

A UTILIZAÇÃO DE BATIMETRIA NO MAPEAMENTO DE ÁREAS SUJEITAS A EROSÃO FLUVIAL NA AMAZÔNIA

Dianne D. F. Fonseca¹; Raimundo Almir C. da Silva²; Luciana Souza Brabo³; Erivelton Mimoria Araujo⁴; Davi Franco Lopes⁵

Resumo – O processo de erosão fluvial é umas das tipologias de desastres que mais afeta as populações amazônicas, causando muitos prejuízos econômicos e sociais. Em consequência, hoje, a erosão fluvial, que atinge as orlas das cidades ribeirinhas, veem destruindo parte do patrimônio histórico das cidades amazônicas, assim como escolas, postos de saúde, moradias e comércios. No município de Acará no estado do Pará a utilização de dados hidrológicos (levantamentos da batimetria, vazão, perfil de velocidades e pluviosidade) associados com o mapeamento das áreas de risco sujeitas a esses processos, mostrou ser uma metodologia muito eficiente e fundamental para o entendimento do processo, haja vista a relação direta da hidrodinâmica do rio com a erosão lateral das margens. Os procedimentos técnico-metodológicos da pesquisa consistiram no mapeamento das áreas de risco geológico e hidrológico do município e das medições batimétricas longitudinais e transversais do rio Acará. Através de ferramentas de geoprocessamento realizou-se a interpolação dos dados batimétricos e constatou-se que o processo de erosão fluvial na orla da cidade de Acará, resulta da combinação de fatores como a forma e geometria do canal; e forças hidráulicas atuantes. Destaca-se o fato de que as medições batimétricas revelarem que a maior velocidade do rio está à direita, assim como o talvegue (parte mais profunda). Esses fatores, associados à localização da cidade na porção mais côncava do rio, condicionam o processo de erosão fluvial na orla da cidade.

Abstract – The process of river erosion is one of the typologies of disasters that affects the Amazonian population most, causing many economic and social damages. As a result, today, river erosion, which reaches the edges of riverside towns, is seen destroying part of the historical heritage of Amazonian cities, as well as schools, health posts, housing and commerce. In the municipality of Acará-Pa, the use of hydrological data (surveys of bathymetry, flow, velocity and rainfall profile) associated with the mapping of the risk areas subject to these processes, proved to be a very efficient and fundamental methodology for understanding the process, due to the direct relation of the hydrodynamics of the river with the lateral erosion of the banks. The technical-methodological procedures of the research consisted in the mapping of the geological and hydrological risk areas of the municipality and the longitudinal and transverse bathymetric measurements of the Acará river. Through geoprocessing tools, the interpolation of the bathymetric data was carried out and it was contacted that the process of river erosion on the edge of the city of Acará results from the combination of factors such as the shape and geometry of the channel; and hydraulic forces. It is worth noting that bathymetric measurements reveal that the highest velocity of the river is on the right, as well as the talvegue (deepest part). These factors, associated with the location of the city in the most concave portion of the river, condition the process of river erosion along the city's edge.

Palavras-Chave – Erosão fluvial, ribeirinhas, batimetria.

¹ Pesquisadora em Geociências, Serviço Geológico do Brasil, (91) 31821318, dianne.fonseca@cprm.gov.br

² Pesquisador em Geociências, Serviço Geológico do Brasil, (91) 31821348, raimundo.conceicao@cprm.gov.br

³ Técnica em Hidrometria, Serviço Geológico do Brasil, (91) 31821346, luciana.brabo@cprm.gov.br

⁴ Técnico em Hidrometria, Serviço Geológico do Brasil, (91) 31821348, erivelton.araujocprm.gov.br

⁵ Eng.Hidrólogo Serviço Geológico do Brasil, (91) 31821346, davi.lopes@cprm.gov.br

1- INTRODUÇÃO

Os processos de erosão fluvial na Amazônia não são responsáveis apenas pelo modelamento do relevo das planícies aluviais, mas também pelas formas de ocupação do território. As características naturais da região (por exemplo, extensas áreas com densa cobertura vegetal, numerosos rios navegáveis etc.) condicionaram, dentre outros fatores, o processo histórico de ocupação do território, concentrando as cidades nas margens de rios da magnitude do Amazonas, Tapajós, Tocantins, Xingu e Pará, até os inumeráveis furos e igarapés (Fonseca e Szlafsztein, 2013).

Desde 2012 o Serviço Geológico do Brasil-SBG é responsável pelo mapeamento de áreas de risco a eventos naturais de inundações, cheias, movimentos de massa e erosões, visando a atender o eixo mapeamento do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais do Governo Federal. Atualmente mais de 1.233 municípios brasileiros foram mapeados. Somente no estado do Pará 57 municípios foram setorizados, destes, 14 apresentam áreas sujeitas a processos de erosão fluvial (Bandeira e Fonseca 2017).

