

CARTOGRAFIA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS CACHORROS

Hugo Fernando R. Castro
Universidade Federal do Maranhão - UFMA
hugogf2006@hotmail.com

Ediléa Dutra Pereira
Universidade Federal do Maranhão – UFMA
edileap@gmail.com

EIXO TEMÁTICO: GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS, BACIA HIDROGRÁFICAS, PLANEJAMENTO AMBIENTAL E TERRITORIAL

Resumo

A Bacia do Rio dos Cachorros com uma área de 63,7 km², localiza-se na porção sudoeste da Ilha do Maranhão, na zona rural do município de São Luís. Trata-se de uma bacia hidrográfica de padrão dendrítico e de 3ª ordem. Onde se desenvolvem as atividades de extrações de areias e lateritas, sem planejamento, sem autorizações ambientais, o que está ocasionando um grande passivo ambiental na área. A realização dessa pesquisa contou com a utilização de materiais cartográficos, fotointerpretação, sucessivas etapas de campo e elaboração de mapa de drenagem, carta de declividade e mapa geológico-geotécnico na escala de 1:50.000 como subsídios ao planejamento territorial. A área da bacia apresenta as maiores reservas de minerais de emprego imediato na construção civil como areia e lateritas para suprir o mercado interno, porém as extrações minerais na área necessitam de uma maior observância por parte do Departamento Nacional de Pesquisa Mineral – DNPM e a Secretaria Estadual de Meio Ambiente - SEMA.

Trata-se de uma área vulnerável aos processos erosivos (ravinas e voçorocas) considerando suas características geológicas-geotécnicas o que coloca seus canais de drenagens perenes e intermitentes em constantes riscos de assoreamentos e aterramentos.

Palavras-chaves: Cartografia geológico-geotécnica, extração, lateritas e areias.

Abstract

The Basin of Dog's River has an area of 63,7km²; it is set at the southwest of Maranhão Island, at the rural zone of the city of São Luís. It is a watershed padron and 3^o order. There are developed many activities of extraction of sand and laterites without plan and authorization by the body responsible, what creates a great environmental liability at the area. This research was made using cartographic materials, photointerpretation, successive steps of field and elaboration of map of drainage and geotechnical and geological map in scale of 1:50.000 with territorial plan of subsidy. The area of the Basin shows great reserve of minerals for immediate use in construction such as sand and laterites to supply the internal market, but the extraction of minerals at the area need a larger compliance by the National Department of Mineral Research – DNPM and the State Department of Environment – SEMA.

It is a vulnerable area to the erosion (ravines and gullies) considering its geological and geotechnical characteristics, which places its channels of perennial and intermittent drainages in constant risk of silting and grounds.

Keywords: Mapping geological and geotechnical, mining, sand and laterites.

Justificativa e problemática

As comunidades inseridas na área do Rio dos Cachorros são formadas por agricultores e pescadores, que ao longo do tempo vêm fazendo o manejo tradicional, mas nos últimos 20 anos, com a

chegada da Alumar e Vale na região, alguns recursos, outrora abundantes, vêm se tornando escassos ou até mesmo se extinguindo localmente. Este é o caso do sururu, que ocorria associado a um recife no meio de um canal da região, que, na década 1980, foi destruído para permitir acesso ao porto da Alumar. Estoques de sarnambi também foram destruídos, o que descaracterizou a principal atividade econômica de muitas famílias que eram essencialmente marisqueiras. (IBAMA, 2006)

As áreas próximas ao Porto do Itaqui são marcadas por recorrentes disputas territoriais por sua posição geográfica estratégica, por encontrar-se próxima a um complexo portuário de grande importância em âmbito global e a uma ferrovia que garante o acesso ao interior do país e por conter grandes empreendimentos na área (Vale e Alumar). Por outro lado, estas áreas apresentam alto potencial de areia e lateritas, insumos empregados na construção civil. O atributo geográfico e geológico fornece condições favoráveis para dinamizar grandes empreendimentos nesta área.

O conflito de uso e ocupação é um fator preocupante, de um lado tem-se a presença de populações tradicionais, que vivem há décadas em áreas de manguezais, exercendo um manejo ambiental considerado “tradicional” e de outra atividade industriais e mineraria de alto impacto ambiental. Conciliar este conflito exige do governo e da sociedade grandes e importantes discussões na busca de ações que forneça sustentabilidade ambiental.

