

Influência de Parâmetros Hidrológicos no Processo de Erosão Fluvial na Região de Santarém-PA

Sheila Gatinho Teixeira¹; Regis Leandro Lopes da Silva²; David Franco Lopes³

Resumo – A pesquisa analisou a dinâmica fluvial de um pequeno trecho do Rio Amazonas, na área da comunidade de Fátima de Urucurituba que fica localizada na margem esquerda deste Rio, no município de Santarém. A dinâmica fluvial neste trecho é bastante intensa com processo de erosão severo, que regionalmente é conhecido como Terras Caídas. O trabalho consistiu na análise multitemporal qualitativa e quantitativa de cenas Landsat 5 e 8 dos anos de 1985, 1995, 2005 e 2016, onde foi possível quantificar uma perda de 15, 52 km² de área de margem, com um recuo linear desta de aproximadamente 1,4km ao longo dos 31 anos analisados. E através da análise da carta batimétrica e da seção transversal batimétrica, foi possível sugerir que um dos agentes deflagradores do processo erosivo é a posição do canal fluvial, o qual está localizado na margem esquerda do Rio Amazonas, em frente a localidade. Este possui profundidade em torno de 32m, com velocidade máxima medida de 2,3m/s, gerando um fluxo de alta energia que é capaz de romper a resistência do material constituinte da margem levando ao solapamento da mesma.

Abstract – This research analyzed the fluvial dynamics of a small stretch of the Amazon river, in the community named Fátima de Urucurituba, located on the left margin of such river, in the municipality of Santarém. The fluvial dynamics observed in this stretch is quite intense presenting a severe erosional process locally known as *Terras Caídas*. The research consisted of a multi-temporal analysis both qualitative and quantitative of scenes from Landsat 5 and 8 dated 1985, 1995, 2005 and 2016, that made it possible to quantify a 15, 52 km² area loss along the margin of the river, resulting in a linear recess of about 1.4 km over the period of 31 years analyzed. Due to the analysis of the bathymetric chart as well as the bathymetric cross section, it was possible to suggest that one of the factors that initiated the erosive process in the area is the position of the fluvial canal located on the left margin of the Amazon river, in front of the aforementioned community, about 32m deep and top speed recorded as 2,3 m/s creating a high energy flow that is able to break the resistance of the material that composes the margin leading to its undermining.

Palavras-Chave – Erosão fluvial, Terras Caídas; Análise Multitemporal.

Keywords - Fluvial erosion, *Terras Caídas*, Multi-temporal analysis

¹ Geóloga. Dra., Serviço Geológico do Brasil: Belém-PA, (91) 3182-1318, sheila.teixeira@cprm.gov.br

² Eng. Hidrólogo, Dr., Serviço Geológico do Brasil: Belém-PA, (91) 3182-1346, regis.silva@cprm.gov.br

³ Eng. Hidrólogo., MSc, Serviço Geológico do Brasil: Belém-PA (91) 3182-1346, david.lopes@cprm.gov.br

1. INTRODUÇÃO

A dinâmica fluvial de grandes rios envolve mecanismos complexos, devido principalmente aos processos erosivos de margens continentais e ilhas, além do surgimento de ilhas e deposição nas margens. O entendimento sobre o mecanismo de atuação e a quantificação da magnitude é importante para compreender a evolução dos diversos elementos da dinâmica fluvial. O monitoramento da erosão das margens tem sua importância social como prevenção de desmoronamentos de barracos em áreas urbanizadas.

Dentro desse contexto, este estudo analisou a dinâmica fluvial de um pequeno trecho do Rio Amazonas, na área da comunidade de Fátima de Urucurituba que fica localizada na margem esquerda deste Rio, no município de Santarém. Esta região foi considerada área de risco de grau muito alto pelo Serviço Geológico do Brasil (SBG-CPRM) no ano de 2012. Os estudos de Fonseca et.al. (2015) e Teixeira (2017) mostram o avanço do processo erosivo em direção à comunidade através de análise multitemporal de imagens de satélite.

Assim, o presente estudo tem por objetivo entender o processo de erosão fluvial na área, regionalmente conhecido como fenômeno de Terras Caídas, utilizando dados batimétricos e a análise multitemporal qualitativa e quantitativa de cenas Landsat de um período de 31 anos.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

A área de estudo está localizada na região do Baixo Amazonas, e compreende o trecho inserido no município de Santarém (Figura 1). Está inserida na unidade geomorfológica Planície Amazônica (Dantas e Teixeira, 2013) e no entorno do Rio Amazonas, neste trecho, a geologia é caracterizada predominantemente pelos Depósitos Aluvionares, constituídos por sedimentos clásticos inconsolidados siltico argilosos.

