

Caracterização do meio físico de uma região de planícies inundáveis da Amazônia Maranhense

Vilena Aparecida Ribeiro Silva¹
Cícero Wellington Brito Bezerra²
Fabrício Brito Silva³
Juliana Lopes Almeida³

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão - IFMA
Estrada de Pacas, Km 04, Enseada, CEP: 65200-000, Pinheiro-MA, Brasil.
vilena.silva@ifma.edu.br

²Universidade Federal do Maranhão – UFMA, Departamento de Química
Av. dos Portugueses, 1966, Campus do Bacanga, CEP 65080-805, São Luís-MA, Brasil.
cwb.bezerra@ufma.br

³Laboratório de Geotecnologias, Universidade Ceuma - UniCEUMA
Rua Josué Montello, Nº 01, Renascença II, CEP: 65075-120, São Luís-MA, Brasil.
fabricioagro@gmail.com

Abstract. The lack of information about the environments found in the flood plains of Amazon part in Maranhão motivated this study, which goal was to carry out a diagnosis of the physical environment through the characterization of the geodiversity of that area, with the help of tools available remote sensing.

The study area was Pinheiro town, MA and the characterization of the physical environment was carried out from the cartographic representation of geodiversity in a Geographic Information System, that used pre-existing thematic data acquired on a national basis belonging to the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), Geological Survey of Brazil (CPRM) and the Project Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Four geological and environmental units were identified, proving to be a great geodiversity area where the environment of recent alluvial plains is the most relevant in the context of wetlands, once this region is one of eleven Sítios Ramsar of the country - Convention on Wetlands of International Importance. Products obtained in the present study on geodiversity include geology and geomorphology maps, geomorphology, soils, terrain and elevation, which are important tools to support research about the biotic and abiotic environment, as well as the understanding of the physical environment behavior, in view of the human occupation in the region, and environmental planning and management of it.

Palavras-chave: Geodiversity, Remote sensing, Environmental Diagnosis, Geodiversidade, Sensoriamento Remoto, Diagnóstico Ambiental.

1. Introdução

Ainda são escassas as informações acerca dos ambientes presentes na região das planícies inundáveis da Amazônia Maranhense, mesmo sendo esta, uma região considerada de interesse internacional em função de suas áreas úmidas, como lagoas, lagunas, brejos, estuários, mangues, meandros de rios e manguezais, onde encontra-se alguns dos ambientes mais produtivos e de maior diversidade biológica do planeta (FARIAS FILHO, 2012).

Apesar de sua reconhecida importância ecológica, esta região também conhecida como Baixada Maranhense sofre grande impacto ambiental devido ao crescimento populacional, à criação bubalina, ao cultivo de arroz nas áreas dos lagos, à pesca predatória, à privatização de áreas de preservação, além dos intensos conflitos socioeconômicos. Pressões antrópicas, como barragens, tapagens e queimadas, têm provocado graves alterações na estrutura e dinâmica dos ecossistemas, principalmente nas bacias dos rios Pericumã, Mearim e Pindaré (BERNARDI, 2005). Entre 2008 e 2012 a Área de Proteção Ambiental - APA da Baixada Maranhense esteve entre as três unidades de conservação estaduais que mais apresentaram focos de queimadas no estado, com 2034 focos em cinco anos (GERUDE, 2013).

Os impactos destas interferências antrópicas na reconfiguração da paisagem permanecem desconhecidos, bem como ainda é desconhecida a extensão e distribuição espacial dos diferentes tipos de ambiente presentes na Baixada Maranhense.

Uma forma eficiente de realizar um diagnóstico do meio físico de uma área, se dá partir do conhecimento da sua geodiversidade, para que se possa identificar os recursos minerais, os riscos geológicos e as paisagens naturais inerentes a uma dada região composta por tipos específicos de rochas, relevo, solos e clima, sendo possível reconhecer, de maneira mais assertiva, as aptidões e restrições de uso dessa uma área, assim como os impactos advindos de seu uso inadequado (BANDEIRA, 2013).