O mapeamento geotécnico tem fundamental importância no planejamento ambiental, por meio da análise, classificação e avaliação dos componentes do meio físico. O nível de conhecimento depende dos objetivos da análise, podendo ser de caráter regional ou local, e as informações podem ser qualitativas ou quantitativas, dependendo das escalas utilizadas no estudo.

Os documentos gráficos resultantes das pesquisas no campo da geotecnia são denominados mapas geotécnicos, cujas definições de vários autores são listadas a seguir:

Mapa geotécnico tem por finalidade básica levantar, avaliar e analisar os atributos que compõem o meio físico, sejam geológicos, hidrológicos, hidrogeológicos e outros, os quais deverão ser utilizados para fins de engenharia, planejamento, agronomia, saneamento e outros. As informações devem ser manipuladas através de processos de seleção, generalização, adição e transformação, para que possam ser relacionadas e interpretadas e ao final representadas em mapas, cartas e anexos descritivos (ZUQUETTE, 1987).

Objetivo

- Realizar mapeamento geológico-geotécnico na escala de detalhe como subsídios ao planejamento territorial do Município de São Luís - MA.
- Apresentar documentos cartográficos que permitam aos órgãos governamentais estabelecerem dispositivos legais para preservação e conservação das áreas;
- Integrar as informações geológicas-geotécnicas e hidrogeológicas em uma linguagem acessível para serem difundidas nos órgãos públicos como subsídio para orientar políticas públicas direcionadas ao planejamento territorial;

Materiais e métodos

A realização dessa pesquisa contou com a utilização de materiais cartográficos, fotointerpretação, sucessivas etapas de campo e elaboração de cartas temáticas na Bacia Hidrográfica do Rio dos Cachorros.

O principal acervo bibliográfico pesquisado pertence às bibliotecas da Universidade Estadual Paulista (UNESP/Rio Claro), da Divisão de Geologia do Instituto de Pesquisa Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Maranhão (SEMA – MA), vários sites e congressos e simpósios na área da cartografia geotécnica.

Os mapas planialtimétricos utilizados foram elaborados pela Diretoria de Serviços Geográfico (DSG, 1980), na escala de 1:10.000, especificamente nas Folhas 37, 38, 39, 44 e 45.

A fotointerpretação foi realizada com o auxílio das fotografias aéreas na escala de 1:8.000, ano de 2002, disponibilizadas por meio do levantamento aerofotogramétrico realizados pela empresa Aeroconsulte para a Prefeitura Municipal de São Luís (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO LUÍS, 2002).

Foram elaborados os seguintes Mapa geológico-geotécnico, Mapa Hipsométrico, Carta de declividade, Carta de Uso e Ocupação para a Bacia do Rio dos Cachorros, na escala de 1:50.000 no programa Arc GIS versão 9.2 (ESRI, 2003).

Os trabalhos de campo buscaram caracterizar as diferentes formações geológicas e os processos envolvidos em uma área de 63,7 km². As observações foram realizadas em afloramentos existentes em cortes de vias, voçorocas, drenagens, escavações e outros.

O método utilizado na caracterização das unidades foi à descrição tátil-visual, destacando-se os aspectos locacionais, geomorfológicos, litológicos, texturais, mineralógicos e estruturais, uso e ocupação atual, perfil de alteração, processos e problemas ambientais registrados na área, como erosão, assoreamento e outros, conforme (ZUQUETTE e GANDOLFI, 2004)..

Resultados e discussões

A rede de drenagem de uma bacia apresenta configurações ou arranjos dos canais fluviais influenciados pela atividade morfogenética, pela natureza, disposição das camadas rochosas, pela resistência litológica variável, pelas diferenças de declividade e pela evolução geomorfológica da região (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A Ilha do Maranhão abriga um conjunto de pequenas bacias hidrográficas de natureza exorréica, com padrão de drenagem dendrítica, com rios que desembocam em estuários com vastos manguezais, dentre elas a Bacia do Rio dos Cachorros.

Com o intuito de melhor caracterizar as estruturas e os fenômenos na bacia hidrográfica foram empregados os modelos matemáticos de (VILLELA; MATTOS, 1975, CHRISTOFOLETTI, 1980) com os objetivos de conhecer a dinâmica hidrológica da bacia e contribuir para o planejamento de uso e ocupação. Utiliza-se os cálculos da área da bacia (A), comprimento da bacia (L), índice de circularidade (Ic),

coeficiente de compacidade (Cc), fator de forma (Kf), densidade de drenagem (Dd), coeficiente de manutenção (Cm) e extensão do percurso superficial (Eps).

