



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## **IDENTIFICAÇÃO DOS PROCESSOS EROSIVOS EM MARGENS FLUVIAIS NO RIO JAGUARIBE – CEARÁ**

José Hamilton Ribeiro Andrade <sup>(a)</sup>, Oscar Vicente Quinonez Fernandez <sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografia/Escola Normal Rural de Limoeiro do Norte,  
hamilton.meioambiente@yahoo.com.br

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia/Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE),  
oscar.fernandez@unioeste.br

**Eixo:** Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

### **Resumo**

Este trabalho mostra os principais processos de erosão de margens atuantes no baixo curso do rio Jaguaribe (CE) no período de junho de 2014 a maio de 2015. O método dos pinos foi adotado para quantificar a erosão em nove seções de monitoramento ao longo de um trecho de 10 km situado no município de Quixeré. A taxa média anual da erosão foi de 0,53 cm/ano. Quanto aos processos erosivos atuantes, foram identificados como principais mecanismos a erosão por salpicamento e a corrasão e, subsidiariamente o desmoronamento por cisalhamento.

**Palavras chave:** Dinâmica Fluvial; Erosão de Margens; Rio Jaguaribe.

### **1. Introdução**

As mais antigas civilizações nasceram e se desenvolveram nas margens dos grandes rios, encontrando no ambiente fluvial os requisitos básicos para sobrevivência, ou seja, solo e água em abundância. De acordo com Cunha (2009), os rios podem ser definidos como um amplo corpo de água em movimento, confinado em um canal, sendo o principal tronco do sistema de drenagem.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Os rios são os principais responsáveis pelo transporte de sedimentos do continente para o litoral, eles atuam como verdadeiros canais de escoamento, sendo elementos integrantes do ciclo hidrológico. Desta forma, o escoamento fluvial compreende a quantidade de água que chega aos cursos de água, incluindo o escoamento pluvial e a infiltração (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Perante sua importância para as sociedades, os ambientes fluviais despertam o interesse por estudos que buscam entender sua dinâmica natural, porém, nas regiões semiáridas e sub-úmidas (terras secas) os estudos sobre tal temática, ainda são muitos escassos, apesar da importância desses ambientes para tais regiões.

Segundo Souza e Almeida (2015), os processos fluviais em ambientes semiáridos e em ambientes sub-úmidos, apresentam características muito diferentes em relações aos ambientes úmidos. Essa diferenciação está relacionada a entrada de energia no sistema, representada pela precipitação e repercutindo na diferenciação processual, modificando as formas e estrutura do sistema.

De acordo com Hook e Mant (2002), os rios em regiões semiáridas apresentam como características marcantes as grandes variações de descarga que esses rios experimentam em intervalos de tempo muito curto, o que lhes conferem grande mobilidade de forma de leito.

A hidrologia regional do Nordeste seco brasileiro é particular e influenciada totalmente pelo ritmo climático sazonal, que predomina no espaço fisiográfico dos sertões. Os rios semiáridos apresentam alta variabilidade de descarga, influenciada pela dinâmica das chuvas, em geral concentradas e mal distribuídas. No período de estiagem estes secam desde suas cabeceiras até próximo à costa, fato que não ocorre com os rios de regiões mais úmidas (AB'SABER, 2003).

Neste contexto, podemos perceber que os processos de erosão, transporte e deposição em rios semiáridos são muito diferentes, portanto, estes devem ser estudados



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

mais profundamente, pois são ambientais muito dinâmicos que podem ser alterados de forma significativa com as atividades humanas não planejadas.

Dentre os diversos processos atuantes nos ambientes fluviais, destacamos a erosão de margens, sendo esse um processo muito ativo e passível de ser acelerado pelas ações humanas. Fernandez (1990) define a erosão marginal como sendo o recuo linear das margens, correspondente à remoção dos materiais do barranco pela ação fluvial (correntes, ondas) ou por forças de origem externa (precipitação).

A erosão de margens é fundamental para os estudos relacionados a geomorfologia fluvial, pois este processo desencadeia diversas mudanças no canal fluvial. Diante de sua dinamicidade, os processos de recuo de margens devem ser compreendidos, a fim de possibilitar um planejamento adequado quanto ao uso das margens (HOOKE, 1979).

Apesar da importância do entendimento dos processos erosivos marginais, ainda há poucos estudos sobre tal temática nos rios situados em regiões semiáridas. O presente estudo apresenta os processos de erosão marginal identificados no rio Jaguaribe, região Leste do Ceará, no período de 2014 -2015.

