



ISSN:1984-
2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Aspectos Geológicos-Geomorfológicos Relacionados aos Processos Erosivos no Município de Chaves, na Ilha de Marajó

Rodrigo da Cruz de Araujo¹

¹Prof. Dr. Campus Universitário de Tucuruí, Universidade Federal do Pará, Rodovia BR 422 KM13 S/N Canteiro de Obras da UHE-Tucuruí, Tucuruí, PA, Brasil.

Artigo recebido em 21/01/2013 e aceito em 03/07/2013

RESUMO

Processos erosivos têm se mostrado, ao longo do tempo, como eficazes modificadores da paisagem. No entanto, o pouco conhecimento de suas causas tem dificultado bastante o melhor entendimento das intensidades e periodicidade de suas atuações, bem como de seus danos. A meta principal desta abordagem é o reconhecimento e entendimento dos agentes erosivos atuantes no caso, buscando discutir e sugerir formas que permitam uma melhor coexistência do homem com esses inevitáveis processos da natureza. Assim, o trabalho apresenta uma análise sobre os vários aspectos que compõem a fisiografia marajoara, incluindo observações de campo e registros históricos, os quais auxiliaram na identificação dos principais fatores atuantes no processo erosivo e na quantificação da evolução temporal do processo.

Palavras-chave: processos erosivos, mudança de paisagem, Ilha de Marajó.

ABSTRACT

Conjugated action of erosive agents accelerates changes in the landscape of the city of Chaves, north coast of the Marajó Island. Erosive processes are known as effective modifiers of the landscape along the time. However, the poor knowledge of their causes difficulties the adequate understanding of the intensities and periodicity of their performances, as well as of the resultant damages. The main goal here is to recognize and understand the erosive agents, aiming to discuss and suggest forms to improve better coexistence of human being with those inevitable nature processes. Thus, this paper presents an analysis on the several aspects that compose the Marajo Island physiography, with support of field observations and historical registrations, which aided in the identification of the main factors causing erosive process and in the quantification of its temporary evolution.

Keywords: erosive process, landform changes, Marajó.

Introdução

Processos erosivos têm se mostrado, ao longo do tempo, eficazes modificadores da paisagem. No entanto, a complexidade de tais processos, os quais podem envolver vários fatores, atuando conjuntamente, causa grande dificuldade quanto ao entendimento das intensidades e periodicidade de suas atuações e, em consequência, dos seus danos.

Bertoní & Lombardi Neto (2008) expõem que os fatores que influem no processo erosivo são chuva, infiltração, topografia do terreno, cobertura vegetal e natureza do solo. Na mesma linha, Silva (1999) expõe que, de modo geral,

*E-mail para correspondência: rodrigocruz@ufpa.br.
consideram-se como fatores controladores dos processos erosivos a erosividade da chuva, as propriedades dos solos, a cobertura vegetal e as características das encostas.

Na realidade, em muitas regiões, por diversas vezes, a atuação de processos naturais como agentes de transformação é inevitável, independentemente da taxa de ocupação humana. Tais processos na maioria das vezes são negligenciados, ou mesmo ignorados no planejamento urbano, até mesmo por falta de conhecimento técnico.

Assim como na área da saúde, se discute e se estimula, cada vez mais, o

desenvolvimento da medicina preventiva, tanto por sua eficácia, como por sua economicidade, na área da engenharia ou no campo das geociências, mais do que nunca como ações proativas que devem ser vislumbradas e aplicadas. Tal procedimento, porém, só poderá acontecer a partir do melhor conhecimento dos processos e de um novo entendimento das interfaces entre os vários ramos da ciência.

Dessa forma, a meta principal dessa abordagem é, através do reconhecimento e entendimento dos agentes erosivos atuantes, discutir e sugerir formas que permitam uma melhor coexistência do homem com esses inevitáveis processos da natureza.