Não diferentemente de muitos municípios amazônicos, o município de Acará localizado no noroeste do estado do Pará, teve sua ocupação territorial condicionada pelo rio Acará, e atualmente o processo de erosão lateral das margens vem trazendo muitos prejuízos econômicos e sociais ao município. Através de solicitação da prefeitura municipal, o Serviço Geológico do Brasil realizou a setorização de áreas de risco alto e muito alto no município, e para uma melhor compreensão do processo de erosão fluvial na orla do município, foi realizada a batimetria do rio com seções transversais e longitudinais em frente à orla da cidade. Os dados resultantes da pesquisa irão subsidiar, posteriormente, intervenções estruturais para mitigação do processo erosivo na orla da cidade.

2- METODOLOGIA

O mapeamento das áreas de risco foi baseado em PIMENTEL (2012) e dividiu-se em três fases (Bandeira e Fonseca 2017): 1) Pesquisa relacionada aos aspectos geológicos e coleta de imagens de satélite. Nesta etapa são realizados os primeiros contatos com a Coordenação da Defesa Civil municipal (COMDEC); 2) Mapeamento, realizada tanto nas áreas urbanas como nas principais comunidades rurais, nestes locais são observados indícios de processos desestabilizadores do terreno, geomorfologia da encosta, atributos do(s) talude(s), aterro lançado, escoamento de águas pluviais e de águas servidas e presença de feição erosivas, no caso das inundações é realizado um levantamento histórico e a recorrência desses processos. 3) Elaboração do Sistema de Informações Georreferenciadas (SIG) e dos mapas contendo os setores de risco.

Para o levantamento de dados hidrológicos (levantamentos da batimetria, da vazão e do perfil de velocidades) foram realizadas 27 seções transversais do rio Acará, e uma seção longitudinal em frente ao setor PA_ACARA_SR_03_CPRM (Figura 5). As medições foram executadas com o auxílio do equipamento de medição acústica Acoustic Doppler Profiler ADP-RiverSurveyor- (ADP-M9), o qual possui oito feixes diagonais que realizam o perfilamento das velocidades da água, e um feixe perpendicular (ecobatímetro) para medição de profundidade. O equipamento é acoplado na embarcação e as travessias são acompanhadas em um monitor notebook, que informa a cada pulso lançado pelo equipamento; as velocidades do barco e da água; as vazões calculadas por vertical; as posições geográficas; o delineamento do perfil de fundo, assim como outras informações necessárias ao cálculo de vazão total do trecho analisado.

3- CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

O município de Acará é detentor de uma área geográfica de 4.343,805 km², com uma população aproximada de 53.569 habitantes (IBGE, 2017). Localiza-se na mesorregião do nordeste do Pará e esta inserido na Região Hidrográfica Costa Atlântica – Nordeste. Possui como drenagem principal o rio Acará, o qual apresenta sentido Sul-Norte. A sede municipal localiza-se na margem direita do rio, quando ocorre a bifurcação do mesmo com os rios Acará-Miri e Miriti-Pitanga (Figura 1).

De acordo com a compartimentação geomorfológica do Pará elaborada por Dantas e Teixeira (2012) o município de Acará pertence aos sedimentos cenozoicos do Grupo Barreiras, pouco a moderadamente consolidados, associados a tabuleiros da Zona Bragantina e a planície fluvial do rio Guamá e da Baía do Marajó. A planície fluvial caracteriza-se por formas planas com amplitudes e declividades muito baixas, próximas à zero, já os tabuleiros caracterizam-se por topos planos, amplitudes inferiores a 50m e declividade que variam de 0 a 3°. Estas planícies quando margeadas pelo rio Acará ficam sujeitos à erosão fluvial, devido a pouca coesão dos sedimentos e a dinâmica fluvial do rio. Segundo o Mapa de Geologia e Recursos Minerais do Estado do Pará na Escala 1:1.000.000 da CPRM-SGB (2008), este município é constituído por sedimentos predominantemente arenosos, arenitos friáveis e localmente conglomeráticos, com ocorrência de sedimentos diversos (siltito, argilito e cascalho), muito intemperizados, alterados quimicamente e pouco coesos.