Portanto, considerando os impactos antrópicos e a fragilidade dos ecossistemas das planícies inundáveis da Amazônia Maranhense, e com o auxílio das ferramentas disponíveis do sensoriamento remoto, essa pesquisa teve o objetivo de verificar a configuração do ambiente físico de uma região da Baixada Maranhense. Foi realizada a caracterização da geodiversidade da referida área, a fim de que se possa gerar a base de dados para uma análise ecossistêmica integrada que leve a compreender os impactos das ações antrópicas na região.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Área de Estudo

O presente estudo foi realizado na área do município de Pinheiro, município pólo da Baixada Maranhense (Figura 1), região situada na Amazônia Legal maranhense, a qual representa o maior conjunto de bacias lacustres do nordeste do Brasil. O município possui uma área de 1.552,95 km², entre as latitudes 02°31'17'' S e longitudes 45°06'57''W e dista 84km em linha reta da capital do estado. Do território municipal, 98,7% está inserido na APA da Baixada Maranhense, o que corresponde a 1.532,67 km². O município de Pinheiro está assentado predominantemente na bacia do rio Pericumã, e sua sede localiza-se nas proximidades da foz desse corpo hídrico, o que é um fator de exposição dos recursos nesta área (água, solos, matas ciliares etc.) à potenciais impactos ambientais.

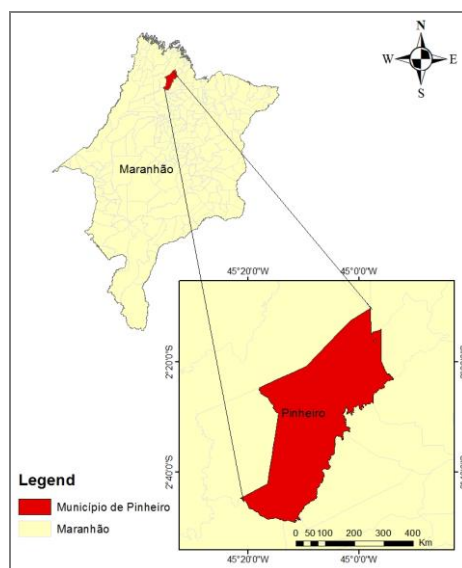


Figura 1 – Área de Estudo

2.2 Caracterização do ambiente físico da região

Os dados temáticos pré-existentes foram adquiridos em bases nacionais pertencentes ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e Projeto Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) e estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição dos dados utilizados.

Atributo	Escala Cartográfica	Resolução Espacial	Fonte
Geologia	1:250.000	-	IBGE (2012)
Geomorfologia	1:750.000		CPRM (2012)
Solos	1:5.000.000		IBGE (2001)
	1:750.000		CPRM (2012)
Relevo	1:750.000		CPRM (2012)
Elevação (Raster Size)	1 degree lites	30m	Satélite SRTM
Geodiversidade	1:750.000		CPRM (2012)

