

# DINÂMICAS AMBIENTAIS NA PLANÍCIE DE MARÉ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS CACHORROS, ILHA DO MARANHÃO (MA)

## ENVIRONMENTAL DYNAMICS IN THE TIDAL FLATS OF HYDROGRAPHIC BASIN OF CACHORROS RIVER, ILHA DO MARANHÃO (MA)

Melina Fushimi<sup>1</sup>  
Regina Célia de Oliveira<sup>2</sup>

---

**RESUMO:** O objetivo do presente artigo foi caracterizar as principais dinâmicas ambientais na planície de maré da bacia hidrográfica do rio dos Cachorros, Ilha do Maranhão (MA), com ênfase nos processos relacionados ao sistema de marés, de precipitação e aos usos do território. Para tal, foram realizados trabalhos de campo e sistematização de dados de amplitudes de maré e de precipitação. Os resultados indicaram que a área de estudo apresenta planícies de maré pouco amplas, na zona de intermaré ocorre vegetação de mangue e no período chuvoso tem-se o predomínio do escoamento superficial na Avenida dos Cachorros e os sedimentos advindos de montante são transportados e depositam-se na planície de maré e no curso d'água. No mais, a atividade portuária do terminal da Alumar proporciona impactos negativos decorrentes da dragagem do rio dos Cachorros, bem como conflitos sociais com as comunidades locais.

**Palavras-chave:** Dinâmicas ambientais. Planície de maré. Amazônica costeira. Ilha do Maranhão.

**ABSTRACT:** This paper aimed to characterize the main environmental dynamics in the tidal flats of hydrographic basin of Cachorros river, Ilha do Maranhão, Maranhão State, with emphasis on the processes related to the tide system, precipitation and uses of territory. Therefore, fieldwork and systematization of tidal amplitude and precipitation

---

<sup>1</sup> Doutora em Geografia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Presidente Prudente. Professora do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Campus de São Luís e pós-doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). E-mail: fushimi.melina@gmail.com.

<sup>2</sup> Doutora em Geociências e Meio Ambiente pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Rio Claro. Professora do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). E-mail: regina5@unicamp.br.

**Agradecimentos**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Processo 88887.200484/2018-00 e à Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), Processo Universal-00846/2018.

Artigo recebido em março de 2020 e aceito para publicação em setembro de 2020.

data were carried out. The results indicated that the study area has narrow tidal flats, in the intertidal zone there is mangrove vegetation and in the rainy period there is a predominance of runoff on Avenida dos Cachorros and the sediments from upstream are transported and deposited on the tidal flats and watercourse. In addition, the port activities at the Alumar terminal has negative impacts resulting from the dredging of the Cachorros river as well as social conflicts with local communities.

**Keywords:** Environmental dynamics. Tidal flats. Amazonian coast. Ilha do Maranhão.

## INTRODUÇÃO

Diante das diversas perspectivas geográficas, o espaço geográfico pode ser concebido como um todo uno e múltiplo aberto a conexões que expressam-se mediante diferentes conceitos, como paisagem, território, lugar e ambiente, ao passo que cada uma dessas dimensões está contida em todas as demais, possibilitando diferentes leituras (SUERTEGARAY, 2001).

Ao privilegiar a análise do espaço geográfico mediante o conceito de ambiente, consideram-se as dinâmicas da natureza, as dinâmicas sociais e suas inter-relações, em que tanto os aspectos naturais quanto humano-sociais estão presentes nas interações (SUERTEGARAY, 2001; SOUZA, 2018).

Sob esse contexto, ressalta-se o ambiente costeiro que apresenta grande dinamismo em virtude da complexa interação de processos deposicionais e erosivos relacionados à ação de ondas, correntes de maré e correntes litorâneas, bem como influências humanas e sociais. No mais, nas zonas costeiras ocorrem fluxos de sedimentos advindos do sistema fluvial que interagem diretamente com os fenômenos litorâneos, produzindo variados ambientes deposicionais e, como consequência, feições geomorfológicas, como as planícies de maré (ROSSETTI, 2008).

As planícies de maré situam-se em costas planas a suavemente inclinadas, onde a energia da maré (em especial grandes amplitudes de maré) prevalece sobre as ondas, e formam-se devido à diminuição da energia do fluxo do mar para o continente, acumulando materiais de granulometrias finas (ROSSETTI, 2008; FONSÊCA; MOCHEL, 2016).