Material e métodos

O presente estudo apresenta, em um primeiro momento, uma análise sobre os vários aspectos que compõem a fisiografia marajoara, em especial das áreas mais visitadas no município de Chaves-Pará. Em seguida, através das observações de campo e dos registros históricos, são indicados os principais fatores que atuam como modificadores da paisagem.

Em um próximo momento é feito o resgate de flagrantes históricos que propiciam uma avaliação quantitativa do processo erosivo no alvo escolhido, ao mesmo tempo em que são analisados, sobretudo fisicamente, os vários materiais submetidos aos agentes erosivos, apresentando-se os resultados e comparando-os com os de outros materiais semelhantes, cujas erodibilidades já tenham sido avaliadas experimentalmente.

A seguir são discutidos esses resultados, em sintonia com aquilo que foi observado in loco, e por fim são apresentadas conclusões acerca das causas, dos efeitos e algumas recomendações pertinentes.

Localização e acesso à área de estudo

A área de estudo situa-se geograficamente na porção norte do Estado do Pará, mais especificamente na zona litorânea da ilha de Marajó. Abrange grande parte do município de Chaves, que é o maior município dessa porção Marajoara, tendo como vizinhos os municípios de Afuá, à oeste, e de Soure, à leste (Figura 1).



Figura 1. Mapa de localização da área de estudo, zona litorânea da ilha de Marajó, Pará.

Conforme ressaltam Araujo et al. (2003), processos erosivos podem ocorrer pela ação de diversos agentes, tais como rios, mar e chuvas. No norte do Brasil, aqueles autores destacam como especialmente importantes os processos de erosão fluvial, marinha e ao longo do estuário. Em relação a esse tipo de processo, Araujo et al. (2003)

destacam que, sendo o estuário a região de encontro do rio com o mar, sofrem influência de ambos, fato que tende a tornar o processo ainda mais complexo.

A cidade de Chaves, foco principal da maior parte dos estudos, tem posicionamento geográfico no estuário do rio Amazonas. Situa-se logo abaixo da linha do Equador e

alinha-se com o meridiano 50°WGr. Dela pode-se visualizar o amplo canal entre as ilhas Caviana e Mexiana, pelo qual se pode chegar diretamente ao Oceano Atlântico.

Aspectos fisiográficos

A ilha do Marajó está situada, geologicamente, em um ambiente fluvial-estuarino, na foz do rio Amazonas e, segundo estudos de Rocha (2002), as porções oriental e ocidental apresentam características morfológicas e climáticas distintas.

No que se refere à configuração morfotectônica, Rocha (2002) expõe que “na região do Marajó formam-se falhas normais de direção NW-SE, que ganharam progressivamente a direção N-S em direção à região do baixo Tocantins e falhas de transferências/compartimentais de direções NE-SW e WSW-ENE, as quais compõem a arquitetura do complexo de sub-bacias da bacia do Marajó”. O referido estudo conclui, ainda, que a paisagem atual é consequência de processos neotectônicos atuantes no Quaternário, representados principalmente por reativações de falhas transcorrentes que controlam o relevo e a drenagem.

De um modo geral a ilha de Marajó apresenta clima equatorial úmido, que se caracteriza por ser quente e chuvoso, apresentando temperatura média anual de 27°C e pluviosidade acima de 2.500 mm. As chuvas acontecem com maior intensidade no período de janeiro a maio, e causam inundação de cerca de 2/3 da ilha. Na porção norte da ilha, onde se inclui o município de Chaves, foco principal deste estudo, tem-se como característica particular uma umidade muito baixa, principalmente durante o verão.

No que diz respeito ao relevo da ilha, segundo Bemerguy (1981), destacam-se duas unidades assim classificadas: Planalto rebaixado da Amazônia e Planície Amazônica; ambas, no entanto, relacionados a uma topografia extremamente plana, na qual se ressaltam apenas localmente níveis de altitudes entre 4 e 20 m.

Nesse contexto, o município de Chaves está localizado preferencialmente no domínio de planície amazônica, o qual se caracteriza por planícies aluviais e zonas alagadas, e com raras presenças de domínios morfológicamente positivos (“tesos”), como

aquele onde se assenta a cidade sede do município.