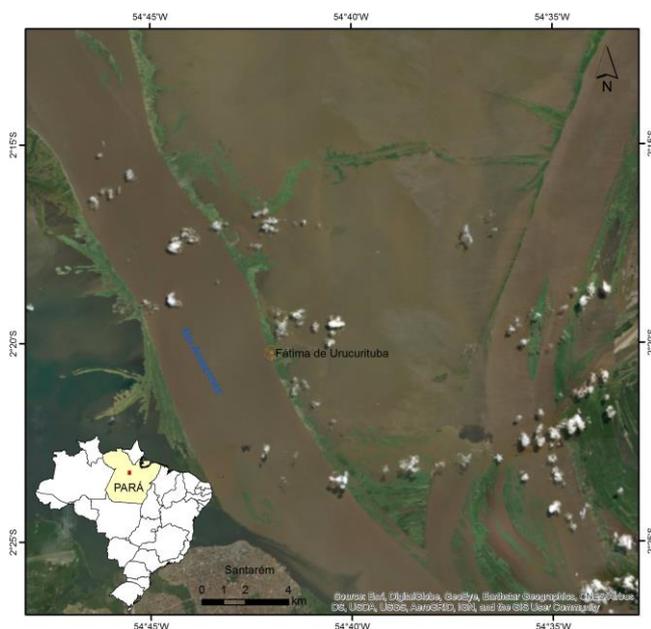


Figura 1. Localização da Área de Estudo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A análise multitemporal foi aplicada para três cenas Landsat-5 TM dos anos de 1985, 1995, 2005 e uma cena Landsat-8 para o ano de 2016, selecionadas de acordo com a mínima cobertura de nuvens e datas de aquisição, coincidentes com o período de vazante. Assim, as datas do

imageamento são do mês de outubro de cada ano, descartando uma possível interferência da variação do nível das águas nas análises, todas as imagens foram adquiridas gratuitamente no acervo do INPE.

Cada imagem passou por um processamento digital e em seguida foi aplicada uma classificação automática supervisionada, onde foram definidas duas classes: água e continente. A classificação das imagens foi exportada para o formato shapefile e no ArcGis foi realizada uma correção manual, onde foram eliminados polígonos de nuvens e sombras e corrigidos erros na classificação. Na etapa de análise multitemporal, os limites foram comparados entre si, onde foi possível calcular as mudanças ocorridas.

A análise da carta batimétrica envolveu a digitalização das profundidades presentes na carta náutica que recobre a área, de nome Da Costa do Ituqui à Ilha do Meio, com escala de 1:100 000, disponível para download gratuito no site da DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação). Os dados do setor analisado correspondem a levantamentos batimétricos do período de 2011 a 2014. Os mesmos foram digitalizados no ArcGis 10.5 e posteriormente foi aplicado o método de interpolação vizinhos naturais, que permitiu a confecção da carta batimétrica, bem como a visualização do canal fluvial.

Para a confecção da seção transversal com as estimativas de profundidade e perfis de velocidade foi utilizado um perfilador acústico de corrente de 600KHz (ADCP – *Acoustic Doppler Current Profile*), cujas medidas foram obtidas no dia 01 de maio de 2016.

4. RESULTADOS

A localidade de Fátima de Urucurituba fica sediada na margem de uma barra no leito do Rio Amazonas, a qual é recortada por diversos canais e limitada pelo Lago do Pacoval. A partir da análise multitemporal pode-se observar que a erosão vem se acentuando ao longo dos 31 anos analisados. Na figura 2, pode-se observar a evolução desta erosão em cada década e na tabela 1 a quantificação em termos de área, a partir de cada década analisada.