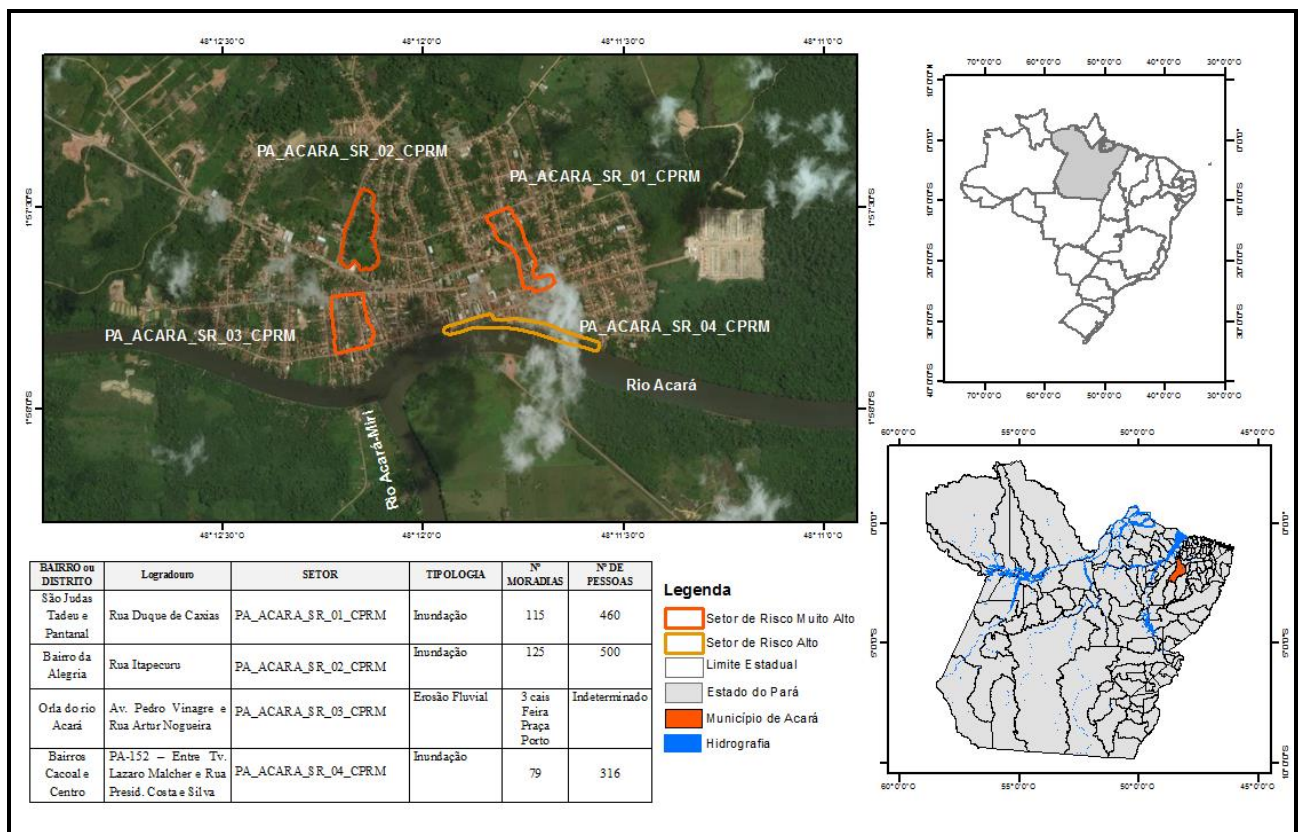


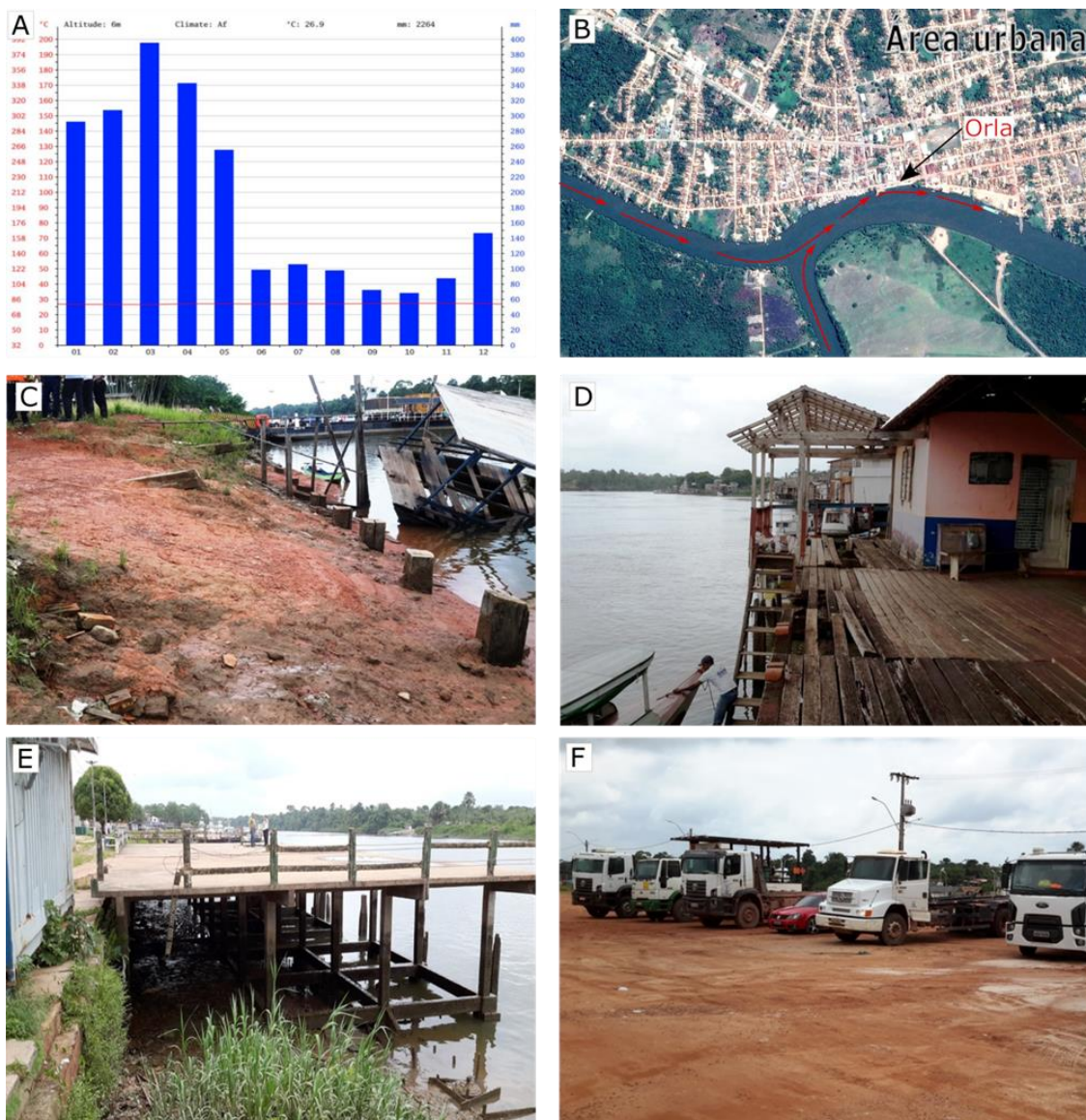
Figura 1. Localização da área estudada e mapa com setores de risco.

4- RESULTADOS

4.1- Mapeamentos das Áreas de Risco a Erosão Fluvial.

Os setores de risco a erosão fluvial estão localizados na orla da área urbana e na Comunidade de São Loureço, 12 km a norte da cidade, às margens do Rio Acará, os quais estão sujeitos à erosão intensa, principalmente entre os meses de fevereiro e abril, quando as chuvas alcançam mais de 300 mm por mês (Figura 2. A e B). Este setor caracteriza-se por uma superfície laterítico residual, que está sendo gradualmente erodida através da ação mecânica de desagregação das margens do rio (Figura 2. C), causada pela velocidade da corrente do rio Acará, associada a dois ciclos de marés diárias.

Com o objetivo de conter o processo erosivo diversas obras de contenção foram realizadas ao longo dos anos, porém algumas se encontram destruídas. Também, verifica-se que o cais Rosemiro Silva (Figura 2. D) apresenta um risco muito alto à população que o utiliza, haja vista que sua estrutura em madeira se encontra totalmente danificada, sendo necessária a interdição imediata deste cais. Os outros cais (Farinha e Orla) necessitam de reparos estruturais, para que assim possam atender a população com segurança.



Na comunidade de São Lourenço, assim como na orla da área urbana do município, o processo erosivo é natural e potencializado pela ação do fluxo de água mais intenso na margem côncava do rio (Figura 3), segundo relatos dos moradores o processo erosivo vem ocorrendo lentamente nos últimos 10 anos e atualmente atingiu parte da rua. A continuidade do processo poderá provocar problemas sérios de mobilidade e atingir as moradias, pontos comerciais e a igreja (Figura 4).