2.3 Fluxograma Metodológico

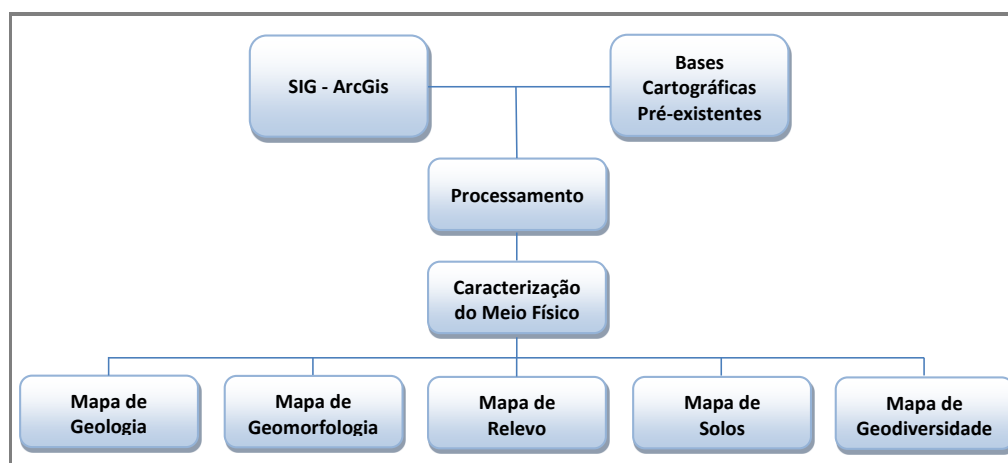


Figura 2 - Fluxograma Metodológico da Caracterização do Ambiente Físico

3. Resultados e Discussão

3.1 Atributos do meio ambiente físico

O município de Pinheiro está localizado na Bacia Sedimentar do Parnaíba, a qual teve uma pequena parte de seus litótipos depositada na era paleozoica (a exemplo dos grupos Serra Grande, Canindé e Balsas), outra parte na era mesozoica (formações Mosquito, Pastos Bons, Corda, Grajaú, Codó, Itapecuru, Ipixuna) e o restante na era cenozoica até os dias atuais (BANDEIRA, 2013). Na área de estudo foram encontradas 4 formações geológicas: Barreiras, Sedimentos Pós-Barreiras, Depósitos Aluvionares e Formação Itapecuru (Figura 3 (a)). Em relação às compartimentações geomorfológicas mapeadas na área, observa-se o predomínio da Superfície Bacabal, seguida da Superfície do Rio Gurupi e uma pequena porção de Tabuleiros Costeiros (Figura 3 (b)).

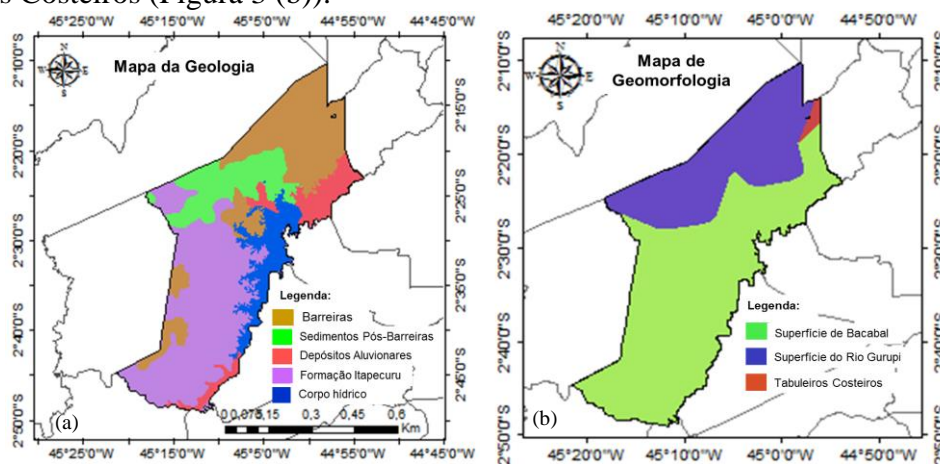


Figura 3 (a) Mapa de Geologia, (b) Mapa de Geomorfologia.

Segundo o Mapa de Solos obtidos a partir da base de dados do IBGE datados de 2001 (Figura 4(a)), na área de estudo são encontrados Plintossolo háptico distrófico e Gleissolo tiomórfico Órtico. Porém, a partir da base de dados do CPRM de 2013 (Figura 4(b)), sugere-se uma diversidade maior de solos na região, como Plintossolos Argilúvicos distróficos e Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos e plínticos, podendo-se encontrar nas amplas várzeas ao redor dos lagos de Pinheiro, solos hidromórficos, tais como Gleissolos Hápticos eutróficos, Gleissolos solódicos e vérticos e Gleissolos Tiomórficos e Salinos (BANDEIRA, 2013).

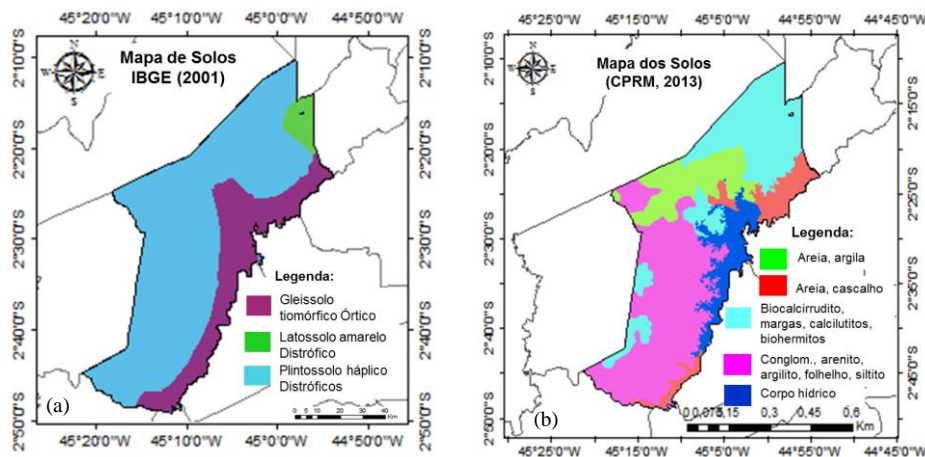


Figura 4 (a) Mapa de Solos - base de dados do IBGE (2001),
 (b) Mapa de Solos - base de dados do CPRM (2013).