As planícies de maré subdividem-se em três zonas, inframaré, supramaré e intermaré. A primeira está abaixo do limite da maré baixa na porção subaquosa e é dominada por sedimentos arenosos depositados por acréscimo lateral. A segunda se estabelece acima do nível de influência da maré e é atingida somente nos eventos de marés altas, como as marés de sizígia. A terceira corresponde à área entre as marés baixas e altas e à sedimentação por acréscimo lateral e agradação, onde instalam-se os manguezais, os quais se mantêm em ambientes salinos ao secretar o excesso de sal através das folhas ou filtrar o sal em seu sistema radicular (ROSSETTI, 2008).

No território brasileiro, destaque para a Amazônia costeira, particularmente as planícies de maré do Amapá que detêm amplos bosques de mangue com larguras locais superiores a 3,5 km e estendem-se às costas dos Estados do Pará e do Maranhão (ROSSETTI, 2008).

Segundo Herz (1991) e Souza Filho (2005), o Maranhão possui áreas de manguezais de 4.923 km<sup>2</sup> e 5.414,31 km<sup>2</sup>, nessa ordem. Na Ilha do Maranhão ocupam quase toda a costa com 201,47 km<sup>2</sup>, entretanto, entre as décadas de 1970 e 1990 apresentou redução de aproximadamente 30% decorrente do uso da madeira como combustível e dos aterros voltados ao crescimento urbano e industrial de São Luís (SILVA, 2012; FONSÊCA; MOCHEL, 2016).

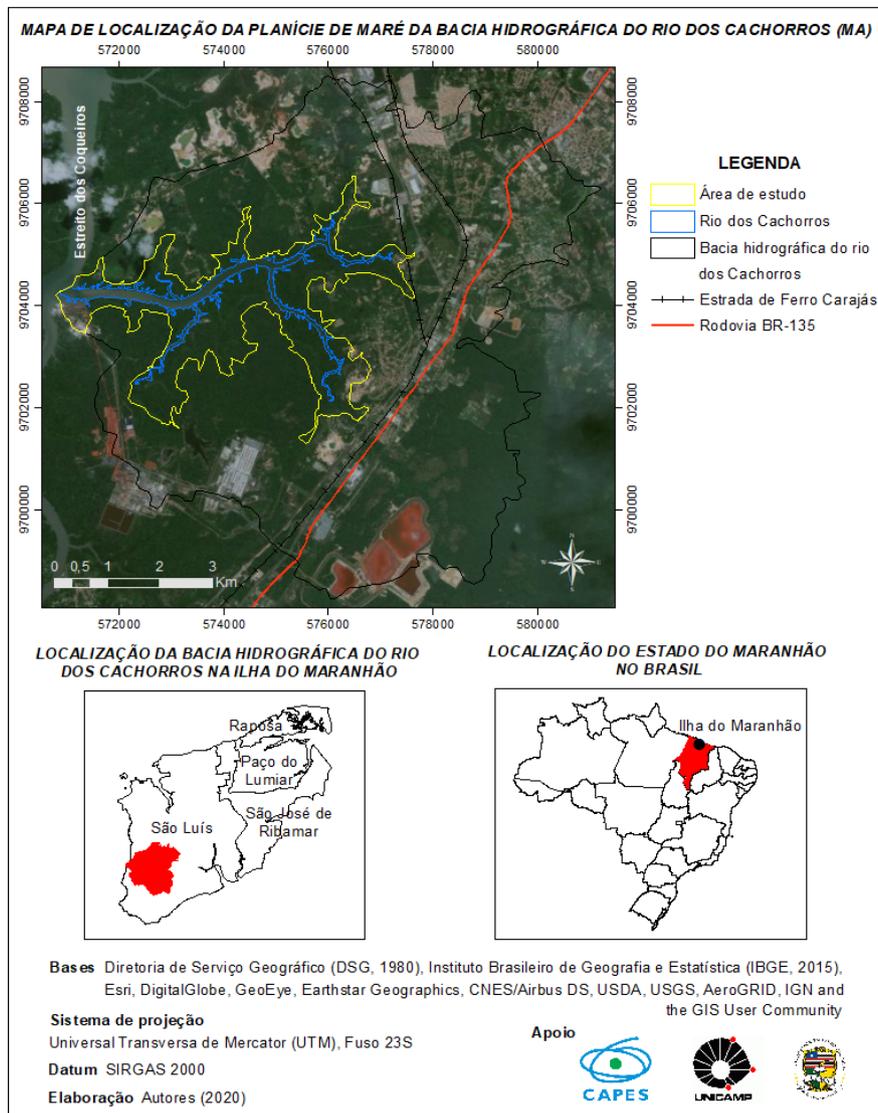
Nesse sentido, o objetivo do presente artigo foi caracterizar as principais dinâmicas ambientais na planície de maré da bacia hidrográfica do rio dos Cachorros, Ilha do