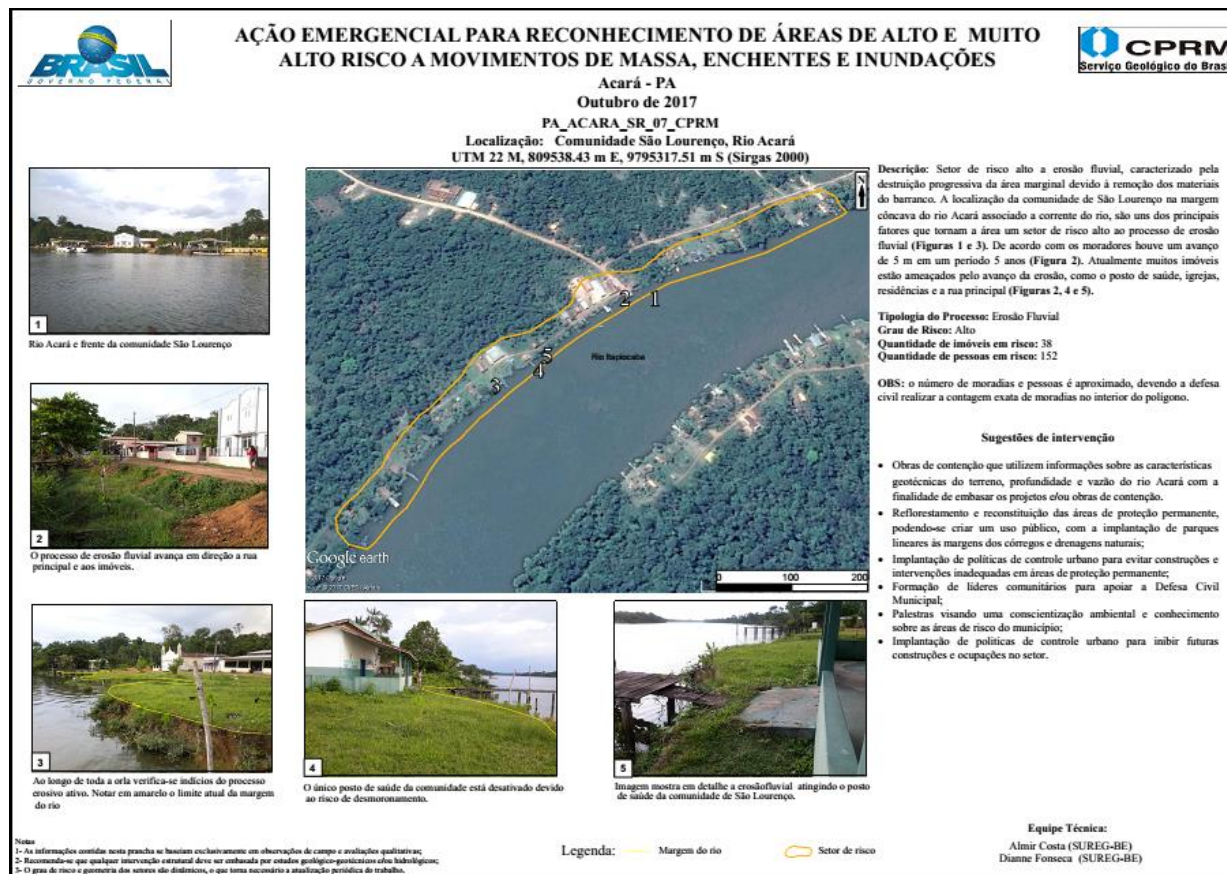


Figura 3 – Setor de risco a erosão fluvial na comunidade de São Lourenço



Figura 4 - (A) Frente da comunidade de São Lourenço. O avanço da erosão está atingindo a rua principal, igreja e posto de saúde. (B) Em detalhe os efeitos da erosão fluvial na orla da comunidade.

4.2- Levantamento Batimétrico.

Para obtenção de dados hidrológicos (levantamentos da batimetria, da vazão e do perfil de velocidades) foram realizadas 27 seções transversais e 1 longitudinal do rio Acará (Figura 5). Foi selecionada a seção A-B para a análise do perfil transversal, haja vista a ocorrência de maiores profundidades do canal neste ponto; 35m. Os resultados mostraram que no trecho analisado tem aproximadamente 155 metros de largura, velocidade de 0,8m/s e vazão de 1.020 (m³/s) (Figura 5).

