

GEOMORFOLOGIA: INSTRUMENTO DE ANÁLISE NO PROCESSO DE OCUPAÇÃO DA BACIA DO RIO PACIÊNCIA

Luiz Carlos Araújo dos Santos, CESI/UEMA. delcineide@yahoo.com.br

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho procura chamar atenção para o significado do relevo, sobretudo como suporte das derivações ambientais observadas durante o processo de apropriação e transformação realizado pelo homem. Para entender tal consideração *é necessário compreender as forças que determinam a atuação dos processos geradores das formas do relevo, ou seja, a morfodinâmica, as quais são endógenas e exógenas*, Rossi (1991).

Segundo Casseti (1991), a *Geomorfologia constitui elemento integrante da análise geográfica e responsável pela compreensão do comportamento do relevo*. Quanto ao papel do homem como agente geomorfológico, há que se denunciar o seu alto poder de destruição das formas naturais, por iniciativas do caráter econômico e social, muitas vezes de caráter especulativo.

Com o objetivo de caracterizar a relação geomorfologia e ocupação urbana da bacia do rio paciência, realizou-se estudo empregando técnicas de Sistema de Informações Geográficas SPRING. A partir dos resultados obtidos fez-se a proposta de ocupação urbana para a bacia visando minimizar os problemas geoambientais da área.

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia do rio Paciência encontra-se localizada numa faixa insular do Golfo Maranhense, formada por arquipélago distribuído entre a Ilha do Maranhão, São Luís (Capital do Estado), São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa. Delimita-se ao norte com as sub-bacias litorâneas; a leste com a bacia Santo Antonio; ao sul com a bacia do Tijupá e do Tibiri e a oeste com a bacia do Bacanga e Anil. Esta compreendida entre as coordenadas geográficas: 02° 25' 30'' a 02° 37' 30'' de Latitude Sul e 44° 07' 30'' a 44° 16' 30'' de Longitude Oeste. A área especificada possui 146,17 hm², ou seja, 15,27 da Ilha do Maranhão.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a realização do trabalho, foram utilizadas cartas: 1) Cartas Planialtimétricas (DSG/SUDENE), articulação das folhas: 2,3,7,8,9,10,14,15,16,17,18,24 e 32, curvas de nível com equidistância em 5m, escala 1:10 000; 2) Carta de geomorfologia da Ilha do Maranhão, elaborada pela SEMA/GERCO, escala 1:100 000 e 3) imagem de satélite TM Landsat-5 digital, órbita/ponto 220/62 bandas 3,4 e 5 com passagem em 14/06/2000. Como os dados estavam em escalas diferentes, procedeu-se a uniformização dessas escalas (escala 1:54 000). O software aplicado foi o SPRING: Sistema para Processamento de Informações Georeferenciadas (SPRING).

A carta geomorfológica foi produzida por compilação da carta produzida pela SEMA/GERCO/MA (1997) e atualizada por meio de interpretação de imagem de satélite. O trabalho de digitalização da carta topográfica foi realizado de forma cuidadosa, para evitar alteração no traçado das curvas de nível. Foram digitadas também as cotas dos pontos da

área de estudo. Ao fim dos trabalhos de compilação foram arquivadas, para serem utilizadas na elaboração da carta de declividade.

A carta topográfica da bacia da Paciência foi transformada em carta de declividade, empregando-se os recursos do SPRING. Para tanto, criou-se uma grade retangular, em seguida a carta de declividade, e no final geraram-se as isolinhas da carta de declividade levando em consideração as classes <2%, 2-5%, 5-8%, 8-12%, 12-16% e >16%. Este número de classe concorda com o sugerido por Biasi (1992), onde afirma *que não se deve utilizar mais de seis classes de declividade para não produzir uma carta com excesso de informação e portanto de difícil leitura*.