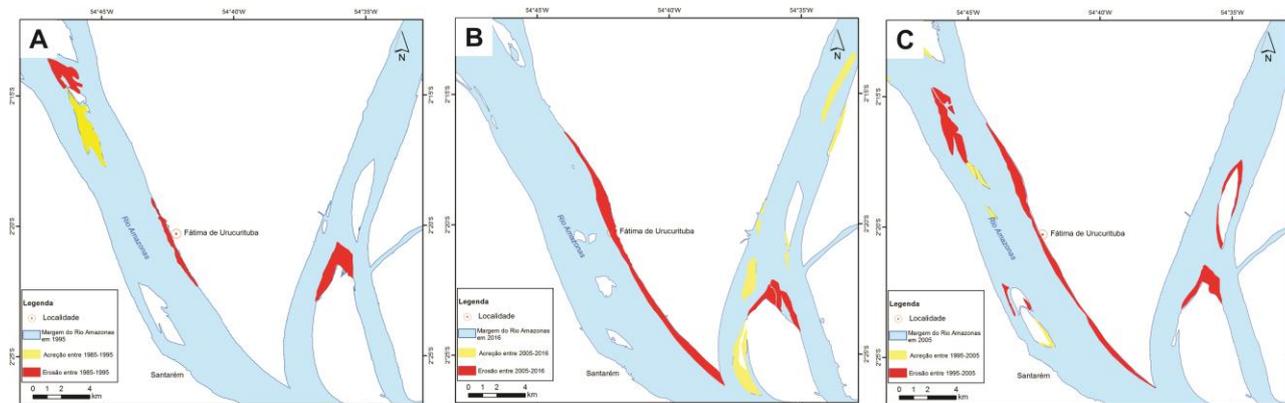


Figura 2 - Mudanças nas margens do Rio Amazonas, com indicação das áreas com acreção e erosão: A – 1985 a 1995; B – 1995-2005 e C- 2005 a 2016.

Tabela1 – Quantificação da área erodida no período de 1985 a 2016.

	Quantificação de erosão			
	1985-1995	1995-2005	2005-2016	1985-2016
Área erodida (km ²)	- 1,26	-6,12	-8,14	-15,52

A análise multitemporal de imagens mostra que na década de 1985 a 1995 a erosão foi menor, aproximadamente 1,26km² de perda de área, nas décadas seguintes 1995 a 2005 e 2005 a 2016 houve um incremento da erosão com perdas significativas de áreas, de aproximadamente 6,12km² e 8,14km² respectivamente. Na Figura 3 é possível observar a sobreposição da imagem

do ano de 2016 e a margem do Rio Amazonas em 1985 e a perda total de área nos 31 anos analisados.

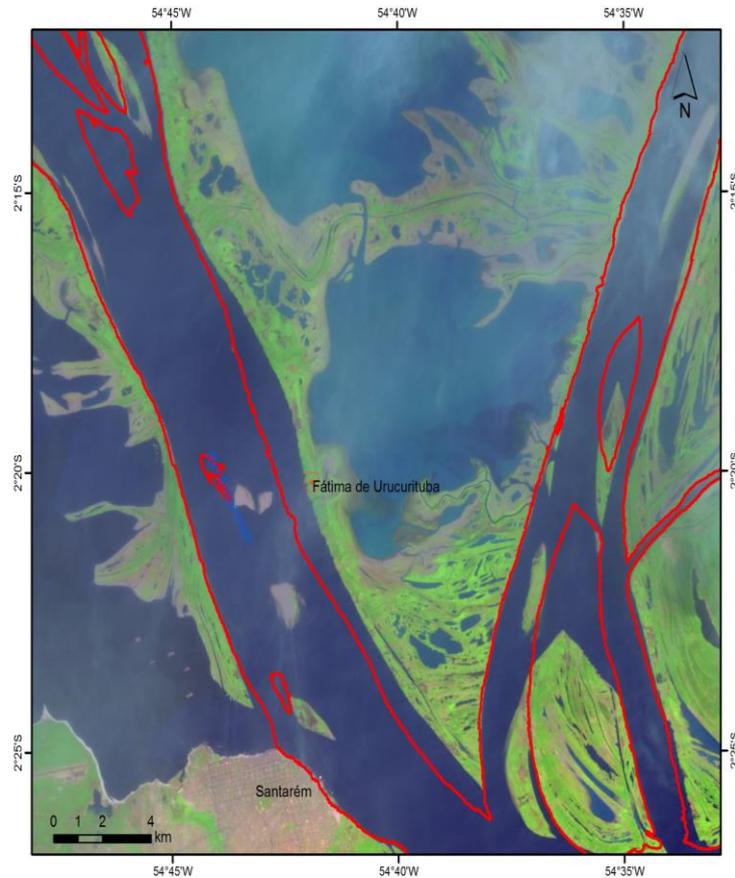


Figura 3 – A – Imagem Landsat-8 do ano de 2016 e em vermelho a sobreposição das margens do Rio Amazonas do ano de 1985.