Maranhão (MA), com ênfase nos processos relacionados ao sistema de marés, de precipitação e aos usos do território.

A realização do trabalho justifica-se pela relevância do compartimento da planície de maré enquanto ambiente dinâmico, deposicional e de interface entre o continente e o mar. Além disso, apesar dos manguezais em toda a sua extensão serem entendidos como Área de Preservação Permanente (APP) pela Lei nº 12.651/2012, estes estão sendo gradativamente degradados na Ilha do Maranhão, onde encontra-se a área de estudo.

## LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O rio dos Cachorros deságua no Estreito dos Coqueiros e sua planície de maré e respectiva bacia hidrográfica localizam-se ao Sul de São Luís e da Ilha do Maranhão, sendo esta composta pelos municípios de São Luís, Paço do Lumiar, São José de Ribamar e Raposa e pertencentes ao bioma amazônico (Figura 1).



**Figura 1.** Mapa de localização da área de estudo.

De acordo com a proposta de Rodrigues *et al.* (1994) e Pereira (2006) e o mapa de geologia da Ilha do Maranhão na escala 1:180.000 sistematizado por Silva (2012), na área de estudo predomina a unidade estratigráfica da Formação Açuí, especificamente os depósitos de mangues. Seus sedimentos são recentes (Holoceno) e caracterizam-se por lamas arenosas, cinzas, plásticas, não adensadas e maciças, recobertos por típica vegetação arbustiva em ambiente transicional de planície de maré de baixa energia e com intensa atividade orgânica e, por conseguinte, de bioturbação (RODRIGUES *et al.*, 1994).

A forma de relevo que prevalece no recorte de trabalho é a planície de maré, com morfologias costeiras deposicionais, declividades entre 0 a 2% e excepcionalmente até 12%, dissecação muito fraca e altitudes de 0 a 5 metros, em conformidade com o mapa geomorfológico da Ilha do Maranhão na escala 1:60.000 elaborado por Silva (2012).

Conforme Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015), os solos representam-se pelos Gleissolos Tiomórficos que em muitos mapas são distinguidos como tipos de terrenos “Solos Indiscriminados de Manguê”, sendo esta a classificação utilizada para o presente artigo. De maneira geral, são pouco desenvolvidos, lamacentos, escuros, halomórficos, com alto teor de sais provenientes da água do mar, formados em ambientes de mangues a partir de sedimentos flúviomarinhas recentes (Holoceno) e detritos orgânicos, de natureza e granulometria variada (OLIVEIRA NETO; SILVA, 2011).

Araújo (2014) afirma que a precipitação é o referencial que se evidencia para indicar a tipologia climática regional do Maranhão. Dessa forma, o regime de chuvas em São Luís e na área de pesquisa é tropical do tipo equatorial, com dois períodos bem demarcados, um chuvoso de janeiro a junho e o outro de estiagem entre os meses de julho a dezembro e possui média total anual histórica de 190,9 mm de chuvas (PINHEIRO; ARAÚJO, 2019).

Em relação aos usos do território, ocorrem atividades portuárias de dragagem na foz do rio dos Cachorros e consequentes processos de degradação, como o deslizamento de 0,3 ha de manguezais e a supressão de 1,3 ha do bosque remanescente para estabilizar o talude e diminuir o risco de novos movimentos de massa (FONSÊCA; MOCHEL, 2016).

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O limite da planície de maré delimitou-se a partir do mapa geomorfológico da Ilha do Maranhão na escala 1:60.000 (SILVA, 2012) e realizaram-se alterações com base em trabalhos de campo, em que consideraram-se como critérios de análise o sistema de marés, a presença de vegetação de manguê e de Solos Indiscriminados de Manguê.