Observações de campo

Em um deslocamento que se realize pela praia, de leste para oeste, a partir da sede da fazenda Santa Cruz, situada cerca de 5,5 km da sede da cidade de Chaves, até a foz do igarapé Miri a oeste da cidade aproximadamente 2,5 km, é possível a observação em perfil, de dois cenários bem distintos, tanto morfológicamente, como na constituição dos seus substratos.

O primeiro, saindo de Santa Cruz para oeste, passa pelas desembocaduras dos igarapés Ituá e Aturá Maria, até atingir a localidade denominada Ponta do Alegre. Nesse contexto, por cerca de 3km o relevo é bem rebaixado, tipicamente de planície com pequenos “barrancos” que separam o “continente” da praia, não ultrapassando 1 m. O material constituinte desses barrancos é via de regra siltico argiloso, com pouca ou nenhuma consolidação, e a praia nesse domínio é constituída de areia fina, por vezes argilosa, onde se torna mais escura. É comum também a presença de arbustos e/ou pequenas “ilhas” com se fossem testemunhos do “continente” erodido.

Na sede da Fazenda Santa Cruz pode-se registrar, por sobre a gramínea, aglomerados de troncos e galhos (Figura 2) semelhantes àqueles comumente encontrados na praia, os quais são resultado da atuação de marés anômalas, ligadas à ação de Pororocas atuantes mais a norte, na ponta do Papo Amarelo, na ilha da Mexiana.

Este primeiro compartimento, que se interrompe próximo à ponta do Alegre, cerca de 3 km a leste de Chaves, volta a ocorrer imediatamente a oeste da cidade, a partir de onde o relevo vai gradativamente se tornando bem rebaixado, chegando por vezes a ficar quase no nível da praia (Figura 3).

Do mesmo modo que na seção Santa Cruz/Alegre, há também neste setor uma variação textural na constituição do substrato, o qual torna-se progressivamente mais argiloso até o limite da seção, a aproximadamente 2,5 km a oeste da sede do município, na desembocadura do igarapé Mirí, que tem sua foz encaixada em leito

totalmente argiloso, embora deságüe em uma praia arenosa.



Figura 2. Aglomerados de troncos e galhos, vestígios da atuação de marés anômalas ligadas à ação de Pororocas atuantes mais ao norte.



Figura 3. Feição do relevo rebaixado, à oeste da cidade de Chaves-PA.

O segundo domínio identificado ocorre, a grosso modo, entre a Ponta do Alegre e o limite oeste da cidade de Chaves, em uma extensão aproximada de 3 km. É o domínio sobre o qual se assenta a cidade e tem como principal feição, em perfil, vistosas falésias (Figura 4) que chegam a apresentar em média 4 a 5 m de altura. O material que constitui estes barrancos é essencialmente arenoso fino,

de coloração levemente amarelada, apresentando, próximo à superfície, cerca de 20 a 30 cm de nível mais escuro, representando um horizonte orgânico mais argiloso.

Em alguns perfis identificam-se sutis níveis sílticos horizontalizados, exibindo maior coesão, assim como também localmente são observadas estruturas

sedimentares tipo *wave*, de pequenas amplitudes (Figura 5).



Figura 4. Vista de uma falésia entre a Ponta do Alegre e o limite oeste da cidade de Chaves-PA.



Figura 5. Detalhe de estruturas sedimentares tipo *wave*.



Figura 6. Detalhe de estruturas planares em substrato inconsolidado.

Localmente, observa-se o substrato mais antigo limitado pelo horizonte orgânico superior, com um paleopavimento sendo recoberto por dunas eólicas mais jovens

(Figura 7), e todo o conjunto sob a ação erosiva da água (fluvial e pluvial) e do vento, pela inconsistência do substrato.



Figura 7. Perfil típico da área estudada.

As feições erosivas mais comuns, sobretudo nesse domínio, são as voçorocas,

conhecidas localmente como “buiçus” (Figura 8).