As figuras 4A, 4B e 4C mostram como essa erosão é observada em campo, onde são reconhecidas trinças no terreno, árvores caídas e degraus de abatimento.



Figura 4 – A – Vista frontal da margem do Rio Amazonas em Fátima de Urucurituba, com degraus de abatimento; B – Trinças no terreno; C – Degráus de abatimento em planta com árvores caídas.

Para o entendimento da relação entre a geometria do canal e processo de erosão fluvial que ocorre neste trecho do Rio Amazonas foi analisado a carta batimétrica (Figura 5) da área, bem como perfil transversal do leito do Rio (Figura 6).

A carta batimétrica mostra a presença do canal fluvial na margem esquerda do Rio Amazonas, em frente à comunidade de Fátima de Urucurituba, onde este atinge profundidades em torno de 35m.

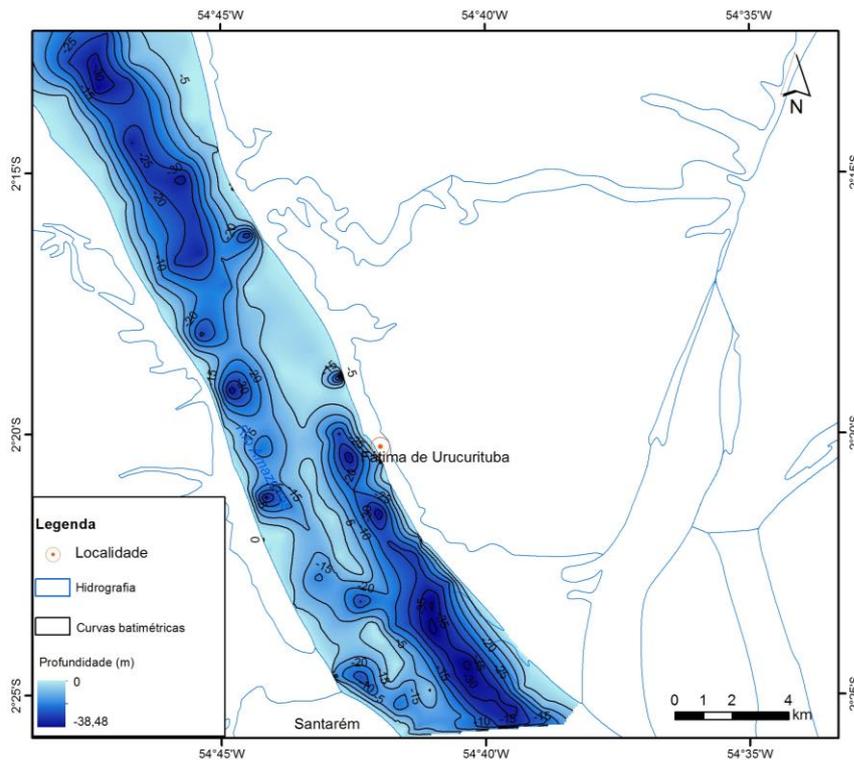


Figura 5 – Carta batimétrica obtida a partir da interpolação dos dados disponíveis na carta náutica Da Costa do Ituqui à Ilha do Meio, disponibilizada pela DHN.

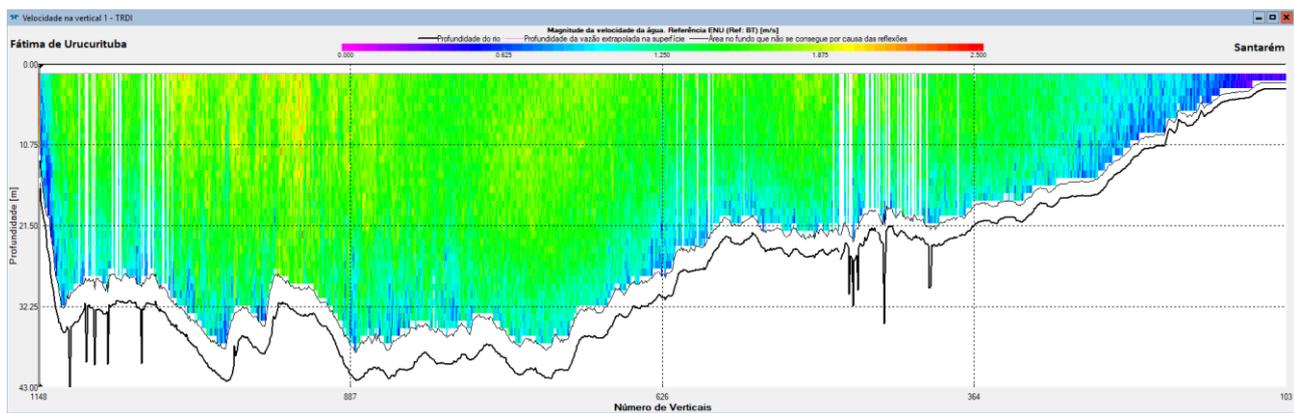


Figura 6 - Campos de velocidade no perfil transversal no Rio Amazonas.