Proposto por Miller (1953 apud Christofolletti 1980) o índice de circularidade foi criado para dar fim a sua subjetividade quando se faz referência a forma da bacia. A bacia analisada atingiu o índice de circularidade de 0,6 indicando que há uma suscetibilidade a enchentes, pois as águas resultantes do escoamento superficial chegam com rapidez ao leito principal ocasionando a rápida enchente do mesmo

A Bacia do Rio dos Cachorros apresenta uma área de 63,7 km², com perímetro de 34,7 km, padrão de drenagem dendrítico, ordenação dos canais de 3^a ordem.

A densidade de drenagem apresentou um índice de 2,2 indicando um moderado escoamento superficial e infiltração, conseqüentemente a descida de água dos igarapés de toda a bacia não produzirá inundação, caso o evento chuvoso na região seja habitual.

O modelo matemático proposto por Christofolletti (1980) apontou que na bacia o coeficiente de manutenção foi de 454,54 m indicando a proporção de terras destinadas a manutenção de um canal de primeira ordem e o escoamento superficial da água pluvial na bacia percorre em média de 1,1 km para chegar no curso de água principal

As unidades geológicas-geotécnicas foram definidas com base nas observações e integrações das características das unidades geológicas e geomorfológicas, das feições e elementos de relevo e dos tipos de solo da área, extraídos de Rodrigues et al. (1994), Pereira (2006) e a partir das informações de campo. A área insere-se na divisão geomorfológica pertencente ao Golfão Maranhense caracterizada por relevos dissecados em colinas a partir dos tabuleiros e planícies fluvio-marinha.

Os critérios utilizados na individualização e delimitação das unidades geológico-geotécnicas se basearam em Cooke e Doornkamp (1990), Lollo e Zuquette (1996) e Zuquette e Gandolfi (2004).

A carta geológico-geotécnica fornece informações de prognósticos e diagnósticos, risco geológico, processos, problemas ambientais e as limitações do meio físico. Sendo utilizado como ferramenta para subsidiar o planejamento e gerenciamento do uso e ocupação do solo, em todos os níveis Plano Diretor, zoneamento, parcelamento e desmembramento do uso do solo.

O mapeamento na bacia do Rio dos Cachorros permitiu individualizar quatro fácies da Formação Barreiras conforme o modelo geológico-geotécnico proposto por Pereira (2006) para a Bacia do Rio Bacanga com adaptações para a área de bacia em estudo.

Foram identificadas as fácies arenosas, areno-argilosas, argilo-arenosa com lateritas e mangue nesta bacia. (Figura 1)

MAPA GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO DA BACIA DO RIO DOS CACHORROS