Nesse sentido, ocorreram trabalhos de campo na área de estudo em períodos chuvosos e de estiagem, assim como na preamar e na baixa-mar, levando-se em conta as vias de acesso terrestre, com o auxílio de um GPS (*Global Positioning System*) de navegação e de um VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado).

Os valores de amplitudes de maré foram calculados e organizados segundo a tábua de marés do terminal da Alumar (que situa-se na área de trabalho) e disponibilizada pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE, 2019).

Os dados de precipitação foram obtidos no Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Nacionais (CEMADEN, 2019) que possui 12 postos pluviométricos na Ilha do Maranhão. Para a presente pesquisa, optou-se pela estação de Pedrinhas, visto que é a única inserida e nas proximidades da bacia hidrográfica do rio dos Cachorros.

A escolha do ano de 2019 em relação às informações acerca das marés e da precipitação deve-se ao período de realização da pesquisa e da disponibilidade dos bancos de dados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O recorte de estudo possui área de 8,74 km<sup>2</sup>, corresponde à 13,46% da bacia hidrográfica do rio dos Cachorros e interioriza-se na referida bacia ao ocupar o baixo e o médio curso do canal de drenagem principal diante das macromarés, isto é, grandes amplitudes de maré (Figura 2).



Foto: Autores (2019).

**Figura 2.** Planície de maré e rio dos Cachorros. Fotografia de veículo aéreo não tripulado (VANT).

O sistema de marés contextualiza-se à dinâmica do Estreitos dos Coqueiros e do Golfão Maranhense. Neste estreito, as amplitudes alcançam 6-7 metros e em relação ao golfão variam entre 4,9 m e 7,2 m, com média de 6,59 m, e duas preamares e duas baixa-mares por dia com intervalos de aproximadamente 6 horas (FERREIRA, 1988; FEITOSA, 1989; SANTOS *et al.*, 2004).

O referido Golfão consiste num grande e complexo sistema estuarino, de Formação Pleistocênica, que encerra baías, estuários, estreitos, igarapés, enseadas, inúmeras ilhas, uma vasta área de manguezal, falésias, pontais rochosos, praias de areia quartzosas, dunas e paleodunas, planícies de marés, dentre outras. Comunica-se com Oceano Atlântico através da abertura compreendida entre a baía de Cumã e a baía dos Tubarões, se continentaliza por meio da baía de São Marcos e São José (SANTOS *et al.*, 2004, p. 1-2).

Em conformidade com Suguio (2003), quanto maior a amplitude de maré, suas planícies são mais extensas. Diante dessas circunstâncias, a área de estudo apresenta planícies de maré pouco amplas em comparação ao Golfão Maranhense, com valores entre 2,9 m e 7,2 m, média de 4,84 m (Tabela 1) e grande parte encontra-se encoberta

pelas águas na preamar e exposta nas marés de baixa-mar com períodos em torno de 6 horas, caracterizando-se como um sistema semi diurno (Figura 3).

Tabela 1. Amplitudes de maré na área de estudo no ano de 2019

| Mês          | Amplitude mínima (m) | Amplitude máxima (m) | Amplitude média (m) |
|--------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| Janeiro      | 3,4                  | 6,7                  | 4,87                |
| Fevereiro    | 3,3                  | 7,1                  | 4,96                |
| Março        | 3,0                  | 7,2                  | 4,81                |
| Abril        | 2,9                  | 6,9                  | 4,80                |
| Mai          | 3,1                  | 6,5                  | 4,77                |
| Junho        | 3,3                  | 5,9                  | 4,61                |
| Julho        | 3,4                  | 5,9                  | 4,84                |
| Agosto       | 3,4                  | 6,6                  | 4,92                |
| Setembro     | 3,2                  | 7,2                  | 4,96                |
| Outubro      | 3,1                  | 7,1                  | 4,95                |
| Novembro     | 3,1                  | 6,7                  | 4,83                |
| Dezembro     | 3,1                  | 6,2                  | 4,77                |
| <b>Total</b> |                      |                      | <b>4,84</b>         |

Organização: Autores (2020).

Fonte: CPTEC/INPE (2019).



Fotos: Autores (2019).

Figura 3. Preamar (A) e baixa-mar (B) na área de pesquisa.