O perfil transversal batimétrico apresenta uma largura de 4033 m, com leito assimétrico e com as maiores profundidades junto à margem esquerda. Essa assimetria de fundo resulta da diferença na distribuição de energia dentro do canal, que é maior na margem esquerda, onde foram medidas as maiores velocidades em torno de 2,3m/s que são representadas na figura 6, pelas áreas de coloração amarelo a laranja e pelos vetores maiores na porção superior da figura 7. Outra característica que chama atenção na seção é o talude na margem esquerda que chega a atingir uma profundidade de 32,2m quase vertical. Este tipo de geometria favorece a ocorrência de erosão lateral e vertical acelerada nessa área, o que justifica o grande volume de sedimentos perdido por erosão e conseqüente perda de área superficial nos 31 anos analisados nas imagens.

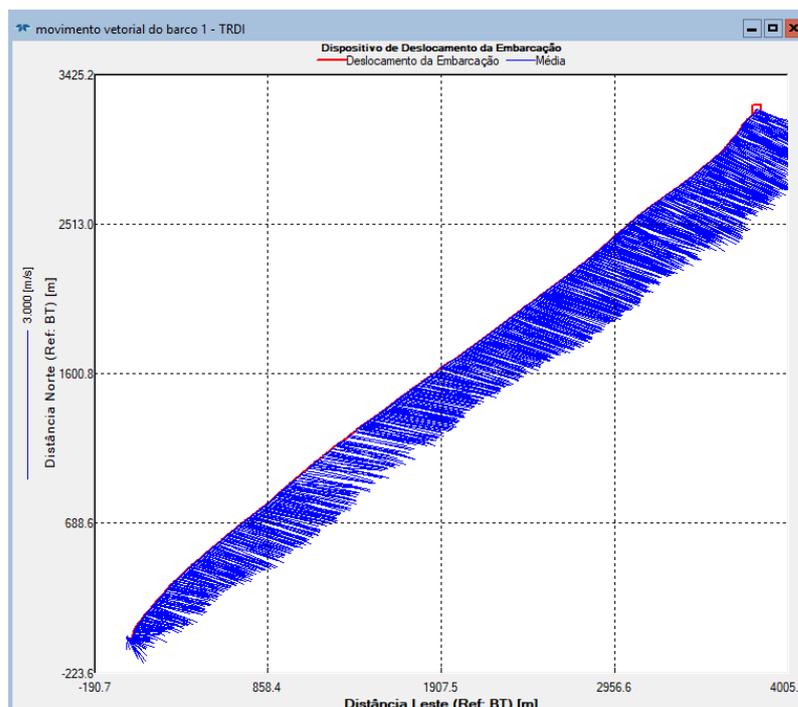


Figura 7 - Vetores velocidade da seção de medição.

Carvalho (2006) considera que no Rio Amazonas os principais fatores que atuam dentro do canal e que se aponta como os principais responsáveis pela erosão acelerada é a grande energia contida em seu volume de água, associado às “macroturbulências” com que os fluxos se deslocam dentro do canal e o peso que esse volume de água exerce dentro do mesmo. Na área em estudo a vazão medida foi de $157.366\text{m}^3/\text{s}$, no período da cheia, essa energia pode ser considerada também como um dos agentes erosivos, responsável pela quebra de resistência do material constituinte da margem, provocando a erosão.

Bandeira et al. (2018) apresenta diversas formas de como ocorre o processo erosivo nas margens do Rio Amazonas, e acredita-se que o processo ocorrente na área da localidade de Fátima de Urucurituba, seja o solapamento.