A partir das cartas de geomorfologia, topografia com fatiamento e declividade produziu-se carta de Aptidão Física a Ocupação Urbana, sendo determinada quatro categorias distintas para a expansão urbana da bacia do rio Paciência, a saber:

a) áreas com restrições localizadas a ocupação urbana – terrenos onde predomina a unidade homogênea constituída por amplitudes de 25 a 65m de declividade ate 5%. O relevo e sustentado por arenito, argilito, e apresenta feições subtabular e tabular.

b) Áreas passíveis de ocupação com restrições a ocupação urbana – nestas áreas a amplitude predominante esta entre 15 e 45 m e a declividade varia de 5 a 12%. As feições predominantes são dissecadas, subtabular e tabular, ambas pertencentes a formação geomorfológica dos Glacis Pré-Litoraneos e em algumas áreas na Planície Fluvial.

c) Áreas com severas restrições à ocupação urbana – esta unidade e formada por morros, que são encontrados nos Glacis pré-Litoraneos, com declividade maiores que 12%, o que muitas vezes impossibilita o acesso a áreas potencialmente favoráveis à ocupação urbana.

d) Área imprópria – tal unidade e constituída por Planície Fluvial e Litorânea, com topografia que varia de 1 a 60 m e com declividade de ate 12%. A unidade considerada imprópria foi determinada com base na legislação ambiental vigente (Constituição Federal e Estadual e Código de Proteção do Meio Ambiente do Estado do Maranhão), sendo considerados para a área os ambientes de manguezais, vegetação ciliar e as áreas de proteção: Parque Estadual do Itapiraço e Horto florestal.

3 RESULTADOS E DISCUSSAO

3.1 Feições Geomorfológicas

A Ilha do Maranhão é caracterizada pela ocorrência de relevo regional plano. Nas áreas a nordeste, *as barreiras foram bastante recuadas por processos erosivos e recobertas por sedimentos arenosos formando ambientes de dunas, paleodunas e restingas*, Maranhão (1997a). No seu conjunto, o tabuleiro na ilha é *constituído por superfícies tabulares e subtabulares*, Feitosa (1989), entretanto e muito recortado nas bordas, com altitudes variando em torno de 40 m, que alcançam o litoral em pequenas áreas, configurando contatos de falésias e encostas de alta declividade, modeladas por drenagem encaixante. *No interior da superfície tabular, ocorrem formas residuais decorrentes de processos hidrológicos com altitudes máximas em torno de 70m*, Maranhão (1997b). As feições geomorfológicas que afloram na bacia do rio Paciência estão distribuídas em: Planície Litorânea, Planície Fluvial e glacis pré-Litoraneos.

a) Planície Litorânea

E constituída por fixa de terra próxima à linha da costa, segundo Feitosa (1983) *corresponde a área envolvida pelo fluxo e refluxo das marés, cuja unidade geossistêmica apresenta sedimentos de deposição recente, com areias finas e medias e depósitos areno-argilosos mal selecionados e ricos em matéria orgânica.* Trata-se de um ambiente instável, *tem função reguladora das descargas hídricas subterrâneas pela sua alta porosidade, bem como, na formação de lagos e lagoas costeiras,* Cruz (1998). Na bacia do rio Paciência, a área ocupada pela planície fluviomarinha que pode ser definida como uma geofacie desse geossistema, compreende uma área de aproximadamente 9,3km², resultante de processos de acumulação fluvial e marinha, apresentando padrão de drenagem do tipo anastomosado. São ambientes cuja função ecológica consiste em regular o fluxo e o refluxo de maré e reduzir o impacto das marés em áreas de reprodução das espécies variadas de peixes, crustáceos e moluscos. A vegetação de mangue encontra-se relativamente preservada. Assim, pode-se constatar que a nordeste da bacia encontra-se a presença acentuada de Planície litorânea, a qual corresponde 6,3% da área total da bacia, ocupando espaço dos municípios de Paço do Lumiar e Raposa, estando distribuída entre eles, respectivamente, 7 km² ou 75,3% e 2,3 km² ou 24,7% da área estudada.

b) Planície Fluvial

Corresponde a área da Planície Fluvial do rio Paciência e seus subafluentes. É composta por sedimentos recentes, com areias Quartzosas mal selecionadas, incluindo argilas e cascalho. Trata-se de área com relevo plano, resultante de acumulação fluvial, tendo solo do tipo aluvial associado a solos Gleissolos. São solos profundos, a muito profundos de textura variada, possuindo baixa fertilidade natural, mas mesmo assim os moradores desenvolvem atividades agrícolas, principalmente as de subsistência. Na área de estudo, a Planície Fluvial corresponde a 49,7km². São ambientes com vulnerabilidade moderada a muito vulnerável as erosões.

c) Glacis Pré-Litoreaneos

Esta classe corresponde a 84,9 km² da bacia do rio Paciência, compreendem áreas tabulares e subtabuleiros litorâneos de formação Barreiras, com sedimentos variados, predominantemente arenosos e areno-argilosos. Apresentam topografia dominante plana em direção a costa, sendo dissecados em interflúvios subtabulares. A drenagem apresenta trechos perenes no rio principal e intermitente em alguns afluentes, com padrões dentriticos, ocasionando um ambiente estável. A cobertura vegetal, bastante degradada em suas condições originais, apresenta em alguns pontos condições razoáveis de recuperação.

