01/07/2006: Brasil**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/downloads>. Acesso em: 29/08/2006.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climatic Changes. **Cambio climático 2001: la base científica – Tercer Informe de Evaluación**. Disponível no site: <http://www.ipcc.ch>. Acesso em 13/04/2006.

KIPNIS, Renato; SCHELL-YBERT, Rita. Arqueologia e paleoambientes. In: SOUZA, Célia Regina de Gouveia et. al. (eds.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005. p. 343-362.

KUHLMANN, Edgar. Vegetação. In: FIBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil**. v. 2: Região Nordeste. Rio de Janeiro: SERGRAF/IBGE, 1977. p. 85-110.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. Petrópolis: Vozes, 2001. 343 p.

LESSA, Guilherme C. Baías brasileiras: grandes estuários em uma costa regressiva?. CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO (ABEQUA), 10, 2005. Guarapari (ES). **Anais...** Vol. 2 (CD-ROM). Guarapari: ABEQUA, 2005. 04 p.

LOMBORG, Bjorn. Aquecimento global. In: _____. **O ambientalista cético**. Rio de Janeiro: Campus, 2002. p. 311-329.

MACHADO, Rômulo; SILVA, Marcos Egydio. Estruturas em rochas. In: TEIXEIRA, Wilson; TOLEDO, Maria Cristina Motta de; FAIRCHILD, Thomas Rich; TAIOLI, Fábio (orgs.). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2003. p. 399-420.

MAIO, Celeste Rodrigues. Estudo morfológico do litoral e das baixadas do Nordeste brasileiro. **Boletim Geográfico**. Rio de Janeiro, v. 35, n. 255. out./dez. 1977. p. 20-79.

MARANHÃO (Estado). Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Coordenadoria de Programas Especiais. Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro. **Diagnóstico ambiental da Microrregião da Aglomeração Urbana de São Luís e dos municípios de Alcântara, Bacabeira e Rosário**: estudo de geologia. – São Luís: SEMA/MMA/PNMA, 1998. 32 p.

_____. **Atlas do Estado do Maranhão**. São Luís: Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico / Laboratório de Geoprocessamento – UEMA, 2002. 39 p.

_____. **Zoneamento costeiro do estado do Maranhão**. (CD-ROM). São Luís: Fundação Souzaândrade / DEOLI / LABOHIDRO (UFMA) / Núcleo Geoambiental (UEMA). 254 p.

MARENGO, José A.; NOBRE, Carlos A.. Lições do Catarina e do Katrina: as mudanças do clima e os fenômenos extremos. **Ciência Hoje**. Rio de Janeiro, v. 37, n. 221, nov. 2005. p. 22-27.

MARQUES, Fabrício. O tempo esquentou. **Pesquisa FAPESP**. São Paulo, n. 109, mar.2005. p. 30-36.

MARQUES, Jorge Soares. Ciência geomorfológica. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (orgs.). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 23-50.

_____. Ciência geomorfológica. In: CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antonio José Teixeira (orgs.). **Geomorfologia**: exercícios, técnicas e aplicações. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. p. 25-56.

MARTIN, Louis. Holocene sea-level history along Eastern – Sotheastern Brazil. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**. Rio de Janeiro, v. 26, 2003. p. 13 – 24.

MARTIN, Louis; SUGUIO, Kenitiro; FLEXOR, Jean-Marie; DOMINGUEZ, José M.L.; BITTENCOURT, Abílio C.S.P. Quaternary sea-level history and variation in dynamics along the Central Brazilian Coast: consequences on coastal plain construction. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. São Paulo, v. 68, n. 3, jul./set. 1996. p. 303-354.

MEDAUAR, Odete (org.). **Constituição Federal, coletânea de legislação de direito ambiental**. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2002. 766 p.

METZGER, Jean Paul. O que é ecologia de paisagens?. **Biota Neotrópica**, v. 1, n. 1, 2001.

MUEHE, Dieter. Geomorfologia costeira. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 253–308.

_____. Geomorfologia costeira. In: CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antonio José Teixeira (orgs.). **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. p. 191-238.

NUNES, Bernardo de Almeida; RIBEIRO, Maria Inês de Castro; ALMEIDA, Valter Jesus de; NATALI FILHO, Trento (coords.). **Manual técnico de geomorfologia**. n.5. Rio de Janeiro: IBGE – Diretoria de Geociências, 1995. 111 p.

OLIVEIRA, Francisco. **Os tesos de Anajatuba**. Comunicação pessoal. Anajatuba: 30/10/2005.

OLIVEIRA, Marcelo Accioly Teixeira de; HERRMANN, Maria Lúcia de Paula. Ocupação do solo e riscos ambientais na área conurbada de Florianópolis. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (orgs.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 147-188.

PENHA, Hélio Monteiro. Processos endogenéticos na formação do relevo. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 51-92.

PENTEADO, Antonio Rocha. O homem brasileiro e o meio. In: AZEVEDO, Aroldo (coord.). **Brasil: a terra e o homem**. Vol. II: A Vida Humana. São Paulo: Companhia Editora Nacional/EDUSP, 1970. p. 03-35.

PETRI, Setembrino; FÚLFARO, Vicente José. **Geologia do Brasil**. São Paulo: T.A. Queiroz / EDUSP, 1983. 631 p.

PIRES, Fernando Roberto Mendes. Arcabouço geológico. In: CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antonio José Teixeira (orgs.). **Geomorfologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 17-69.

PONZI, Vera Regina Abelin. Sedimentação Marinha. In: BAPTISTA NETO, José Antonio; PONZI, Vera Regina Abelin; SICHEL, Susanna Eleonora (orgs.). **Introdução à geologia marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. p. 219-241.