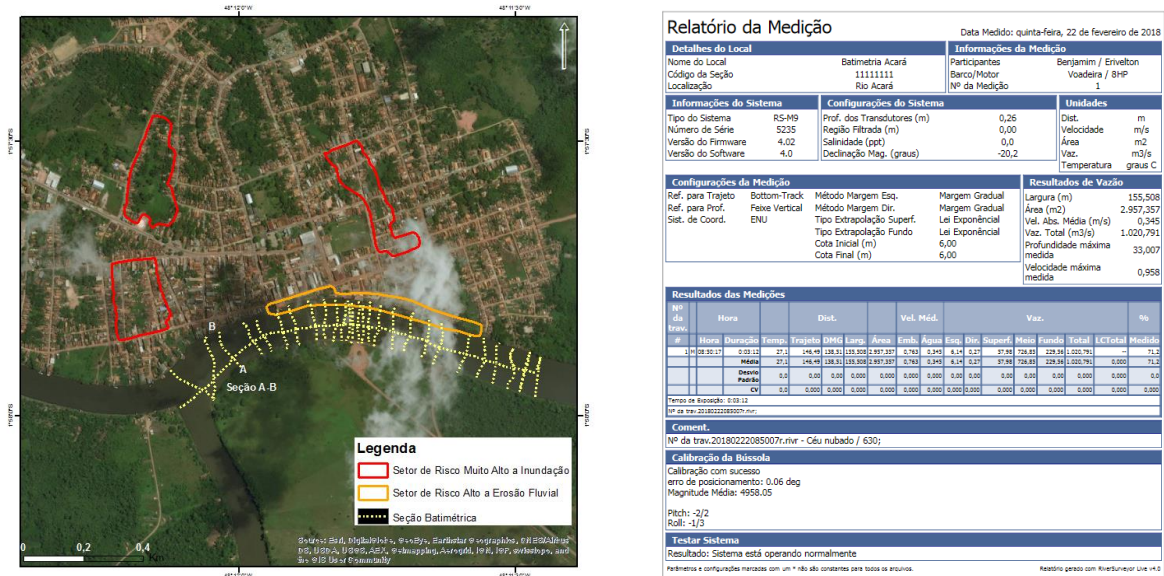


Figura 5. Localização das seções batimétricas e relatório de medição da seção A-B.

O perfil de velocidade (Figura 6) mostra as maiores velocidades do fluxo no lado direito do rio, onde localiza-se a orla cidade, também o mesmo pode ser constatado na Figura 7, onde as cores desde o verde até o vermelho mais intenso mostram velocidades variando de 0,5 a 0,8 m/s.

Através da utilização do método de interpolação espacial, vizinhos naturais (Natural Neighbors) da extensão “Spatial Analyst” do software ArcGis 10.2, foi realizado a interpolação de todos os perfis batimétricos levantados (Figura 8), as informações revelaram que as maiores profundidades estão localizadas na região da seção A-B, porém, as maiores velocidades estão concentradas na região da travessia de balsa e dos trapiches (Figura 9).

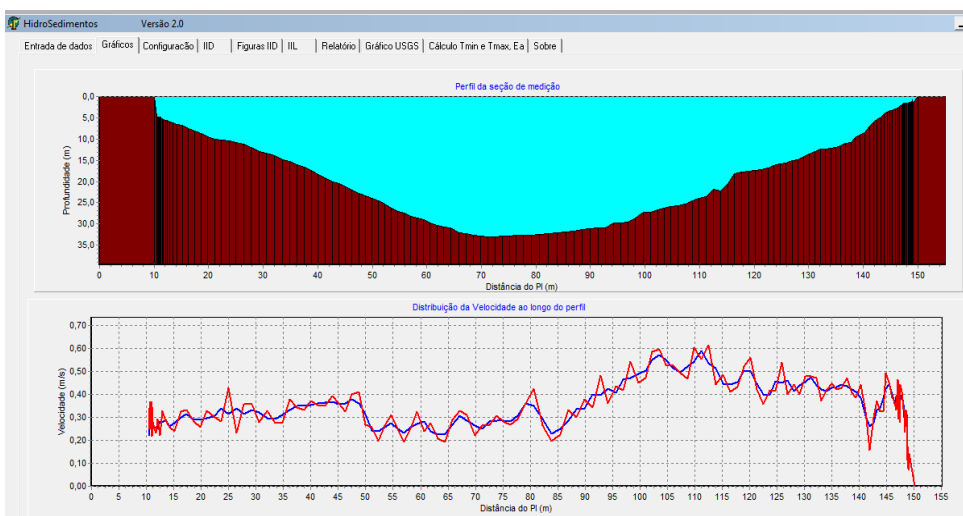


Figura 6. Resultado do perfil de seção e distribuição de velocidades obtidos da seção A-B.