Faz-se necessário salientar que a ocupação urbana vem alterando as características do relevo local, pois a implantação de novos núcleos urbanos não pode prescindir de infraestrutura, no caso a implantação de estradas pavimentadas, como as MA-201, MA-203, MA-204 e MA-205 constituem ação antrópica e modeladora da estrutura geomorfológica na bacia. Esta distribuída em praticamente toda a bacia, devendo ser ressaltado que a incidência maior ocorre a oeste, região mais urbanizada da bacia hidrográfica.

3.2 Carta de declividade

Essa carta tem sido utilizada de maneira quase que obrigatória, nas últimas décadas, em trabalhos ligados às Ciências da terra, planejamento regional, urbano e agrário. Na

região norte da bacia a principal área com declividade desfavorável a ocupação situa-se próximo ao riacho Cumbique e o segundo ocorre no principal afluentes do rio Iguaíba, dentro dos limites de um loteamento particular. Essas áreas com declividade superior a 16% correspondem a menor porção, ou seja, 0,09 km² da bacia. Conforme os critérios de Janjic & Stepanovic (1974), essas áreas podem ser ocupadas com restrições.

As áreas com baixa declividade (< 2%) ocupam um espaço significativo, 47,38 km² (32,41%) dos terrenos da bacia. Predominam nessas áreas terrenos constituídos por depósitos aluviais e lamas de manguezais (planície fluvial e planície litorânea, respectivamente). Na região do aeroporto, encontra-se o divisor de água da bacia, área elevada que chega a altitudes próximas dos 65m, e cuja declividade é inferior a 2%. As áreas com declividade entre 2 a 5% encontram-se disseminadas espacialmente em toda a bacia, porém concentram-se com mais intensidade na porção centro-sul e centro-oeste, onde ocorre a presença dos Glacis Pré-Litoreaneos. Abrangem cerca de 67,6 km², ou seja, 46,2% das terras da bacia. Uma das maiores dentro desta categoria constitui o próprio perímetro urbano. Na margem esquerda dos rios Miritiua e Itapiraco, a montante, a área já está densamente ocupada, restando mais áreas disponíveis na margem direita.

Na região centro-leste da bacia, destacam-se áreas com declividades situadas entre 5 e 8% que abrangem uma área de 24,9km², ou seja 17,1%. Essas áreas apresentam baixa ocupação, compreendendo uma região de expansão urbana. Atualmente, encontram-se alguns lotes ocupados pela população mais carente (ocorrência de invasão), porque situam longe do centro urbano. Nas proximidades do rio Iguaíba, tanto na margem direita quanto na esquerda, verifica-se residência de trabalhadores da região.

No baixo curso do rio Paciência, na margem esquerda, e no riacho Cumbique, na margem direita, destacam-se também áreas com declividade de 5 a 8%, com baixa ocupação populacional. Nas margens desses canais, estes terrenos pouco inclinados estão ocupados por diversas chácaras e sítios. Terrenos com declividade entre 8 e 12% estão disseminados em poucas áreas do território da bacia, com leve concentração nas margens da MA-204, estrada de Iguaíba, e nas proximidades da lagoa de tratamento de esgoto da Companhia de Abastecimento de Água e Esgoto do Maranhão – CAEMA, somente cerca de 3,6 km² equivalem a 2,5% da área total da bacia.

Os terrenos com declividade entre 12 e 16% correspondem apenas a 0,3 km², o equivalente a 0,2% da área do estudo. Encontram-se espacialmente distribuídos próximos ao médio curso do rio Iguaíba e na margem esquerda do baixo curso do rio Paciência. São encontradas ainda pequenas manchas ao longo da bacia do Paciência.

No geral, na área estudada os terrenos planos são predominantes, com declividades de até 5%. Os terrenos com essa variação de declividade, segundo os critérios de Janjic & Stepanovic (1974), são muito bons para a ocupação urbana. Porém deve-se observar as áreas com declividade inferior a 1%, que são alagadas periodicamente. As classes de 5 a 12% são consideradas favoráveis a ocupação e as maiores que 12%, desfavoráveis a ocupação urbana. É importante frisar que essa relação entre declividade e ocupação urbana, nas classes mencionadas constitui a melhor possibilidade encontrada para a bacia do rio Paciência.