## **2. Materiais e Métodos**

A pesquisa foi realizada na Sub-bacia hidrográfica do baixo Jaguaribe, município de Quixeré (CE). O trecho em estudo apresenta uma extensão de 10 km, contando a partir da passagem molhada do Quixeré (localizada na zona urbana deste município) até a passagem molhada de Sucurujuba (situada na zona rural do mesmo município) (Figura 01).

A Sub-bacia hidrográfica do baixo Jaguaribe apresenta terrenos com altimetria inferior a 200 metros, com predominância de relevo plano a moderadamente dissecado em interflúvios tabulares intercalados com setores de planícies fluviais. Nesta área predominam amplas extensões de sedimentos holocênicos que proporcionam grandes áreas aluvionares com potencialidade de água subterrânea. O clima predominante na área de estudo é o Semiárido



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Quente e Subúmido que propicia temperaturas anuais médias em torno dos 26°C a 28°C, apresentando uma média pluviométrica anual de 838,0 mm (CEARÁ, 2009).

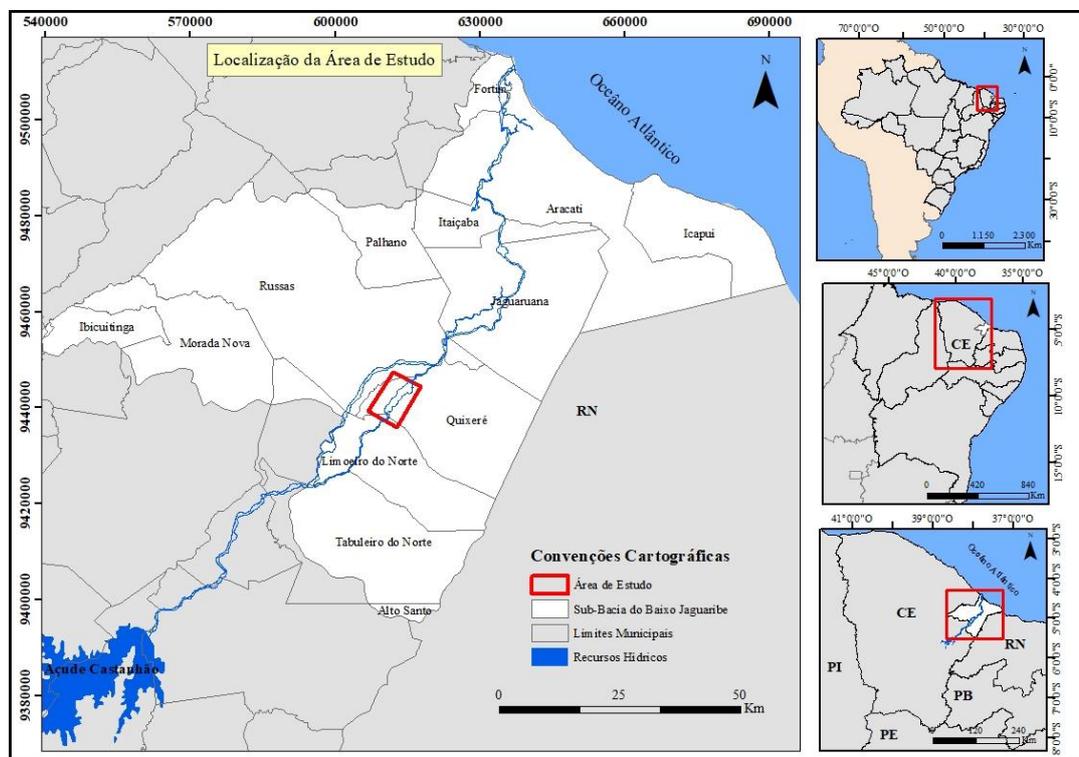


Figura 1 - Localização da área de estudo.

A pesquisa foi realizada no período de junho de 2014 a maio de 2015, totalizando 12 meses de monitoramento. Tal intervalo de observação abrangeu um período seco (junho – janeiro) e um período de precipitações (fevereiro – maio), porém com chuvas abaixo da média histórica.

Para identificar os processos erosivos foram realizadas visitas técnicas na área de estudo para selecionar algumas seções do rio Jaguaribe para serem monitoradas. Foram selecionadas nove seções divididas em três tipos de área, baseado no grau de conservação da vegetação ciliar (Quadro 01).