Figura 8. Voçorocas sem a presença de vegetação.

Resultados

Fatores identificados

A partir das observações de campo pode-se listar um conjunto de fatores que, agindo ora de forma isolada e ora de forma

integrada, contribuem fortemente para significativas mudanças na paisagem da área.

Um primeiro fator determinante para a forte atuação de processos erosivos na cidade de Chaves é a sua própria localização geográfica.

Situada no extremo norte da Ilha do Marajó, em zona de intensa movimentação de correntes estuarinas do rio Amazonas; sob forte efeito de ondas influenciadas por marés devido à proximidade do Oceano Atlântico logo à norte/nordeste; e exposta a uma intensa ventilação durante quase todo o ano, exatamente por situar-se de frente para o canal Caviana/Mexiana; além de rigoroso período de inverno, a cidade de Chaves se sujeita a uma forte, constante, e por vezes conjugada atuação de vários agentes erosivos.

Outro aspecto também julgado como fundamental na vulnerabilidade da paisagem é

a constituição do seu substrato, formado por domínios constituídos por areias mais ou menos finas, ou siltes freqüentemente argilosos, todos eles semi a inconsolidados tornam-se frágeis obstáculos à atuação de ondas ventos e chuvas.

As ondas, principalmente as ligadas às marés altas dos meses de março a abril, constituem histórica agressão aos barrancos, sobretudo àqueles mais arenosos ou sem cobertura vegetal, que ocorrem na cidade ou nas suas proximidades, até a Ponta do Alegre.

Devido principalmente à inconsistência do substrato, os fortes ventos que ocorrem em especial durante o verão, agem continuamente removendo grande parte do material das falésias, numa constante migração de dunas eólicas (Figura 9).



Figura 9. Vista geral de uma falésia bastante erodida.

Os altos índices de precipitação pluviométrica que ocorrem de forma mais acentuada nos períodos de janeiro a abril também são agentes agressivos que

corroboram muitas vezes de forma conjugada para a instalação, aprofundamento e/ou alargamento de voçorocas (Figura 10).



Figura 10. Efeito do avanço das voçorocas sobre a zona urbana.

Fatores identificados durante os trabalhos de campo como prováveis agentes causadores ou aceleradores do processo erosivo incluem, ainda, a ação de marés anômalas e controle estrutural (morfotectônico).

A ação, ainda que indireta, de marés anômalas ligadas a pororocas, historicamente reconhecidas na Ponta do Pau Amarelo, Ilha da Mexiana, e agora registradas na sede da fazenda Santa Cruz, constitui um fato a ser também considerado como contributivo aos processos erosivos.

Por fim, e também merecendo agora melhor avaliação, um controle estrutural da costa marajoara, com orientação WNW, é registrado em imagens de radar e satélite em macroescala (Figura 11), sendo confirmado também em nível de afloramento onde fraturas subverticais com orientação geral N70W são identificadas mesmo em material inconsolidado (Figura 12). De forma subordinada, um outro fraturamento não muito penetrante com orientação N35E é também indicado.

A morfotectônica na região manifesta-se pela ocorrência de dois trends definidores de forma, os quais são muito importantes. Estes, por correlação com o arcabouço macrorregional elaborado por Costa et al. (1996) correspondem a falhas direcionais com

movimentação dextral dominante e orientam-se na direção E-W.

As estruturas neotectônicas de direção E-W concentram-se na região norte da Ilha do Marajó e é a principal responsável pela orientação do traçado de sua costa naquela posição. O trend NW-SE afeta a região central da ilha do Marajó e prolonga-se para sudeste em direção a região de Belém. Tratam-se de estruturas descontínuas que incorporam movimentação do tipo dip-slip normal.

A atuação (rotação) dessas falhas no âmbito regional provoca soerguimentos generalizados e exposições de falésias na região NE da Ilha (Soure e Salvaterra) e afundamentos a SW nas regiões compreendidas entre Currálinho e Breves. Tais observações estão em perfeita sintonia com aquelas enunciadas por Bemerguy (1997).