4 PROPOSTA DE OCUPAÇÃO URBANA PARA A BACIA DO RIO PACIÊNCIA

A ocupação ordenada de uma bacia hidrográfica requer, entre outros estudos, o conhecimento prévio de suas condições físicas. Novo (1992) salienta que a *geomorfologia ambiental preocupa-se em estudar os reflexos da atividade antropica sobre a estabilidade dos sistemas de forma de relevo*. Tomando por base este argumento, procurou-se caracterizar os elementos físicos mais importantes (geomorfologia, topografia, declividade) a serem considerados na proposta de ocupação dos terrenos urbanos. Entretanto, existem outros parâmetros que podem ser levados em consideração, que não foram considerados neste trabalho.

Assim, a carta de aptidão física à ocupação urbana permitiu a determinação de quatro unidades e, ou, categorias de aptidão: áreas com restrições localizadas à ocupação urbana; áreas passíveis de ocupação urbana com restrições; áreas com severas restrições à ocupação urbana e áreas impróprias à ocupação urbana. Tais categorias dão respaldo para se trabalhar no planejamento urbano de municípios. As recomendações aqui propostas para a alteração da realidade atual e futura da bacia do rio Paciência visam a melhoria do processo de uso e ocupação e do seu estado ambiental. Estas recomendações são o resultado do trabalho de laboratório, de campo e as discussões a partir da literatura pertinente a esta temática.

a) Áreas com restrições localizadas à ocupação urbana

O espaço geográfico que constitui as áreas com restrições localizadas à ocupação urbana ocorre em forma de manchas em praticamente quase toda a bacia, abrangendo um total de 94,4 km², o que corresponde a 64,5% da bacia. Nessa unidade é encontrado afloramento do período Terciário da Formação Barreiras, cuja litologia apresenta Areias Quartzosas, arenito fino e médio e argilito. A rede de drenagem instalada nesta categoria apresenta padrão sub-retangular, levemente condicionado pelas estruturas geológicas.

O relevo vai de muito plano a plano, é composto pelos Glacis Pré-Litorâneos com superfície subtabular e tabular, atingindo cotas que variam entre 25 e 65 m. De modo geral, os terrenos desta unidade apresentam valores de declividade baixa. Nas áreas tabulares onde está localizado o aeroporto Marechal Cunha Machado, encontra-se áreas com declividades inferiores a 2% e no subtabular estas chegam a 5%.

Atualmente, a categoria encontra-se em grande parte urbanizada. Esta urbanização ocorre de duas formas: ordenada, promovida por programas habitacionais dos governos federal e estadual; e desordenada (espontânea), na forma de invasão, promovida pelos sem-tetos, geralmente oriundos do interior do Estado do Maranhão, que ao chegarem a São Luís ficam sem emprego e moradia, tendo como consequência o engajamento no movimento dos sem-tetos.

O processo de ocupação deveria, no mínimo, levar em consideração a topografia e a declividade do terreno. Porém, constatou-se em trabalho de campo, que esta prática não vem ocorrendo com normalidade, encontrando-se locais considerados a áreas restritos à ocupação, sendo, atualmente, urbanizados. Tal fato implica em poucas áreas que não poderiam ser ocupadas, por apresentarem declividade desfavorável e que requerem projetos e construções especiais. Essa unidade caracteriza-se por apresentar condições favoráveis à ocupação urbana em sua maior parte.

Áreas passíveis de ocupação urbana com restrições

Esta unidade é a terceira maior área, atingindo cerca de 25,6 km² e 17,5% do total da bacia, abrangendo com maior ênfase a porção central do território. A superfície do terreno situa-se em cotas intermediárias, com variações entre 15 e 45 m. As classes de declividades que predominam nesta unidade encontram-se entre 5 e 12%. Nessa unidade ocorre uma rápida transformação na forma de ocupação do solo, para sua adequação, a fim de atender à demanda urbana. Conforme trabalho de campo realizado, foi constatada a existência de antigas propriedades, que até então tinham uma cobertura vegetal (vegetação mista e capoeira) e que, hoje, estão sendo desmatadas, transformando-se em loteamento.

