

**PROCESSOS GEODINÂMICOS NO RIO NEGRO: PRAIA DE
PARICATUBA – IRANDUBA, AMAZONAS**

**GEODYNAMIC PROCESSES IN THE RIO NEGRO: PARICATUBA BEACH
- IRANDUBA, AMAZONAS**

**PROCESOS GEODINÂMICOS EN EL RÍO NEGRO: PLAYA DE
PARICATUBA - IRANDUBA, AMAZONAS**

Jonhatan Eduardo Ramos

Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Filosofia, Ciências Humanas e
Sociais, Manaus, Brasil

jeduardor@live.com

0000-0002-2730-2805

Deivison Carvalho Molinari

Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Filosofia, Ciências Humanas e
Sociais, Manaus, Brasil

molinari_geo@yahoo.com.br

0000-0001-6359-1563

RESUMO

Este trabalho identificou e descreveu quatro falésias afetadas por movimento de massa e erosão resultantes de processos geodinâmicos e antrópicos. As feições estão localizadas a margem direita do rio Negro, entre as praias do Paricatuba e do Inglês, que se situam a margem direita do rio Negro na vila de Paricatuba, distrito do município de Iranduba no Estado do Amazonas. Para tal, realizou-se revisão teórica objetivando compreender os processos e fatores que exercem o controle sobre as feições erosivas e foram realizados dois trabalhos de campo onde foram preenchidas fichas com as características geoambientais das áreas afetadas, como: tipo de processo, feições de reafeiçoamento, coordenadas geográficas, situação da rede de drenagem e ações humanas (uso e ocupação do solo, remoção da cobertura vegetal). Os resultados permitiram atestar que uma porção significativa das incisões erosivas na margem direita do rio Negro estão condicionadas predominantemente as intervenções humanas realizadas. Ademais, o processo se agrava no período chuvoso, principalmente onde houve a remoção da vegetação ciliar e da mata de igapó. Ademais, as falésias contêm indicadores de movimento de massa recente, do tipo rotacional e rastejo. Apesar da área não constar como risco geológico no último levantamento realizado pelo CPRM e defesa civil no município de Iranduba, este trabalho sugere medidas preventivas e corretivas que podem ser adotadas pelos órgãos públicos e pela sociedade civil.

Palavras-chave: Geodinâmica; Erosão; Geomorfologia Fluvial.

ABSTRACT

This work identified and described four cliffs affected by mass movement and erosion resulting from geodynamic and anthropic processes, located on the right bank of the Negro River, between the beaches of Paricatuba and Inglês, located on the right bank of the Negro River in the village of Paricatuba, district of the municipality of Iranduba in the State of Amazonas. For this purpose, a theoretical review was conducted with the objective of learning about the processes and factors that exert control over erosive features and two field works were carried out in which data sheets were filled out to collect data on the characteristics of the affected areas, such as: type of process, geographic coordinates, situation of the drainage network and human actions (land use and occupation, removal of vegetation cover). The results showed that an important part of the erosive incisions on the right bank of the Negro River are predominantly conditioned by human interventions. Moreover, the process is aggravated in the rainy season, especially where the removal of riparian vegetation and igapó vegetation occurred. In addition, the cliffs contain indicators of recent massive movements, of the rotational and creeping type. Although the area does not appear as a geological risk in the last study conducted by the CPRM and the civil defense of the municipality of Iranduba, this work suggests preventive and corrective measures that can be adopted by public agencies and civil society.

Keywords: Geodynamics; Erosion; Fluvial geomorphology.

RESUMEN

Este trabajo identificó y describió cuatro acantilados afectados por el movimiento de masa y la erosión resultante de procesos geodinámicos y antrópicos, ubicados en la margen derecha del río Negro, entre las playas de Paricatuba e Inglês, ubicadas en la margen derecha del río Negro en la aldea de Paricatuba, distrito del municipio de Iranduba en el Estado de Amazonas. Para ello, se realizó una revisión teórica con el objetivo de conocer los procesos y factores que ejercen el control sobre los rasgos erosivos y se llevaron a cabo dos trabajos de campo en los que se rellenaron fichas para recoger datos sobre las características de las zonas afectadas, tales como: tipo de proceso, coordenadas geográficas, situación de la red de drenaje y acciones humanas (uso y ocupación del suelo, eliminación de la cubierta vegetal). Los resultados mostraron que una parte importante de las incisiones erosivas en la margen derecha del río Negro están condicionadas predominantemente por las intervenciones humanas. Además, el proceso se agrava en la época de lluvias, especialmente donde se produjo la eliminación de la vegetación ribereña y de la vegetación de igapó. Además, los acantilados contienen indicadores de movimientos masivos recientes, de tipo rotativo y rastrero. Aunque la zona no figura como riesgo geológico en el último estudio realizado por el CPRM y la defensa civil del municipio de Iranduba, este trabajo sugiere medidas preventivas y correctivas que pueden ser adoptadas por los organismos públicos y por la sociedad civil.