Na zona de intermaré ocorre vegetação de mangue (Figuras 4 e 5) das espécies *Rhizophora mangle* (mangue vermelho), *Avicennia germinans* (mangue preto) e *Laguncularia racemosa* (mangue branco) e o bosque é considerado jovem, pois sua fitomassa foliar é superior a 3% (FONSÊCA; MOCHÊL, 2016).



Foto: Autores (2019).

**Figura 4.** Vegetação de mangue na zona de intermaré



Foto: Autores (2019).

**Figura 5.** Mangue da espécie *Rhizophora mangle*

Segundo Alongi (2009), os manguezais detêm atributos fisiológicos e morfológicos que os tornam estruturalmente e funcionalmente únicos, por exemplo, raízes aéreas, dispersão de propágulos pela ação das marés e mecanismos eficientes para retenção de nutrientes e tolerância de sal.

Ainda em consonância com Alongi (2009), a textura dos Solos Indiscriminados de Mangue e suas propriedades físicas e químicas dependem dos constituintes das árvores e das raízes, do material de origem, das formas de relevo, das marés e da precipitação.

No recorte de pesquisa, associado a estes fatores tem-se a construção da Avenida dos Cachorros no compartimento da vertente que acessa a Avenida Engenheiro Emiliano Macieira ao rio dos Cachorros.

No período chuvoso de janeiro a junho, com destaque aos meses de fevereiro, março e abril de 2019 que apresentaram precipitação de 406,4 mm, 609,8 mm e 634,2 mm, respectivamente (Tabela 2), tem-se o predomínio do escoamento superficial na avenida

(Figura 6) e os sedimentos advindos de montante são transportados e depositam-se nas áreas a jusante, ou seja, na planície de maré e no curso d'água.

**Tabela 2.** Precipitação no ano de 2019

| Mês          | Precipitação total (mm) |
|--------------|-------------------------|
| Janeiro      | 258,8                   |
| Fevereiro    | 406,4                   |
| Março        | 609,8                   |
| Abril        | 634,2                   |
| Maio         | 161,4                   |
| Junho        | 219,0                   |
| Julho        | 116,8                   |
| Agosto       | 30,6                    |
| Setembro     | 35,8                    |
| Outubro      | 0                       |
| Novembro     | 116,2                   |
| Dezembro     | 150,4                   |
| <b>Total</b> | <b>2739,4</b>           |

■ Período chuvoso  
 ■ Período de estiagem

Organização: Autores (2020).

Fonte: CEMADEN (2019).



Fotos: Autores (2019).

**Figura 6.** Avenida dos Cachorros (A), no período chuvoso (B) e posteriormente com a presença de sedimentos (C).

Na confluência do rio dos Cachorros com o Estreito dos Coqueiros localiza-se o terminal privado da Alumar (Consórcio de Alumínio do Maranhão), construído na década de 1980 e voltado à atividade portuária, ao utilizar o curso d'água como principal meio de escoamento de matérias primas e produtos industriais.

Tais usos do território proporcionam impactos negativos às dinâmicas naturais em decorrência dos processos de dragagem para manter a profundidade do corpo hídrico, bem como conflitos sociais com as comunidades locais que realizam a pesca para alimentação e fonte de renda e os médios e grandes empreendimentos. Dentre os povoados presentes na bacia hidrográfica do rio dos Cachorros, Tahim, Juçaral, Itaperuçu, Colier, Murtura e Olaria situam-se nas proximidades da planície de maré em estudo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das considerações realizadas, verificou-se que o sistema de marés, com consequente desenvolvimento de manguezais em Solos Indiscriminados de Mangue sob períodos chuvosos e de estiagem associados aos usos do território, como a instalação do terminal da Alumar e suas atividades portuárias e a construção da Avenida dos Cachorros, constituem as principais dinâmicas ambientais da área de estudo.

A planície de maré da bacia hidrográfica do rio dos Cachorros, Ilha do Maranhão (MA), enquanto ambiente costeiro, deposicional e de interface entre o continente e o mar possui grande importância para os ecossistemas terrestres e aquáticos, os grandes empreendimentos e as comunidades rurais locais, as quais utilizam da pesca como fonte de renda e de subsistência.

Nesse sentido, realce para a necessidade de planejamento e de gestão ambiental e territorial, com o desenvolvimento de políticas públicas efetivas, ao considerar as dinâmicas naturais, os diferentes interesses sociais e econômicos e suas inter-relações.