O rápido crescimento populacional da bacia é resultado do processo de urbanização espontânea por meio de ocupação de áreas devolutas, sítio e loteamentos clandestinos (são loteamentos que não tem licença da prefeitura), onde surgiram assentamentos humanos (invasão), geralmente localizados nas áreas adjacentes aos conjuntos habitacionais. Caso o solo não seja de risco imediato, devido à possibilidade de deslizamentos, a ocupação espontânea, sem critérios técnicos, acaba transformando-os em áreas de risco.

No mapeamento realizado na bacia, constatou-se que a ocupação urbana nessa unidade apresenta restrições, logo o processo de urbanização deve ser de forma planejada, evitando, assim, que áreas de risco venham a ser ocupadas. Este planejamento evitará problemas ambientais (deslizamento, assoreamento, poluição do solo e da água, ravinamento etc.) e contribui diretamente na qualidade de vida da população.

Áreas com severas restrições à ocupação urbana

Esta unidade ocupa cerca de 1,2 km² e 0,8% da bacia do rio Paciência. A geologia data do Período Terciário da Formação Barreiras, com afloramento geomorfológico dos Glacis Pré-Litorâneos (com superfície tabular e subtabular), e o solo é composto por Podzólico Vermelho-Amarelo e Areia Quartzosa, apresentando cobertura vegetal do tipo secundária mista e capoeira. O relevo considerado forte ondulado, apresentando declividade superior a 12%. Está especialmente distribuída na bacia locada ao sul, próxima à Universidade Estadual do Maranhão, a sudeste e norte da bacia.

A urbanização dessas áreas deve encarecer os projetos de construção civil, as obras públicas, o sistema de drenagens etc., além de exigir gastos com manutenção constante para a estabilização dos cortes efetuados nas barreiras. O mapeamento realizado levou em consideração os parâmetros físicos, com destaque para a topografia e a declividade, que apontam esta unidade como sendo áreas com severas restrições à ocupação urbana. Assim, essas áreas não são recomendadas para a ocupação urbana, para que seja mantida a sua cobertura vegetal, evitando, assim, danos ambientais (exposição do solo, erosão, ravinamento etc.).

d) Áreas impróprias à ocupação urbana

Esta unidade situa-se na parte interior da bacia (vegetação ciliar), com maior ênfase a nordeste (presença de manguezal) e a sudoeste, com a ocorrência das áreas de proteção (Parque Estadual do Itapiracó e Horto Florestal). Abrange um total de 25,0 km² e 17,1% da bacia do rio Paciência. A geomorfologia que aflora na área é constituída pela Planície Litorânea (com superfície dissecada) e por Glacis Pré-Litorâneos (com superfície subtabular e tabular). O relevo apresenta cotas altimétricas que variam de 1 a 60 m. De

modo geral, os terrenos dessa unidade apresentam valores de declividade que chegam a até 12%. Na Planície Litorânea a declividade é inferior a 2%. Já as áreas de Planície fluvial nas áreas dissecadas atingem uma declividade de até 12%.

Na Planície Fluvial, onde predominam os depósitos inconsolidados, constituídos por sedimentos aluviais, deve ser evitada, pois apresentam áreas impróprias à ocupação urbana, devido à pouca profundidade do lençol freático, aos solos de baixa resistência mecânica, às inundações, às dificuldades para construção do sistema viário.

É importante destacar que no mapeamento da bacia do rio Paciência o fator determinante não está ligado aos parâmetros físicos, visto que se chegou ao consenso de que deveria ser levada em consideração a atual legislação ambiental (em nível federal, estadual e municipal). Assim, ao fazer este levantamento, foi possível mapear e determinar na bacia as áreas consideradas impróprias à ocupação urbana, que constituem as áreas de manguezal, de vegetação ciliar intitulada áreas de preservação permanente; e o Parque Estadual do Itapiracó e o Horto Florestal, considerados áreas de proteção. Com base nestas informações, coloca-se a inviabilidade da ocupação urbana nessa unidade. A não ocupação dessa unidade visa amenizar e solucionar os problemas ambientais (como erosão do solo, poluição e contaminação da água e ocupação desordenada e, ou, espontânea) encontrados na bacia do rio Paciência.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A organização dos espaços físicos e ecológicos adquire, ao longo do tempo, feições diferenciadas em cada região. Com a evolução tecnológica, a interferência do homem na produção do espaço tornou-se mais agressiva e abrangente, em face dos atributos da territorialidade regional, associada ao modelo econômico predominante, que atribui a inesgotabilidade dos recursos naturais.