Os tipos de relevo observados na (Figura 5 (a)) foram: Domínios de colinas amplas e suaves, Planícies fluviais ou flúvio-lacustres, Superfícies aplainadas, retocadas ou degradadas e Tabuleiros. No mapa de elevação (Figura 5 (b)) observa-se uma variação de amplitude de relevo que vai de -2 a 122m.

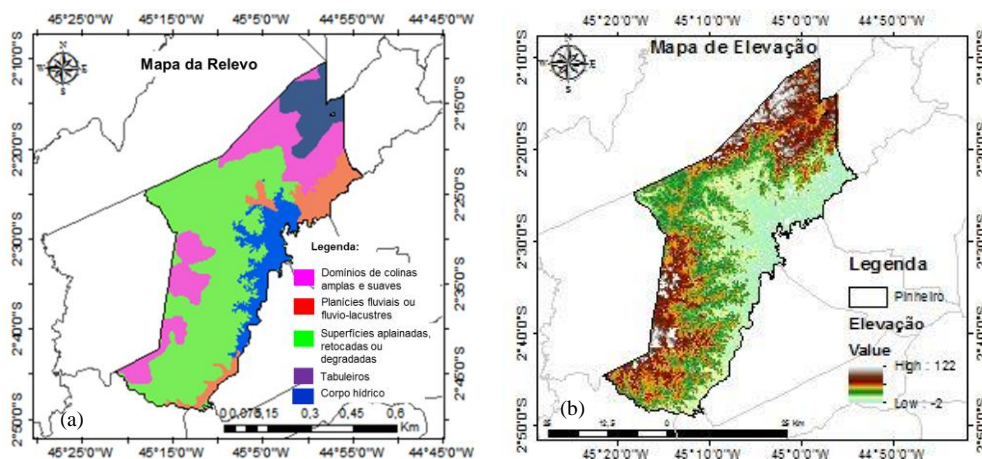


Figura 5 (a) Mapa de Relevô, (b) Mapa de Elevação.

3.2 Geodiversidade

As características pedogeomorfológicas distinguidas através de imagens de satélite e análise da constituição geológica foram os principais diferenciadores para a composição do mapa de Geodiversidade da área de estudo, resultando em 4 tipos de unidades geológico-ambientais (figura 6), as quais serão descritas individualmente, na ordem cronológica de origem das rochas que as sustentam:

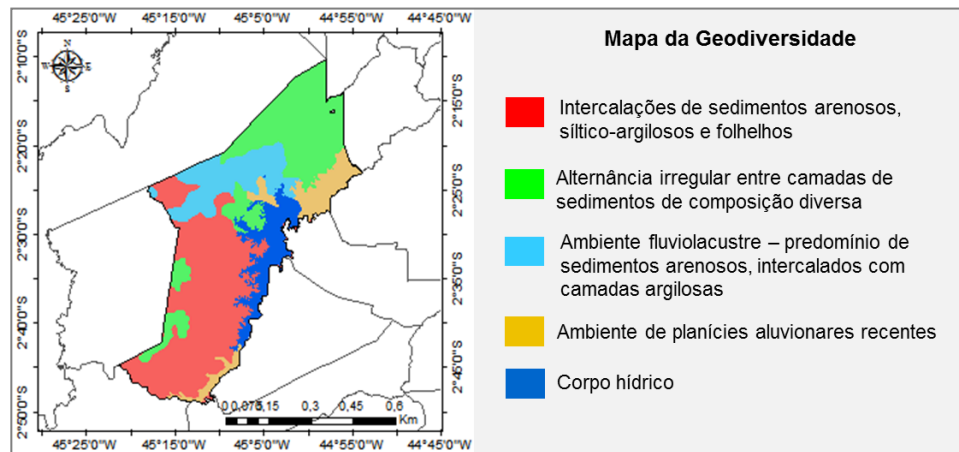


Figura 6 – Mapa de Geodiversidade da área de estudo

Intercalações de sedimentos arenosos, siltico-argilosos e folhelhos.