Vale mencionar que o presente trabalho poderá subsidiar pesquisas posteriores no âmbito do ambiente (relação sociedade-natureza) e mais detalhadas, por exemplo, caracterização das propriedades físicas e químicas dos sedimentos em zonas de inframaré, supamaré e intermaré, influência das marés de sizígia no recorte de trabalho, qualidade das águas superficiais do rio dos Cachorros e impactos e resistências dos povoados frente aos complexos industriais.

## REFERÊNCIAS

ALONGI, D. M. **The Energetics of Mangrove Forests**. Dordrecht: Springer Science, 2009. 216 p.

ARAÚJO, R. R. **Clima e vulnerabilidade socioespacial: uma avaliação dos fatores de risco na população urbana do município de São Luís (MA)**. 2014. 289 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2014.

BRASIL. **Lei nº 12.651/2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm). Acesso em: 24 jan. 2020.

CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (CPTEC/INPE). **Tábua das Marés**. 2020.

- Disponível em: <http://ondas.cptec.inpe.br/>. Acesso em: 24 jan. 2020.
- CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NACIONAIS (CEMADEN). 2019. Disponível em: <http://www.cemaden.gov.br>. Acesso em: 28 jan. 2020.
- FEITOSA, A. C. **Evolução morfogenética do litoral norte da ilha do Maranhão**. 1989. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1989.
- FERREIRA, H. O. Contribuição aos estudos das correntes de maré dos Estreitos dos Coqueiros e Mosquitos, Maranhão. **Bol. Lab. Hidrobiol.**, v. 8, n. 1, p. 45-59, 1988.
- FONSÊCA, I. L. A.; MOCHEL, F. R. Fitomassa aérea de um manguezal no estuário do Rio dos Cachorros, São Luís, Maranhão, Brasil. **Bol. Lab. Hidrobiol.**, v. 26, p. 17-25, jan. 2016.
- HERZ, R. **Manguezais do Brasil**. São Paulo: Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 1991. 277 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico de pedologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 430 p.
- OLIVEIRA NETO, M. B. de; SILVA, M. L. da. **Solos indiscriminados de Mangues**. Brasília: Embrapa, 2011. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio\\_mata\\_sul\\_pernambucana/arvore/CONT000gt7eon7j02wx7ha087apz2c3xd0do.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000gt7eon7j02wx7ha087apz2c3xd0do.html). Acesso em: 27 jan. 2020.
- PEREIRA, E. D. **Avaliação da vulnerabilidade natural à contaminação do solo e do aquífero do Reservatório Batatã – São Luís - MA**. 2006. 133 p. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.
- PINHEIRO, J. M.; ARAÚJO, R. R. Análise da distribuição espaço-temporal da pluviosidade da Ilha do Maranhão nos anos de 2016 e 2017. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 18., 2019, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: UFC, 2019. p. 1-12.
- RODRIGUES, T. L. N.; ARAÚJO, C. C. de; CAMOZZATO, E.; RAMGRAB, G. E. (org.). **Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil**: São Luís. Folha SA.23-Z-A, Cururupu. Folha SA.23-X-C, Estado do Maranhão. Brasília: CPRM, 1994.
- ROSSETTI, D. de F. Ambientes costeiros. *In*: FLORENZANO, T. G. (org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 247-283.
- SANTOS, J. H. S. dos.; TAROUCO, J. E. F.; SOUZA, B. de B. Q.; MOCHEL, F. R. Características geológicas e geomorfológicas da baía de São Marcos, Golfão Maranhense-MA. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 5; ENCONTRO SUL-AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA, 1., 2004, Santa Maria. **Anais [...]**. Santa Maria, 2004. p. 1-6.
- SILVA, Q. D. da. **Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão**. 2012. 249 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012.
- SOUZA, M. L. de. Quando o trunfo se revela um fardo: reexaminando os percalços de um campo disciplinar que se pretendeu uma ponte entre o conhecimento da natureza e o da sociedade. **GEOUSP (Online)**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 274-308, maio/ago. 2018.
- SOUZA FILHO, P. W. M. Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. **Rev. Bras. Geof.**, São Paulo, v. 23, n. 4, out./dez. 2005.
- SUERTEGARAY, D. M. A. Espaço geográfico uno e múltiplo. **Rev. Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, Universidad de Barcelona, n. 93, jul. 2001.
- SUGUIO, K. **Geologia sedimentar**. São Paulo: Edgard Blucher, 2003.