Um feixe muito particular se instala, como complicador geométrico ao longo da Ilha e tem orientação NE-SW. Exerce nítido controle morfográfico na Baía do Marajó. Dados oriundos do continente revelam que a movimentação incorporada é do tipo direcional dextral. Não se descarta a possibilidade de se ter alguma componente transpressiva associada a alguns de seus segmentos.

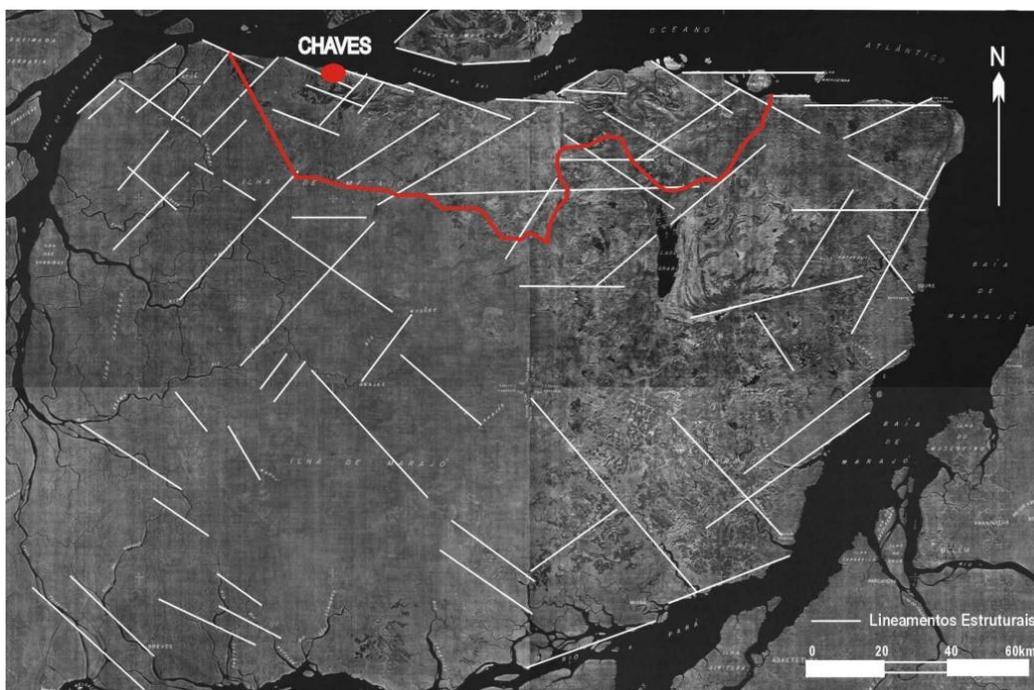


Figura 11. Composição de quatro foto aéreas mostrando a macroestruturação da Ilha de Marajó em termos de lineamentos fotogeológicos, que representam grandes discontinuidades.