Para estes autores o solapamento ocorre de duas maneiras, durante o pico das cheias e/ou durante a subida e a descida do nível do rio. Durante a cheia ocorre o solapamento e a submersão de extensas massas de terra (Figura 8A). E durante a subida e a descida do nível do rio, a corrente deste remove o material menos resistente das porções basais o que leva ao colapso da porção superior e queda por gravidade (Figura 8B). Estudos mais detalhados são necessários para determinar qual o tipo de solapamento que ocorre na área estudada, se é do tipo basal ou se é submersão da faixa marginal.

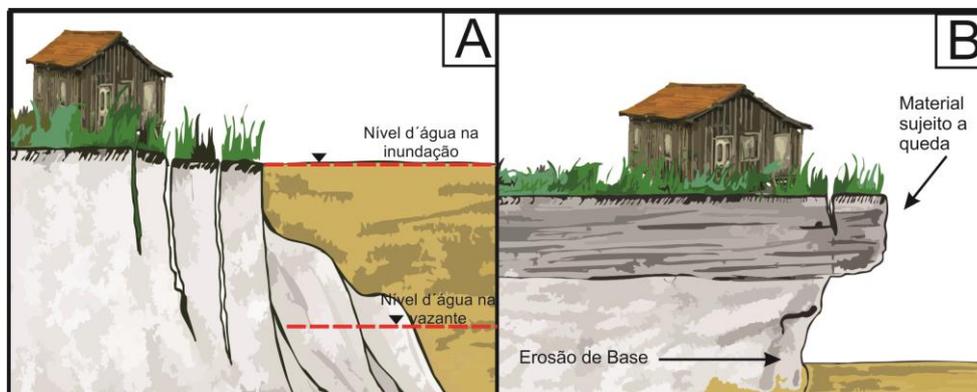


Figura 8 – Tipos de solapamento que ocorrem nas margens de rio. Fonte: Bandeira et al. (2018).

O processo de solapamento que ocorre na localidade atinge diretamente a população local, pois com o recuo da margem já houve perdas materiais significativas para a população, a exemplo, a perda da escola em 2010. A análise multitemporal permitiu quantificar o recuo linear da margem, onde fica situada a localidade, que foi de 1,4 km em 31 anos e este recuo foi incrementado a partir de 2005, no qual nos últimos 11 anos a taxa de recuo anual foi de aproximadamente 82m/ano. Mantendo-se as condições atuais de taxa de recuo, em aproximadamente uma década estima-se a erosão total desta barra com o desaparecimento da localidade.

5. CONCLUSÕES

A partir dos dados analisados foi possível quantificar que no período de 1985 a 2016, a erosão da margem esquerda do Rio Amazonas, na região da localidade de Fátima de Urucurituba foi de aproximadamente de 15, 52km², com o recuo da margem de aproximadamente 1,4km nos 31 anos analisados. E esta erosão é bastante influenciada pela geometria do canal assimétrico, o qual é mais profundo na margem esquerda, na frente da localidade, onde possui as maiores velocidades com talude subvertical, tais características propiciam as condições favoráveis para a erosão de margem através de solapamento. Estudos mais detalhados são necessários para melhor caracterizar quando ocorre a quebra de resistência do material constituinte das margens.

Estima-se que mantendo-se as condições atuais de erosão em aproximadamente 10 anos a área onde está sediada a comunidade de Fátima de Urucurituba poderá desaparecer, havendo a necessidade de remoção da população local.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Serviço Geológico do Brasil pelo fomento à pesquisa.

REFERÊNCIAS

- BANDEIRA, I. C.N. et. al. (2018). *“Fluvial erosion or distinct phenomenon in the Amazon?”* in. Environmental Earth Sciences, v. 77, p. 1-16.
- CARVALHO, J.A.L. (2006). *“Terras Caídas e Consequências Sociais: Costa do Miracauera, Paraná da Trindade, município de Itacoatiara – AM”* Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação Sociedade e Cultura na Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, 142p.
- DANTAS, M. E & TEIXEIRA, S.G. (2013). *“Origem das Paisagens”*. In: João, X.S.J, Teixeira, S.G., Fonseca, D.D.F.(eds.). Geodiversidade do Estado do Pará. Belém: CPRM: p.25-49.
- FONSECA, A.I.T. et. Al. (2015). *“Análise Multitemporal do Fenômeno das Terras Caídas - Santarém/PA”* in: Anais do Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental. Bento Gonçalves-RS.
- TEIXEIRA, S.G. (2017) *“Análise Multitemporal da Dinâmica fluvial do Baixo Rio Amazonas no período de 1985 à 2016”* in Anais do 15º Simpósio de Geologia da Amazônia. Belém.PA.