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Quadro 01 – Seções de monitoramento dos processos erosivos no rio Jaguaribe, listadas de montante para jusante.

Nome da Seção	Tipo de Área	Uso do Solo	Taxa de erosão total (cm)
João de Izídio	Área Degradada	agricultura	2,52
Rio Eduardo	Área Degradada	agropecuária	0,25
Canelas I	Área Degradada	pecuária	0,47
Canelas II	Área Parcialmente Conservada	agricultura	0,13
Água Fria	Área Conservada	Extrativismo vegetal da palha de carnaúba	0,5
Sinhã	Área Parcialmente Conservada	Extrativismo vegetal da palha de carnaúba	0,06
Rio Cruzes	Área Conservada	Atividades recreativas	0,14
Sucurujuba I	Área Parcialmente Conservada	agropecuária	0,63
Sucurujuba II	Área Conservada	Extrativismo vegetal da palha de carnaúba	0,11

Nas margens estudadas foram introduzidos pinos que é um método de medição direta da erosão de margens, conhecido como método dos pinos. Os pinos foram colocados a uma distância horizontal de 2 m de separação. Os pinos utilizados são construídos de ferro, tendo 1 m de comprimento, com 5,16 mm de diâmetro. Estes introduzidos nas margens ficaram com 10 cm de exposição e foram pintados de cor branca para facilitar a sua localização

Após a escolha e instalação dos pinos de erosão, as margens passaram a ser visitadas mensalmente ou após eventos de precipitações. Isto possibilitou a verificação dos processos erosivos predominantes nas margens estudados, estes foram registrados através da utilização de caderneta de campo e máquina fotográfica.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

### 3. Resultados e Discussões

A erosão é o conjunto de processos que desagregam e transportam o material intemperizado do solo, para depois serem depositados em outras áreas. A erosão pode ser propagada através dos ventos, chuvas (escoamento superficial), pelos rios, entre outros agentes geológicos (PRESS *et al.*, 2006).

Apesar de existirem vários processos erosivos na natureza que merecem ser estudados, o presente trabalho, leva a compreensão mais aprofundada dos processos erosivos em margens fluviais. A erosão das margens de um rio é um fenômeno natural, resultante do processo de adaptação do rio ao vale em que se situa às condições do escoamento. Esta adaptação pode fazer parte do ciclo natural do rio ou pode resultar de ações humanas. Nos dois casos a dinâmica natural do rio é modificada, tendo este a necessidade de encontrar um novo estado de equilíbrio. Durante este processo de ajuste, as margens, devido à função delimitadora do canal que têm, são particularmente afetadas (MAGALHÃES, 2010).

O comportamento da erosão de margens no tempo e no espaço, pode ser relacionado ao tipo climático no qual, está inserida a bacia hidrográfica. Nos rios situados em regiões semiáridas, que apresentam baixas vazões e fluxo sazonal, os processos erosivos ocorrem com maior intensidade nas épocas de chuvas, quando o rio atinge o nível de margens plenas. Esta situação é completamente diferente nos rios localizados em regiões úmidas, no qual as precipitações se distribuem regularmente ao longo do ano, tornando as enchentes mais frequentes.

Os rios de regiões semiáridas apresentam outra particularidade importante sobre erosão de margens, quando estes apresentam suas vazões controlados por barragens. A erosão pode ser intensificada em qualquer época do ano, mesmo com a ausência de chuvas, tal fato está relacionado com a gestão dos recursos hídricos, pois dependendo da situação que se encontra os reservatórios, pode ocorrer uma maior liberação de água para rio, e isto pode ocasionar remoção de materiais das margens.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A erosão fluvial ocorre por meio de três processos distintos, sendo estes a corrosão, corrasão (abrasão) e cavitação. A corrosão está relacionada ao processo químico (intemperismo químico) que realiza com o contato da água com leito e o canal fluvial. A corrasão é o desgaste mecânico, geralmente através das partículas carregadas pelas águas. Já a cavitação ocorre somente sob condições de elevadas velocidades do fluxo (CHRISTOFOLETTI, 1980). Hooke (1980) descreve mais dois importantes processos erosivos nas margens fluviais que podem ser observados, sendo estes o desmoronamento e o escorregamento rotacional.