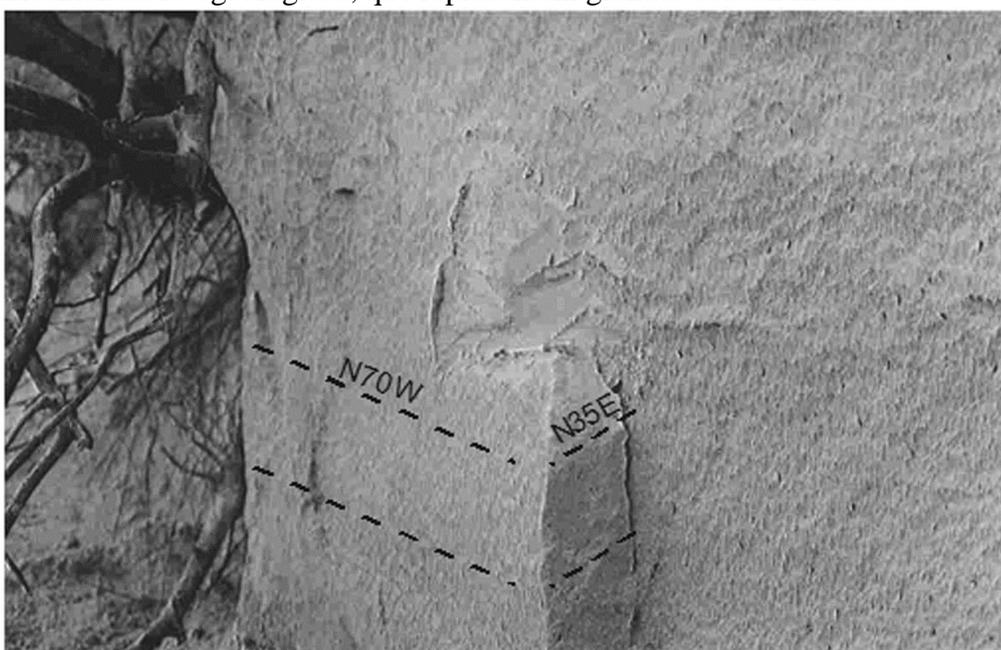


Figura 12. Detalhe de afloramento identificando-se fraturas subverticais com orientação geral N70W.

Quantificação de causas e efeitos

A análise dos relatos e flagrantes históricos, associada às observações atuais, permite concluir que os agentes mais agressivos são ligados às fortes ondas nos períodos de marés mais altas, chegando-se em

média à erosão de 3 a 4 m de barranco por ano, no domínio mais arenoso.

Quando este período coincide com os picos das precipitações pluviométricas, a conjugação dos fatores eleva a média anual para 4 a 5 m, como ilustra a Figura 13, tomada dois anos após a construção do cais.



Figura 13. Exemplo da destruição sofrida pelo cais em um período de apenas dois anos após sua construção.

Nos períodos mais secos do ano de setembro a novembro, o fator chuva pode ser substituído no agravamento pelos fortes ventos ENE/WSW, principalmente quando não há no substrato uma boa cobertura vegetal. Esta observação anual é compatível com os registros históricos desse domínio, que estabelece para ele uma faixa de 150 a 200 m de erosão nos últimos 50 anos.

Para o domínio mais rebaixado e mais argiloso do poente (oeste da cidade) os registros atuais dão conta, também, da ação desses agentes, no mesmo período do ano, apenas com um efeito erosivo menos efetivo, situando-se na faixa de 1 a 1,5 m por ano, condizente com a observação histórica que estima em 50 a 60 m a erosão dos últimos 50 anos nesse contexto.

No segmento Ponta do Alegre/Fazenda Santa Cruz, em domínio de morfologia e substrato semelhante ao anterior, as observações mais recentes dão conta de um agravamento no processo, num primeiro momento aparentemente incompatível com o que seria previsto. Tal fato, no entanto, se materializa hoje na sede da fazenda Santa Cruz, com relatos dando conta da aproximação mais acelerada da linha de costa em relação à casa da fazenda, onde “ilhas” de mato, nos últimos 25 anos “separaram-se”

aproximadamente 100 m da linha de praia. Desta forma, evidencia-se a ação de um fator adicional de agravamento no desenvolvimento do processo, no presente caso tributado à ação de marés anômalas já referidas anteriormente.

Por fim, um fator adicional, ainda não quantificado, pode estar ligado às feições neotectônicas observadas em macro e meso escalas, as quais, associadas à baixa ou ausente consolidação dos substratos, podem agir como facilitadoras nos desmoronamentos causados por outros agentes.

Conclusões

A partir da análise dos resultados observados, quantificados, e comparados podem ser encaminhadas algumas ponderações.

Não resta dúvida que a posição geográfica, a natureza do substrato, a ação de ondas, ventos e chuvas, tudo isso agora reconhecidamente associado à influência de marés anômalas em um cenário cuja atividade neotectônica mostra-se comprovada, constituem fatores mais que suficientes para uma expectativa de agravamento na mudança da paisagem do litoral marajoara.