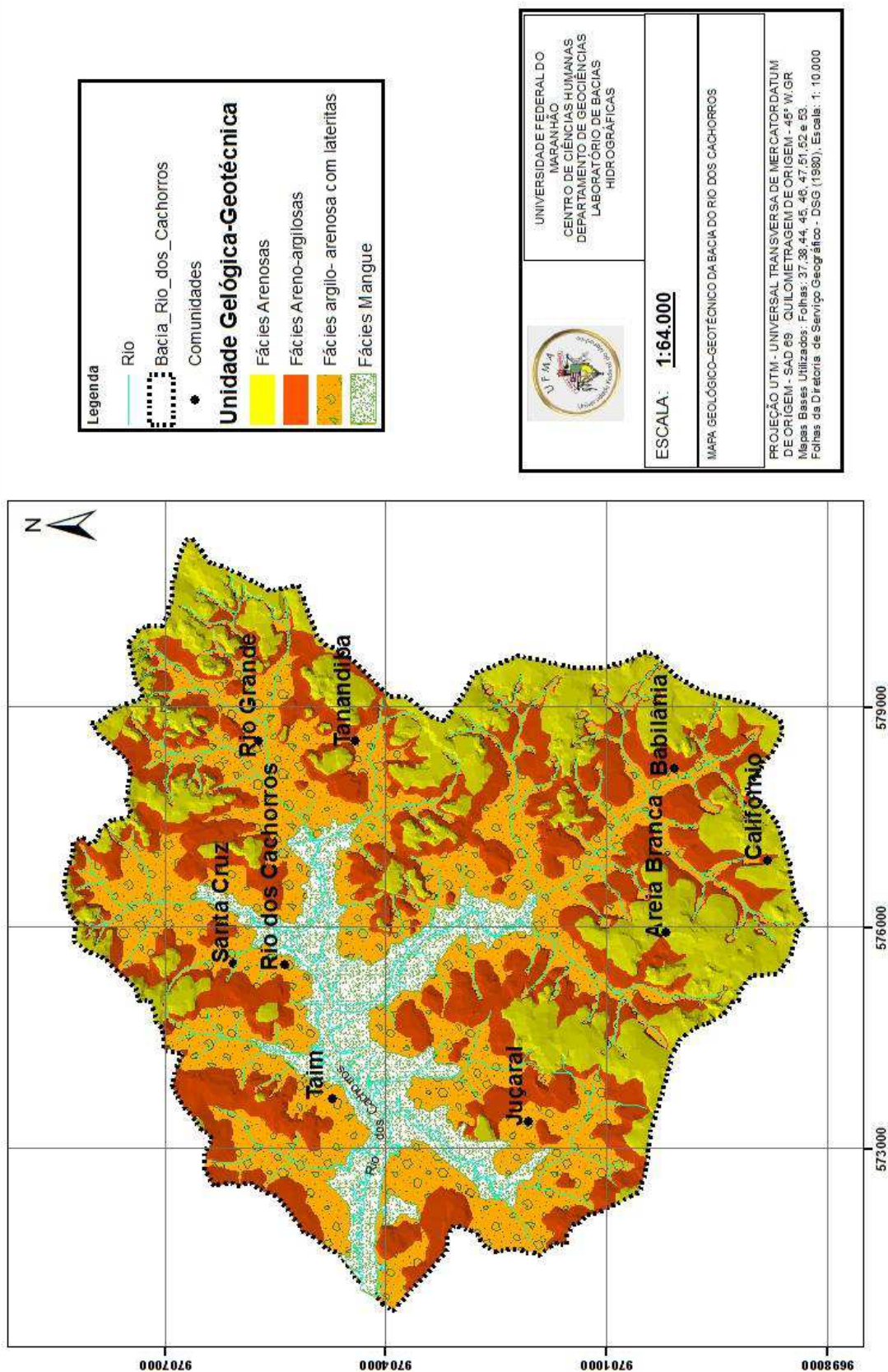


Figura 1. Mapa Geológico-Geotécnico do Rio dos Cachorros

Fácies Arenosas - Formação Barreiras

As Fácies Arenosas da Formação Barreiras constitui-se de areia fina a muito fina, creme a avermelhado-alaranjado, bem selecionada, quartzosa, de consistência baixa, friável, alta a média permeabilidade. Apresenta intercalações de concreções lateríticas geralmente no topo. Na área de estudo, as fácies arenosas apresentam-se no topo dos tabuleiros e colina presentes nos interflúvios das sub-bacias a nordeste e sudeste da bacia como nos Igarapé Pituaçu, Limoeiro e Santa Rita em cotas altimétricas superiores a 30 m (Figura 2). As maiores concentrações de jazidas de areia situam-se na porção nordeste e sudeste da área ao longo da porção superior das principais nascentes desta bacia. A cobertura vegetal predominante é de capoeira.

Os processos e problemas do meio físico presente são erosões por voçorocas e ravinamentos, escorregamento de massa, assoreamento de igarapés, aterramento de nascentes, descartes indevido de resíduos sólidos e contaminação do lençol freático e extração de areia indevida e outros. É comum encontrar na área largas cavas com água, frequentemente resultante de jazidas abandonadas.



Figura 2 – Vista parcial de da jazida de areia intensamente ravinada.

Fácies Areno-argilosas - Formação Barreiras

São sedimentos de coloração avermelhada a amarelada, composta de areia fina a argilosa, apresenta-se nas altas e médias encostas, nas cotas altimétricas de 30-20 m, compreendendo a áreas de todas as sub-bacias (Figura 3). Tem sido muito explorado devido à extração de areia e laterita. Apresenta vegetação de capoeira com fase intermediária de sucessão.

Os processos e problemas do meio físico presente são erosões por voçorocas e ravinamentos, escorregamento de massa, assoreamento de igarapés, aterramento de nascentes e contaminação do lençol freático.



Figura 3 – Sedimentos avermelhados com plaquetas dispersas de argilas caulinita.