RODRIGUES, Ricardo Ribeiro. Uma discussão nomenclatural das formações ciliares. In: RODRIGUES, Ricardo Ribeiro; LEITÃO FILHO, Hermógenes de Freitas (eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2004. p. 91-99.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análises e sínteses na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. **Revista do Departamento de Geografia**. N. 09 (anual). São Paulo: USP/FFLCH, 1995. p. 65-75.

_____. Geomorfologia aplicada aos EIAs – RIMAs. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (orgs.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 3.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p. 291-336.

_____. Fundamentos da geografia da natureza. In: _____ (org.). **Geografia do Brasil**. 4. ed. São Paulo: EDUSP, 2001. p. 15-65.

_____. **Geomorfologia, ambiente e planejamento**. 7. ed. São Paulo: Contexto, 2003. 85 p.

_____. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. p. 208 p.

SAADI, Allaoua; BEZERRA, Francisco Hilário Rego; COSTA, Ricardo Diniz da; IGREJA, Hailton Luiz Siqueira; FRANZINELLI, Elena. Neotectônica da Plataforma Brasileira. In: In: SOUZA, Célia Regina de Gouveia; SUGUIO, Kenitiro; OLIVEIRA, Antonio Manoel dos Santos; OLIVEIRA, Paulo Eduardo de (eds.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005. p. 211-234.

SACHS, Jeffrey. O fim da miséria. **Scientific American Brasil**. São Paulo, v. 04, n. 41, out. 2005. p. 48-57.

SANTOS, Márcio Vaz dos. **Roteiro de pesquisas de campo no município de Anajatuba**. Escala: 1:250.000. São Luís, 2005.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. 2. ed. São Paulo: HUCITEC, 1994. 157 p.

SILVA, Cleverson Guizan; PATCHINEELAM, Soraya Maia; BAPTISTA NETO, José Antonio; PONZI, Vera Regina Abelim. Ambientes de sedimentação costeira e processos morfodinâmicos atuantes na linha de costa. In: BAPTISTA NETO, José Antonio; PONZI, Vera Regina Abelim; SICHEL, Susanna Eleonora (orgs.). **Introdução à geologia marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. p. 175-218.

SILVA, Márcia Corrêa Vieira da; VIADANA, Adler Guilherme. A paisagem de enclave de Salto – Itu (SP – Brasil) sob a ótica da teoria dos refúgios florestais. ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA – EGAL, 10, 2005. São Paulo. **Anais...** v. 02 (CD-ROM). São Paulo: USP/Instituto de Geografia, 2005. 22 p.

SILVEIRA, João Dias da. Morfologia do litoral. In: AZEVEDO, Aroldo (coord.). **Brasil: a terra e o homem**. Vol. I: As bases físicas. 2. ed. São Paulo: Cia. Editora Nacional, 1972. p. 253-305.

SIMÕES, Jefferson Cárdua. Mantos de gelo e o nível dos mares. **Ciência Hoje**. Rio de Janeiro, v. 38, n. 225, abr. 2006. p. 12-14.

SPÖRL, Christiane. **Análise da fragilidade ambiental relevo – solo com aplicação de três modelos alternativos nas altas bacias do rio Jaguari–mirim, ribeirão do Quartel e ribeirão da Prata**. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Geografia Física). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. 159 f.

SUGUIO, Kenitiro. **Geologia do quaternário e mudanças ambientais: passado + presente = futuro?**. São Paulo: Paulo's Comunicações e Artes Gráficas, 2001. 366 p.

_____. Tópicos de geociências para o desenvolvimento sustentável: as regiões litorâneas. **Geologia USP – Série Didática**. São Paulo: v. 2, n. 1, 2003. 40 p. Disponível em: <http://www.igc.usp.br/geologiausp/sd1/art.php?artigo=598>. Acesso em: 07/07/2005.

SUGUIO, Kenitiro; ANGULO, Rodolfo J.; CARVALHO, Alexandre K.; CORRÊA, Iran C.S.; TOMAZELLI, Luiz J.; WILLWOCK, Jorge A.; VITAL, Helenice. Paleoníveis do mar e paleolinhas de costa. In: SOUZA, Célia Regina de Gouveia; SUGUIO, Kenitiro; OLIVEIRA, Antonio Manoel dos Santos; OLIVEIRA, Paulo Eduardo de (eds.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005. p. 114-129.

TRICART, Jean. Variações do ambiente ecológico. **Boletim Geográfico**. Rio de Janeiro, v. 33, n. 246. jul./set. 1975. p. 5-16.

_____. A geomorfologia nos estudos integrados de ordenação do meio natural. **Boletim Geográfico**. Rio de Janeiro, v. 34, n. 251. out./dez. 1976. p. 15-42.

VANZOLINI, Paulo Emílio. A second note on the geographical differentiation of *Amphisbaena fuliginosa* L., 1758 (Squamata, Amphisbaenidae), with a consideration of the forest refuge model of speciation. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 74, n. 4. out./dez. 2002. p. 609-648.

VILLWOCK, José Alberto; LESSA, Guilherme Camargo; SUGUIO, Kenitiro; ÂNGULO, Rodolfo José; DILLENBURG, Sergio Rebelo. Geologia e geomorfologia de áreas costeiras. In: In: SOUZA, Célia Regina de Gouveia; SUGUIO, Kenitiro; OLIVEIRA, Antonio Manoel dos Santos; OLIVEIRA, Paulo Eduardo de (eds.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005. p. 94-113.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)