Ainda assim, outros fatores podem ser analisados, como:

1) A fisiografia marajoara, como um todo, e em especial na sua porção norte é caracterizada por um peneplano predominantemente baixo, com discretas e localizadas “ondulações” que não chegam a ultrapassar 5 m de desnível, associado a uma escassa quando não ausente cobertura vegetal.

2) Os processos erosivos atuantes, quer isolados quer conjugados, são preponderantemente de origem natural, e a capacidade de atuação do homem sobre os mesmos é muito pequena.

3) Salvo situações especiais, também registradas, as áreas mais “altas”, até pela constituição do substrato, a luz dos estudos comparativos, mostram-se mais fragilizadas numa proporção aproximada de 3 para 1.

4) Nesse contexto, se os gestores não se dispuserem a enfrentar uma guerra cara e contínua, de forma inteligente, para tentar proteger pelo menos a porção mais frágil, que é onde há a maior concentração humana do município, pode-se projetar para o futuro duas situações possíveis de acontecer:

Na primeira, o pequeno cais (cerca de 400 m) construído em parte do domínio mais arenoso, se não for completado, em curto prazo será solapado pelas laterais (ver foto 29) e logo estará totalmente ineficaz. Eliminado esse obstáculo ao avanço da erosão, o processo continuará, e em médio prazo a população será “empurrada” para ocupar o interior da ilha, em direção ao peneplano mais rebaixado, totalmente inundável durante o inverno. É fácil prever o que acontecerá com a beleza cênica da cidade.

Na outra situação, um contexto independente da ação do homem, mas que requer um capricho imprevisível da natureza, estaria condicionado a uma substancial mudança de direção do fluxo da corrente estuarina, deslocando o canal da frente da cidade, de tal forma que em seu lugar houvesse sedimentação expressiva propiciando a formação de barras ou mesmo pequenas ilhas. Essa dinâmica poderia implicar em forte mudança de energia das ondas e das marés, neutralizando dessa forma pelo menos dois agentes muito atuantes no processo. Ainda assim, tamanho desequilíbrio

redundaria em grandes transformações principalmente na sedimentação da praia, que com baixa energia inevitavelmente se tornaria mais argilosa e muito menos atraente.

Referências

Araújo, R.C.; Nogueira, R.A.; Borges, M.S. (2003). Aspectos Básicos dos Processos Erosivos e Depositionais e a Importância para Obras de Engenharia. Belém. Revista do Iesam, v.1, n.1, p. 119-127.

Bemerguy, R.L. (1981). Estudo sedimentológico dos paleocanais da região do Rio Paracauari, Ilha de Marajó, Estado do Pará. Belém, 95p. Dissertação (Mestrado) - Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas, Universidade Federal do Pará.

Bemerguy, R.L. (1997). Morfotectônica e evolução paleogeográfica da região da calha do Rio Amazonas. Belém, 200p. Tese (Doutoramento) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará.

Bertoni, J.; Lombardi Neto, F. (2008). Conservação do Solo. 6.ed. São Paulo: Ícone.

Costa, J.B.S.; Bemerguy, R.L.; Hasui, Y.; Borges, M.S.; Ferreira Júnior, C.R.P; Bezerra, P.E.L; Costa, M.L.; Fernandes, J.M.G. (1996). Neotectônica da região amazônica: aspectos tectônicos, geomorfológicos e deposicionais. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Geonomos - Revista de Geociências, v. 4, n. 2, p. 23-44.

Rocha, F.F.C. (2002) Acervo bibliográfico e cartografia digital aplicada à integralização de elementos geomorfológicos da Ilha de Marajó. Belém, 30p. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Geologia, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará.

Silva, A.S. (1999). Análise Morfológica dos Solos e Erosão. In: Guerra, A.J.T.; Silva, A.S.; Botelho, R.G.M. (Org). Erosão e Conservação dos Solos – Conceitos, Temas e Aplicações. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.