Fácies argilo-arenosa com lateritas - Formação Barreiras

Fácies argilo-arenosa com lateritas da Formação Barreiras apresenta sedimentos de coloração avermelhada a amarelada, argilo-arenoso, presença de concentrações de laterita, angulosas, de tamanho centimétrico a milimétrico, média permeabilidade facilitada pelos macroporos associado às lateritas mal selecionadas. Estes sedimentos estão situados na baixa encosta, com altimetria entre 20-5 m, onde se encontram grande parte das extrações de laterita (Figura 4). A vegetação compõe-se de capoeira, mata ciliar com predominância das palmáceas.

Os processos e problemas do meio físico presente foram: escorregamento de massa por rastejo, assoreamento de igarapés, aterramento de nascentes, descartes indevido de resíduos sólidos e contaminação do lençol freático e extração de laterita indevida e outros.

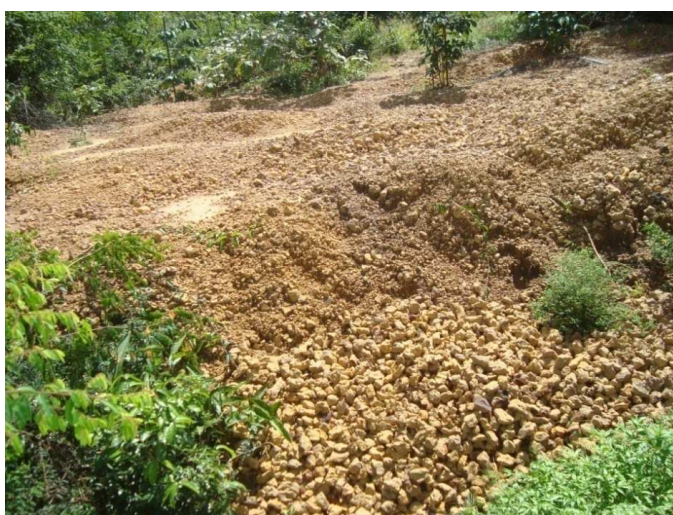


Figura 4 – Presença de lateritas na Comunidade do Rio dos Cachorros -MA.

Fácies Mangue – Formação Açuí

O Mangue da Formação Açuí caracteriza-se por ser uma zona de acumulação de sedimentos argilosos e lamosos, encontra-se abaixo da altitude de 5 metros, apresentando uma área plana pertencente à planície flúvio-marinha (Figura 5). É possuidor de uma rica biodiversidade natural.



Foto 4 – Vista parcial dos sedimentos de mangue na área do Rio dos Cachorros.

Os processos e problemas do meio físico presente foram: desmatamento, queimadas, descartes indevido de resíduos sólidos e outros.

A Bacia do Rio dos Cachorros apresenta uma área composta pelas seguintes usos vegetação de capoeira, mangues, presença de edificações (casas residenciais e industriais) e diversas atividades de extração de areias e lateritas.

A vegetação de capoeira predomina com 72% do total da área da bacia, onde esta vegetação é representada por florestas secundárias com estratos arbustivos e arbóreos.

Segundo IBAMA/SEMATUR (1991) ocorre predomínio de babaçu (*Attalea speciosa*) nas áreas mais secas e degradadas, juçara (*Euterpe oleracea*) e buriti (*Mauritia flexuosa*) nas áreas mais úmidas, sendo a palmeira Anajá (*Attalea maripa*), macajuba (*Acrocomia acuelata*) e tucum (*Astrocaryum vulgare*) bastante abundante.

Os mangues são uma vegetação típica da costa maranhense e estão localizados as margens do Rio dos Cachorros mais precisamente abaixo das cotas altimétricas de 5m, representando um total de 4,9% da área total da bacia. Segundo algumas entrevistas com moradores as principais espécies encontradas são o mangue-vermelho (*Rhizophora mangle*, L), siriúba (*Avicennia* sp.), mangue branco (*Laguncularia racemosa*) e mangue de botão (*Conocarpus erectus*).

A presença de edificações na área da bacia é mínima, pelo fato de ser uma zona rural, exceto na área da margem esquerda situada no curso baixo e médio da bacia, zoneada como área industrial, onde se encontram as instalações da ALUMAR. Este uso representa uma parcela de 4,4% da bacia. Ressalta-se que a

área rural onde se encontram as comunidades de Taim, Rio dos Cachorros e Limoeiro estão em fase de mudança para unidade de conservação de uso sustentável – RESEX TAIM.