O contexto geológico deste ambiente se inicia na era mesozoica, onde ocorreu a deposição de uma sequência de rochas na Bacia Sedimentar do Parnaíba, como as rochas do **Grupo Itapecuru**, observado na região estudada. Este é um conjunto de formações composto por variados tipos de rochas, como arenitos, argilitos, siltitos, folhelhos intercalados com arenitos depositados em vários ambientes (fluvial, deltaico e lagunar). Possui idade variando de 90 a 93 Ma (Cretáceo Superior) (GONÇALVES; CARVALHO, 1996).

A partir da compartimentação geomorfológica elaboradas durante o Neógeno, o relevo deste ambiente é composto predominantemente por **Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas**, as quais sofreram processos de erosão generalizados, mantendo-se uma superfície de erosão conservada ou levemente reafeiçoada durante o Quaternário.

A resultante geomorfológica é um cenário de vastas e monótonas superfícies de aplainamento, por vezes, desfeitas em relevo colinoso de baixa amplitude de relevo, variando entre 20 e 130 m, com elevações residuais que não ultrapassam 250 m de altitude, como pode ser observado na Figura 7(a). Destacam-se, ainda, nesse domínio, vastas zonas abaciadas ocupadas por extensas planícies de inundação e formações lacustres, especialmente ao longo dos baixos cursos do rio Pericumã (Figuras 7 (b) e (c)).

Os terrenos nesta unidade geológico-ambiental, em larga escala, encontram-se desmatados e convertidos em pastagens para pecuária extensiva, principalmente a bubalinocultura (Figura 7(d)), sendo esta considerada atividade causadora de grande impacto ambiental como a compactação do solo, devido ao seu grande peso corporal (podendo pesar até 1.200 kg); menor retenção no volume d'água em lagos e canais de comunicação; redução ou eliminação de fontes de alimentos das espécies animais e de áreas de reprodução e degradação da qualidade da água, afetando assim, a economia da região que tem a pesca como umas das principais atividades de renda (ALMEIDA-FUNO, 2010).





Figura 7 (a) Morro erodido – Oiteiro do Finca em Pinheiro – MA; (b) Zonas abaciadas ocupadas por extensas planícies de inundação e formações lacustres; (c) Rio Pericumã no município de Pinheiro; (d) Bubalinocultura extensiva na área de estudo.

Alternância irregular entre camadas de sedimentos de composição diversa (arenito, siltito, argilito e cascalho)

Este ambiente é marcado por rochas que fazem parte do domínio da Bacia São Luís e das Coberturas Superficiais que foram depositadas entre 23 e 11 Ma (Mioceno Inferior), a partir da grande elevação do nível do mar, formando as rochas do **Grupo Barreiras**, o qual também foi constatado na área de estudo, constituído por arenitos com inúmeras intercalações de folhelhos de origem fluvial, estuarina e marinha (ARAI, 2006).

Sobre o grupo Barreiras estão assentados os **Tabuleiros Costeiros**, os quais são mais perceptíveis nas reentrâncias formadas pelas baías ou estuários, mas que delimitam também parte da Baixada Maranhense, como observado na área de estudo (Figura 3(b)).

Aqui também encontram-se terrenos, utilizados, na sua grande maioria para atividades agropecuárias, onde desenvolvem-se solos muito profundos, bem drenados, muito friáveis e de baixa fertilidade natural, espessos e lixiviados, com predomínio de Latossolos Amarelos distróficos, podendo ocorrer em algumas áreas solos com problemas de drenagem natural, como Plintossolos Háplicos.

Ambiente fluviolacustre – predomínio de sedimentos arenosos, intercalados com camadas argilosas, ocasionalmente com a presença de turfa

A formação geológica deste ambiente se inicia durante o Mioceno Superior ao Plioceno (11 a 1.8Ma), após a ocorrência do rebaixamento do nível do mar e glaciação em escala global, ocasionando a instalação de processos de alteração química das rochas do **Grupo Barreiras**, possibilitando a deposição dos **Sedimentos Pós-Barreiras**, os quais são constituídos por areias inconsolidadas, com pouca argila e seixos, de ambientes eólico, mangue, fluvial etc. (ROSSETTI et al., 2001). Apesar de terem sido formados em relevos de planície fluviomarinha, atualmente se encontram sob a forma de superfícies aplainadas e colinas amplas, com cotas de até 55 m, devido ao recuo do mar e a processos neotectônicos e intempéricos.