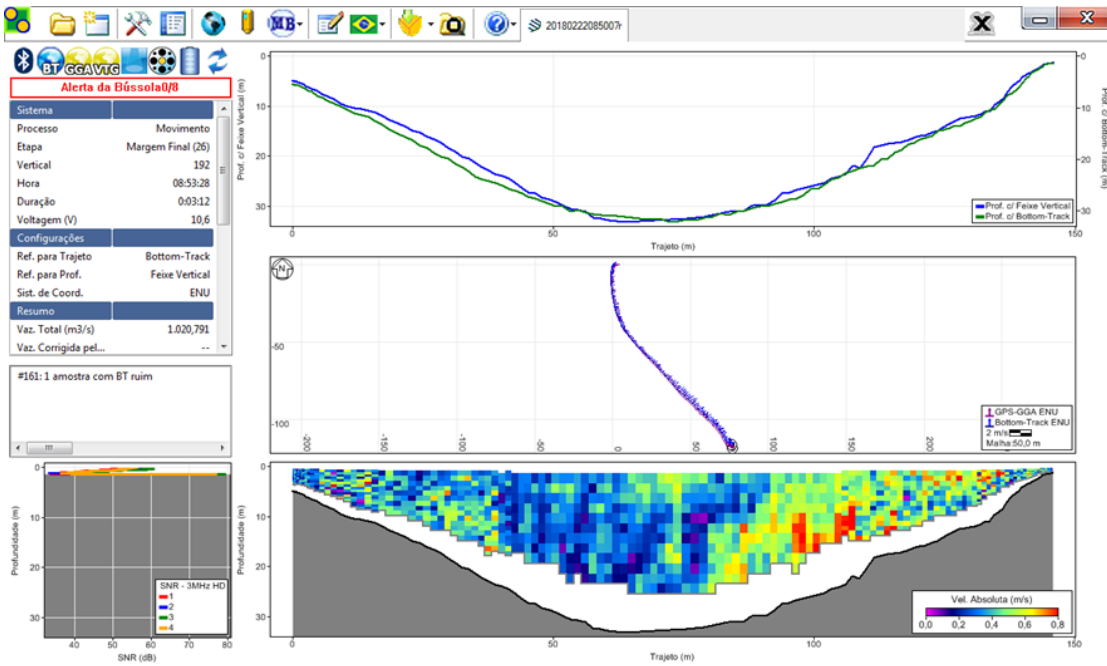


Figura 7. Resultado do perfil de velocidade obtido da seção A-B.

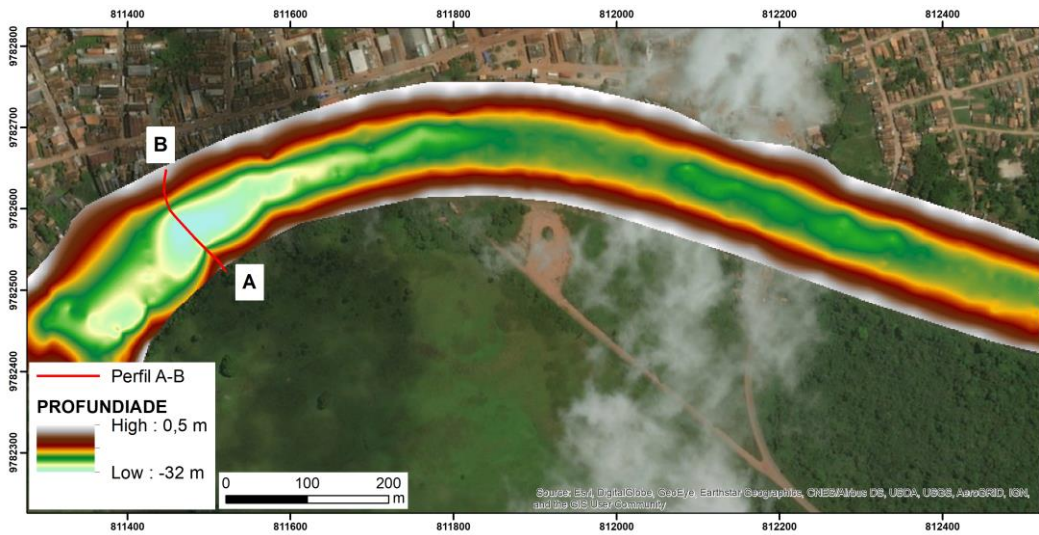


Figura 8. Valores de profundidade do rio Acará em frente à cidade.