O desmoronamento é entendido como a queda livre e rápida de blocos de terra por ações das forças gravitacionais a partir das fases verticais das margens dos rios. O mesmo ocorre por dois tipos, o desmoronamento por cisalhamento e o desmoronamento por basculamento (HOOKE, 1980). Fernandez (1990) registrou estes processos no rio Paraná, destacando que o desmoronamento por cisalhamento ocorre quando o bloco, devido ao solapamento da margem, desmorona seguindo um plano vertical de queda. Já o desmoronamento por basculamento ocorre quando um bloco de terra perde equilíbrio e desmorona sem um prévio solapamento, favorecido pela formação de fendas de tensão na superfície da margem.

Em relação ao processo erosivo denominado de escorregamento rotacional, Hooke (1980) define como sendo um movimento rápido, de baixa duração, com volume de solo bem definido, cujo o centro de gravidade se desloca para baixo e para fora da margem, ao longo de uma superfície de escorregamento.

Os processos erosivos identificados durante a pesquisa no trecho do rio Jaguaribe no período de junho de 2014 a maio de 2015 foram: corrasão produzida pelas gotas de chuva (erosão por salpicamento) (Figura 02), processo de corrasão fluvial (Figura 03) e o processo de desmoronamento por cisalhamento (Figura 04).



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019



Figura 2 – Erosão por salpicamento registrada na seção Canelas I (março/2015).



Figura 3 – Processo erosivo de corrasão fluvial observado na seção Sucurujuba I (março/2015).



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019



Figura 4 – Processo erosivo por desmoronamento por cisalhamento observado na seção Izídio (abril/2015).

Mesmo com as precipitações abaixo da média históricas para o período avaliado (junho/2014 a Maio/2015), o impacto das gotas de chuva (erosão por salpicamento) (SILVA e SCHULZ, 2002) foi o principal mecanismo de remoção de materiais desprotegidos das margens nas seções estudadas (Figura 06).

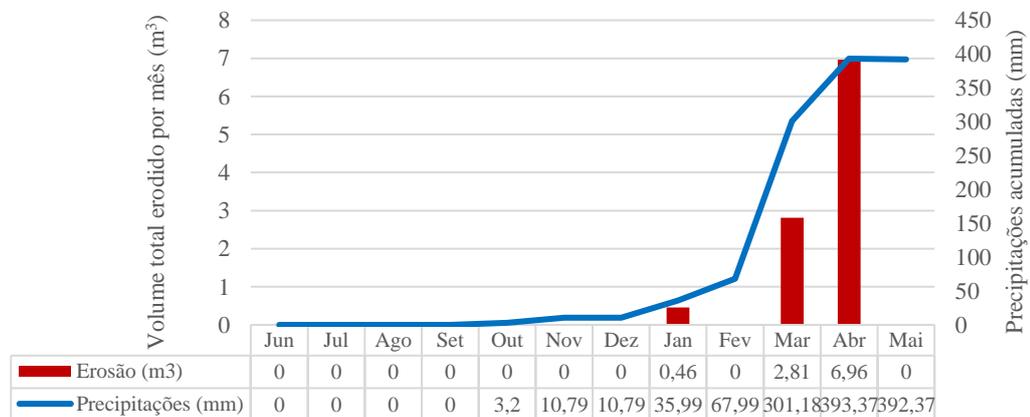


Figura 6 - Volume erodido total por mês nas áreas monitoradas e a precipitação acumulada para o período monitorado.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Tal fato pode ser explicado pelas reduzidas vazões observadas no rio Jaguaribe no trecho estudado da Estação Fluviométrica - 36760000 (Figura 06). Isto contribuiu para que as margens não sofressem influência direta das correntezas, pois em algumas seções o nível d'água posicionou-se em grande parte do ano, muito distante da face das margens monitoradas.