O domínio geomorfológico deste ambiente é denominado Superfícies Aplainadas do Noroeste do Maranhão, anteriormente conhecido como Superfície do Rio Gurupi (IBGE, 1995; DANTAS; TEIXEIRA, 2011). A constituição deste ambiente se dá basicamente por areias e argilas com restos orgânicos vegetais, de origem lagunar, interdigitados com cascalhos e areias grossas a finas, relacionados à sedimentação fluvial.

Ambiente de planícies aluvionares recentes – Material inconsolidado e de espessura variável. Da base para o topo é formado por cascalho, areia e argila.

A formação geológica conhecida como **Depósitos Aluvionares** é constituída por areias e argilas que estão sendo transportadas e depositadas pelos rios e igarapés desde os últimos 10 mil anos (RODRIGUES et al., 1994).

Sobre estes, e situada na retroárea do Golfão Maranhense, encontramos uma vasta planície fluvio-marinha de topografia extremamente plana e praticamente ajustada ao nível de base geral, a Baixada Maranhense. Geomorfologicamente, o recôncavo da Baixada Maranhense é amplamente circundado por terrenos aplainados da Superfície Sublitorânea de Bacabal.

Na área de estudo, está associado ao relevo de planícies fluviais ou fluviolacustres, o qual pode ser caracterizado por superfícies sub-horizontalizadas, pouco elevadas, acima do nível médio dos rios, riachos/igarapés e córregos, periodicamente inundadas em épocas de cheias (GUERRA, 2006 *apud* BANDEIRA, 2013). Os terrenos desta área são argilosos e ricos em matéria orgânica, com predomínio de Gleissolos Tiomórficos Órtico (IBGE, 2011a).

As descrições pormenorizadas das unidades geológico-ambientais são apresentadas na Tabela 1 e encontram-se a seguir:

Tabela 1 – Atributos utilizados para caracterização da Geodiversidade dos ambientes do município de Pinheiro

Unidades Geológico-Ambientais	Geologia (CPRM)	Geomorfologia (IBGE)	Relevo (CPRM)	Solos (IBGE)	Solos (CPRM)
Intercalações de sedimentos arenosos, siltico-argilosos e folhelhos	Formação Itapecuru	Superfície de Bacabal	Superfícies aplainadas retocadas ou degradadas	Plintossolo háplico distrófico e Gleissolo tiomórfico Órtico	Conglomerado, arenito, arenito arcoseano, argilito, folhelho, siltito
Alternância irregular entre camadas de sedimentos de composição diversa (arenito, siltito, argilito e cascalho)	Formação Barreiras	Tabuleiros Costeiros	Tabuleiros e Domínios de colinas amplas e suaves	Latossolo amarelo distrófico e Plintossolo háplico distrófico	Biocalcirrudito, Margas, Calcilitos e Biohermitos
Ambiente fluviolacustre – predomínio de sedimentos arenosos, intercalados com camadas argilosas, ocasionalmente com a presença de turfa.	Sedimentos Pós-Barreiras	Superfície do Rio Gurupi	Superfícies aplainadas retocadas ou degradadas	Plintossolo háplico distrófico	Areia, Argila
Ambiente de planícies aluvionares recentes – Material inconsolidado e de espessura variável. Da base para o topo é formado por cascalho, areia e argila.	Depósitos Aluvionares	Superfície de Bacabal	Planícies fluviais ou flúvio-lacustres	Gleissolo tiomórfico Órtico	Areia, Cascalho

4. Conclusões

Os produtos obtidos no presente estudo sobre a geodiversidade de uma região de planícies inundáveis da Amazônia Maranhense, incluindo detalhes sobre a geologia, a geomorfologia, os solos, e o relevo, são importantes para subsidiar o entendimento sobre o comportamento deste meio físico em face da ocupação antrópica na região, bem como o planejamento e gestão ambiental urbana.