As atividades de extrações minerais de areias e lateritas representam 2,9% da área da bacia. Esta atividade é responsável por graves transformações na paisagem da área e pela dinamização dos processos de erosão, escorregamento de massa, assoreamento e aterramento de diversas nascentes.

Conclusão

A Bacia do Rio dos Cachorros apresenta uma área de 63,7 km², padrão dendrítico e de 3^a ordem, constitui-se de uma bacia estuarina de importância considerando tratar-se da maior situada na porção oeste da Ilha do Maranhão. O substrato geológico é formado pelas fácies arenosa, areno-argilosa e argilo-arenosa da Formação Barreiras onde predomina um relevo colinoso com declividade moderadamente plana a ondulada, resultante de um intenso processo erosivo no decorrer do tempo geológico.

Esta área apresenta as maiores reservas de minerais de areia e lateritas empregada na construção civil capaz de suprir o mercado interno, porém as extrações minerais na área necessitam de uma maior observância por parte do Departamento Nacional de Pesquisa Mineral – DNPM e a Secretaria Estadual de Meio Ambiente - SEMA.

Trata-se de uma área vulnerável aos processos erosivos (ravinas e voçorocas) considerando suas características geológicas-geotécnicas o que coloca seus canais de drenagens perenes e intermitentes em constantes riscos de assoreamentos e aterramentos. Esta bacia hidrográfica é dotada de alta valoração ambiental considerando:

- A presença dos mangues que mantém uma rica biodiversidade;
- A sustentação de dezenas de comunidades rurais centenárias que sobrevivem da pesca artesanal e da agricultura de subsistência;
- Altas reservas de areia e lateritas, minerais da Classe II com emprego direto na construção civil e estratégica para o comércio local considerando a proximidade com a zona urbana de São Luís.
- O comportamento hidrológico da água de infiltração é facilitado pela presença das fácies arenosa e areno-argilosa e argilo-arenosa associada às lateritas. Trata-se de colinas costeiras estratégicas para manter a carga hidráulica em equilíbrio contra a entrada da cunha salina na porção oeste da Ilha do Maranhão

Sugerem-se como recomendações para conservação dos mananciais hídricos da bacia do rio dos Cachorros:

- A regulamentação urgente das atividades de extração de areia e laterita na área da bacia;
- Um plano emergencial de recomposição de flora e mata ciliar ao longo dos igarapés que compõem a bacia;
- Plano de manejo ao longo das ravinas e voçorocas presentes na área;

- E a implantação urgente da Reserva Extrativista do Taim - RESEX TAIM.

Referências

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia, 2 ed., São Paulo: Edgar Blucher, 1980, 188 p.

COOKE, R.U.; DOORNKAMP, J.C. Geomorfology in Enviroment Management: a new introduction. 2 ed., Oxford: Clarendon Press, 1990, 410 p.

IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis Laudo sócio-econômico e biológico da Reserva Extrativista do Taim. São Luís: 2006. Mimeo. 22p.

IBAMA/SEMATUR. Diagnóstico dos principais problemas ambientais do Estado do Maranhão. São Luís: LITHOGRAF 194p., 1991.

LOLLO, J. A.; ZUQUETTE, L.V. Utilização da técnica de avaliação do terreno em cartografia geotécnica: sistemática proposta e resultados obtidos para a quadricula de Campinas. Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica, 2, 1996, São Carlos, Anais...São Carlos: ABGE, 1996, 3-12 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO LUÍS, São Luis: AEROCONSULTE, 2002, mar., Fotografia aérea, escala 1:8.000.

PEREIRA, E. D. Vulnerabilidade Natural a Contaminação do Solo e do Aquífero do Reservatório Batatã. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2006.

RODRIGUES, T. L. N. et al. (Org) Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: São Luís, Folha SA-23-2-A, Cururupu Folha SA-23-X-C, escala 1: 250.000, Brasília: CPRM, 1994, 185 p.

ZUQUETTE, L. V.; GANDOLFI N. *Cartografia geotécnica*, São Paulo: Oficina de texto, 2004, 190 p.

ZUQUETTE, L.V. Importância do mapeamento geotécnico no uso e ocupação do meiofísico:fundamentos e guia para elaboração. Tese [Livre Docência] – Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos/ USP, 1993.