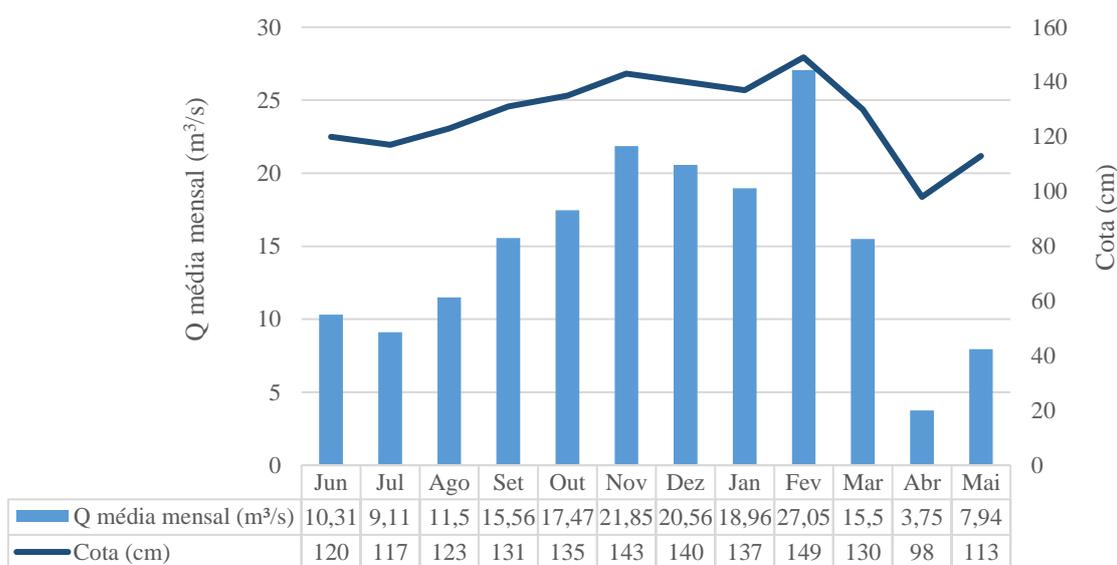


Figura 5 - Vazões e cotas médias mensais do rio Jaguaribe no período de junho de 2014 a maio de 2015.

## Considerações Finais

Os processos erosivos observados durante a pesquisa no trecho do rio Jaguaribe foram: processos erosivos pluviais, decorrentes da ação das gotas de chuvas e do escoamento superficial das águas; processo de corrasão, decorrente do desgaste mecânico da margem pela ação do fluxo; e desmoronamento por cisalhamento.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Vale ressaltar que no período de monitoramento, a principal agente atuante nos processos de erosão de margens no rio Jaguaribe foram as precipitações. O nível do rio Jaguaribe não apresentou grandes oscilações, alcançando com pouca frequência a face do barranco nas seções monitorada.

### 3. Referências Bibliográficas

AB'SÁBER, A.N. **Os domínios de natureza no Brasil** – potencialidades paisagísticas. São Paulo: Atiliê Editorial, 2003. 159p.

CEARÁ. Assembleia Legislativa. **Caderno regional da sub-bacia do Baixo Jaguaribe / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos**. Fortaleza: INESP, 2009. 104p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. 2.ed. São Paulo: Editora Blucher, 1980. p. 65 – 101.

CUNHA, S. B. Canais fluviais e a gestão ambiental. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Batista da (Org.). **A questão ambiental: diferentes abordagens**. 5.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. Cap. 7, p. 219-237.

FERNANDEZ, O.V.Q. **Mudanças no Canal Fluvial do rio Paraná e Processos Erosivos nas Margens: região de Porto Rico-PR**. Rio Claro: 1990, 86p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geociências. UNESP, Rio Claro, 1990.

HOOK, J.; MANT, J. Morpho-dynamics of Ephemeral Streams. In: BULL, L.J. and KIRKBY, M.J. **Dryland Rivers**. Hydrology and Geomorphology of Semi-arid Channels. Wiley. England, 2002. p. 173-204.

HOOKE, J.M. An Analysis of the Processes of River Bank Erosion. **Journal of Hydrology**. N° 42, p.38-62, 1979.

HOOKE, J.M. Magnitude and distribution of rates of river bank erosion. **Earth Surface Processes**, 5: 143-157. 1980.

MAGALHÃES, Hélder Emanuel Silva. **Avaliação do estado de potencial erosão de margens de um curso de água: aplicação do a troços estuarinos de rios do norte de**



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Portugal. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Especialização em Hidráulica). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2010.

PRESS, F. *et al.* Rios: o transporte para os oceanos. In: \_\_\_\_\_. **Para entender a Terra**. 4.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. Cap. 14, p. 341- 246.

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E. Redução do desprendimento das partículas do solo mediante uso de resíduos vegetais de origem urbana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n. 3, p. 531-534, 2002.

SOUZA, J.O.P.de; ALMEIDA, J.D.M.de. Processos fluviais em terras secas: uma revisão. **Revista Okara: geografia em debate**, v.9, n.1, 2015.p.108-122.

THORNE, C. R., TOVEY, N.K. Stability of composite river banks. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 6, n. 5, p. 469-484, 1981.