Os resultados do estudo apontam as seguintes conclusões: (i) a área de estudo, município de Pinheiro, apresenta grande geodiversidade caracterizada em quatro tipos de unidades-geológico-ambientais; (ii) a diversidade geológico-ambiental implica em diferenças acentuadas de rochas, solo e relevo associados, onde os ambientes variam de morros com alto nível de erosão até zonas abaciadas ocupadas por extensas planícies de inundação; (iii) a unidade mais relevante no contexto das zonas úmidas é o ambiente de planícies aluvionares recentes, devido à configuração do relevo na formação das planícies fluviais, considerado um dos ambientes mais produtivos e de maior diversidade biológica do planeta, sendo um dos onze Sítios Ramsar do país (Convenção Relativa às Áreas Úmidas de Importância Internacional); (iv) a despeito da grande fragilidade ambiental desses terrenos, o processo de ocupação humana baseado na pesca tradicional e na pecuária de subsistência (bovinos e bubalinos), tem sido apontado com um dos principais vetores de pressão ambiental da região; (v) o mapa de geodiversidade e os demais produtos deste trabalho tornam-se importantes para

subsidiar pesquisas acerca do meio biótico e abiótico, sendo uma base de dados segura para o conhecimento mais aprofundado da Amazônia Maranhense.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA-FUNO, IZABEL CRISTINA DA SILVA, PINHEIRO, CLAUDIO URBANO BITTENCOURT, MONTELES, Josinete Sampaio. **Identification of Environmental Tensors in Aquatic Ecosystems of the Environmental Protection Area Baixada Maranhense**, v. 5, n. 1, p. 74–85, 2010.

ARAI, M.A. **Grande elevação eustática do Mioceno e sua influência na origem do grupo Barreiras**. Geol. USP, Sér. cient., São Paulo, v. 6, n. 2, p. 1-6, out. 2006.

BANDEIRA, Iris Celeste Nascimento. **Geodiversidade do estado do Maranhão**. Organização: Iris Celeste Nascimento. – Teresina : CPRM, 2013.

BERNARDI, Cristina Costa. **Conflitos socioambientais decorrentes da bubalinocultura em territórios pesqueiros artesanais: o caso Olinda Nova do Maranhão**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Católica de Brasília, 2005.

CPRM. **Mapa geodiversidade do Brasil**. Brasília, Escala 1:2.500.000. Legenda expandida. DF: CPRM, 2006.

IBGE. **Geomorfologia**: mapa geomorfológico do estado do Maranhão. Escala 1:400.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

IBGE. **Pedologia**: mapa exploratório de solos do estado do Maranhão. Escala 1:400.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

FARIAS FILHO, Marcelino Silva (Org.). **O espaço geográfico da Baixada Maranhense**. São Luís: JK Gráfica Editora, 2012.

GERUDE, R. G. **Focos de queimadas em áreas protegidas do Maranhão entre 2008 e 2012**. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, n. 2009, p. 7912–7919, 2013.

GONÇALVES, R.A.; CARVALHO, I.S. **Contribuição ao estudo da sedimentação da formação Itapecuru, região de Itapecuru-Mirim, bacia do Parnaíba (Cretáceo inferior), Maranhão, Brasil**. Revista de Geologia, Fortaleza, v. 9, p. 75-81, 1996.

GRAY, M. **Geodiversity**: valuing and conserving abiotic nature. New York: John Wiley & Sons, 2004.

KLEIN, E.L.; SOUSA, C.S. (Orgs.). **Geologia e recursos minerais do estado do Maranhão**: sistema de informação geográfica (SIG). Escala 1:750.000. Belém: CPRM, 2012.

OWEN, D.; PRICE, W.; REID, C. **Gloucestershire cotswolds**: geodiversity audit & local geodiversity action plan. Gloucester: Gloucestershire Geoconservation Trust, 2005.

RODRIGUES, T.L.N. et al. (Org.). **São Luís folha SA.23- Z-A, Cururupu folha SA.23-X-C**: estado do Maranhão, escala 1:250.000. Brasília, DF: CPRM, 1994. 185 p. Programa Levantamentos Geológicos Básicos.

ROSSETTI, D.F.; GOES, A.M.; SOUZA, L.S.B. **Estratigrafia da sucessão sedimentar pós-Barreiras (zona Bragantina, Pará) com base em radar de penetração no solo**. Revista brasileira de Geofísica, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 113-130, 2001.

SILVA, C.R.; RAMOS, M.A.B.; PEDREIRA, A.J.; DANTAS, M.E. **Começo de tudo**. In: SILVA, C.R. da (Ed.). Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, 2008.