Ficou demonstrado que a integração de técnicas empregadas, como o sensoriamento remoto (imagem Landsat) para levantamento do uso e da ocupação da terra, o geoprocessamento (vetorização e análise dos dados via SIG) mostrou-se eficiente. Este procedimento aplicado à bacia do rio Paciência permitiu chegar às seguintes considerações:

- foram encontradas três classes geomorfológicas predominantes: Glacis Pré-Litorâneos com maior abundância, 58,06%; a Planície Fluvial, com 34%; e a Planície Litorânea com 6,37% da área total da bacia;

- A carta de declividade indica muitas áreas que podem ser ocupadas, desde que sejam atendidas as limitações impostas pelos terrenos. Apenas pequenas áreas com declividade superior a 12% apresentam maiores restrições, pois apresentam problemas de estabilidade dos solos, além de dificultar a instalação das melhorias urbanas.

- O levantamento da aptidão física à ocupação urbana permitiu conhecer quatro unidades de ocupação, distribuídas em conformidade com as características apresentadas pela bacia. Há predomínio da unidade com restrições localizadas à ocupação urbana, que corresponde a cerca de 64,54% da área da bacia. Segue-se a unidade com áreas passíveis de ocupação urbana com restrições à ocupação urbana, com 17,55%; a unidade imprópria à ocupação urbana, que ocupa 17,11% das terras; e a unidade com áreas com severas restrições à ocupação urbana, com 0,81%.

- Há predomínio da unidade de áreas com restrições localizadas à ocupação urbana, correspondente a 64,54%, o que demonstra que a bacia possui muitas áreas que permitem a ocupação urbana, mesmo considerando a sua topografia e a declividade. Somando as áreas com restrições localizadas à ocupação urbana e a possível de ocupação urbana com restrições, têm-se 82,09% da área total da bacia do rio Paciência.

- Faz-se necessário planejamento de ocupação para essa bacia hidrográfica, de forma que venha controlar o processo de contaminação e poluição e a disciplinar a ocupação da bacia.

REFERÊNCIAS

- BIASI, M. de. **Carta de declividade de vertentes: confecção e utilização**. São Paulo: Igeog/USP, p. 8-13 (Geomorfologia, 21) 1970.
- BIASI, M. de. **Carta clinografica: os métodos de representação e sua confecção**. São Paulo: Revista do Departamento de Geografia-USP, v.6, 1992.
- CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**, São Paulo: Contexto, 1991.
- FEITOSA, A. C. **O Maranhão primitivo: uma tentativa de reconstituição**. São Luis, editora Augusta, 1983.
- FEITOSA, A. C. **Evolução morfogenética do litoral norte da Ilha do Maranhão**. Rio Claro, 1989, dissertação (mestrado em geociências), IGCE-UNESP.
- GUERRA, A. J. T., CUNHA, S. B. da. (Org.). **Geomorfologia ambiental**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1996.
- JANJIC, M., SIEPANOVIC, B. Suitability of karst and marsh land for urban development from the point of view of engineering geology. **In: Internacional congress of the internacional Association of engineering geology, 2, 1974**, Sao Paulo, IAEG/ABGE, v.1,tema 3.
- LUZ, D. S. **A contribuição do conhecimento geológico para o desenvolvimento sustentável da Ilha do Maranhão**. In: CEUMA perspectiva: desenvolvimento sustentável, EDICEUMA, São Luis, ano 3, v.3, ago/1999, São Luis, 1999.
- MARANHAO (Estado). Secretaria de Estado do Meio ambiente e Turismo, Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro. **Macrozoneamento do golfo maranhense: estudo de pedologia/cobertura vegetal**, São Luis, 1997.
- MARANHAO (Estado). Secretaria de Estado do Meio ambiente e Turismo, Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro. **Macrozoneamento do golfo maranhense: estudo de Geomorfologia**, São Luis, 1997.
- NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. São Paulo, editora Edgard Blucher, ed. 2^a. 1992.
- SANTOS, L. C. A. **Estudo da bacia do rio Paciência-Ma, por meio da análise cartográfica**. Presidente Prudente, 2001, dissertação (mestrado em geografia), FCT-UNESP.
- TROVAO, J. R. **Transformações sociais e econômicas no espaço rural da Ilha do Maranhão**. Rio Claro, 1994, tese (doutorado em geociências), IGCE-UNESP