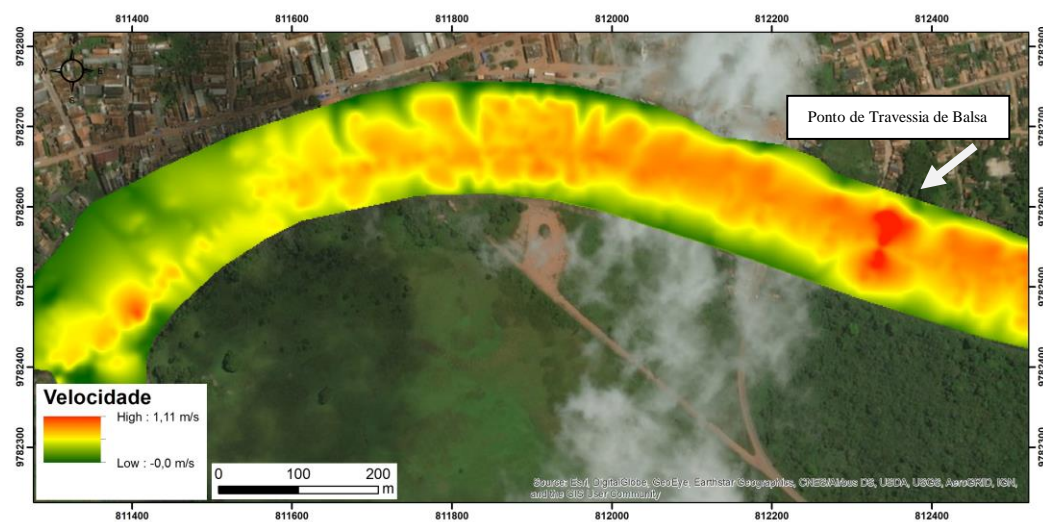


Figura 9. Valores de velocidade do fluxo.

5- CONCLUSÕES

Os resultados da medição de vazão e levantamento batimétrico, realizados as margens da cidade de Acará, validam a delimitação do setor de risco aos processos de erosão fluvial, e mostram que as informações resultantes do levantamento hidrológico, fornecem uma análise mais completa do processo erosivo.

A erosão fluvial na orla da cidade é um processo natural, tendo em vista que a cidade localiza-se na margem côncava do Rio Acará. Geralmente nesta margem a ação do fluxo de água é mais intensa, causando a erosão, entretanto, o crescimento da cidade, pode ter contribuído de forma significativa, pois transforma a paisagem à medida que influencia diretamente no desmatamento das margens, impermeabilização do solo e criação de moradias e equipamentos urbanos com a feira, praça, estacionamento (embarque e desembarque) de caminhões, às margens do rio, causando diariamente alta sobrecarga no solo. Outros fatores que favorecem o processo erosivo são; a pouca coesão do material, constituído principalmente por sedimentos arenoargilosos facilmente desagregáveis com a força do fluxo do rio; e a influência da maré.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Serviço Geológico do Brasil-SGB pelo fomento à pesquisa e a Prefeitura Municipal de Acará pelo suporte oferecido na execução dos trabalhos de campo.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. M. N. ; BANDEIRA, I. C. N. ; FONSECA, D. D. F. ; BEZERRA, P. E. S. ; ANDRADE, A. S. ; OLIVEIRA, R. S. . Flood risk mapping in the Amazon. In: Theodore Hromadka; Prasada Rao. (Org.). Flood Risk Management. 1ed.Rijeka: Intech, 2017, v. 1, p. 41-54.

BANDEIRA, I. C. N.; FONSECA, D. D. F.. O estado da arte do projeto de setorização das áreas de alto e muito alto risco geológico e hidrológico no estado do Pará. In: 15º Simpósio de Geologia da Amazônia, 2017, Belém. 15º Simpósio de Geologia da Amazônia. Um olhar diferenciado das Geociências para a sustentabilidade da Amazônia. Belém: Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo Norte, 2017.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. 2a ed. São Paulo, SP: Edgard Blucher, 1980..

DANTAS, M. E; TEIXEIRA, S. G. Origem das paisagens do Estado do Pará. In: Jorge João, Xafi da Silva; Teixeira, Sheila Gatinho; Farias Fonseca, Dianne Danielle. (org.). Geodiversidade do Estado do Pará. Belém: cprm. 2012.

FONSECA, D.; SZLAFSZTEIN, C. Risco Geológico. In: J. Xafi da Silva Jorge, S. Gatinho Teixeira, D. Farias Fonseca. (Orgs.). Geodiversidade do estado do Pará. 1ed. Belém: CPRM, 119-130.BELL, F.G. *Engineering Geology*, Elsevier, Oxford, 2007. 593p.

IBGE, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/acara/panorama> Acesso: 17/12/2017.

PIMENTEL, J.; et al (2012). Atuação do Serviço Geológico do Brasil no mapeamento de risco geológicos para a redução de impactos decorrentes de eventos extremos. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 46., 2012, Santos, SP. Anais...Santos: SBG, 2012. 1 CD.

VASQUEZ, M.L., ROSA-COSTA, L.T. 2008, Geologia e Recursos Minerais do Estado do Pará, Sistema de Informações Geográficas - SIG. Serviço Geológico do Brasil, 328p