Palabras clave: Geodinámica; Erosión; Geomorfología fluvial.

Introdução

A bacia do rio Amazonas possui uma área de drenagem de $6,1 \times 10^6$ km² (FILIZOLA *et. al*, 2002), configura-se como a maior bacia hidrográfica do mundo, e se estende por sete

países do continente Sul Americano: Brasil (63%), Peru (17%), Bolívia (11%), Colômbia (5,8%). Equador (2,2%) e Guiana (0.3%) (GUYOT, *et al.*, 1993).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente – MMA (2002), o Brasil detém a maior porção da Bacia Amazônica que escoar 1/5 do volume de água doce do mundo e transfere, anualmente, ao oceano aproximadamente $6,6.10^{12}m^3$. ano⁻¹ (FILIZOLA e GUYOT, 2011). Por conseguinte, grandes são os desafios e impasses para a gestão de uma área extensa e com acesso predominantemente fluvial.

A bacia do Rio Negro está localizada entre as latitudes 3°14'S e 5°8'N e longitudes 72°57'W e 58°16'W, possui uma área de 712.000 km², se estende por parte do Brasil, Colômbia, Guiana e Venezuela, com mais de 80% de sua área no território brasileiro. A parte superior atravessa planícies da Colômbia e o escudo das Guianas, recebe o nome de Rio Negro a partir da confluência entre os rios Guainía e Casiquiare, e, no Brasil, esta bacia espalha-se sobre os estados do Amazonas e Roraima (MARINHO, 2019).

O Rio Negro está entre os quatro maiores rios do mundo, apresenta uma rede complexa de planícies de inundação e padrão de drenagem multicanal (*anabranching*), sendo o maior e mais importante ecossistema aquático de água preta da bacia Amazônica (FILIZOLA, *et. al.*, 2002; MARINHO, 2019). Em termos específicos, representa 14% do total da bacia Amazônica e, referente a descarga líquida, corresponde a 15% da vazão total do rio Amazonas (MARINHO, 2019).

Devido às características geológicas, hidrológicas e geomorfológicas dos rios de água preta, a erosão por água corrente pouco altera as suas margens (CARVALHO, 2006). Os sedimentos que um rio transporta, o contexto geológico e as condições climáticas são agentes que influenciam na incidência de processos geodinâmicos nas margens. Por exemplo, o fato de o rio Negro estar encaixado em falhas geológicas e rochas do período cretáceo-neógeno (SOARES, 2007), faz com que este possua uma maior estabilidade nas margens em relação aos rios de água branca. Isto possivelmente reflete em uma menor quantidade de estudos referentes a morfodinâmica (ALVES (2013); LATRUBESSE (2005); SOUSA (2020); QUEIROZ (2022);, dos rios de água preta, quando comparado aos rios de água branca, tais como o Solimões e Amazonas e outros afluentes como o rio Madeira e rio Purus (CARVALHO (2006), TEIXEIRA (2009); MAGALHÃES E ALBUQUERQUE (2010), MAGALHÃES *et al.* (2011), CARVALHO E CUNHA (2011), FROTA FILHO E VIEIRA

(2012) MATOS E CURSINO (2012), PACHECO (2012), LOPES E RODRIGUES (2014), PASSOS E SOARES (2015), MARQUES (2017)).

De acordo com Khan e Fryirs (2020), as formas e processos fluviais contemporâneos podem ser intensamente influenciados pelo legado dos distúrbios antrópicos aos sistemas fluviais. As dificuldades concernentes aos processos geodinâmicos fluviais (erosão de margem de rio e movimento de massa) estão relacionadas a complexidade das interações de fatores condicionantes dos processos, além da relevância das ações antrópicas como aceleradoras dos processos erosivos (MAGALHÃES *et al.*, 2011).

Diante do exposto, o referido artigo teve por objetivo central identificar e caracterizar a ocorrência de processos geodinâmicos (erosão e movimento de massa) na margem direita do rio Negro entre a praia de Paricatuba e a praia do inglês, assim como, as características geoambientais dos trechos visualmente estáveis.

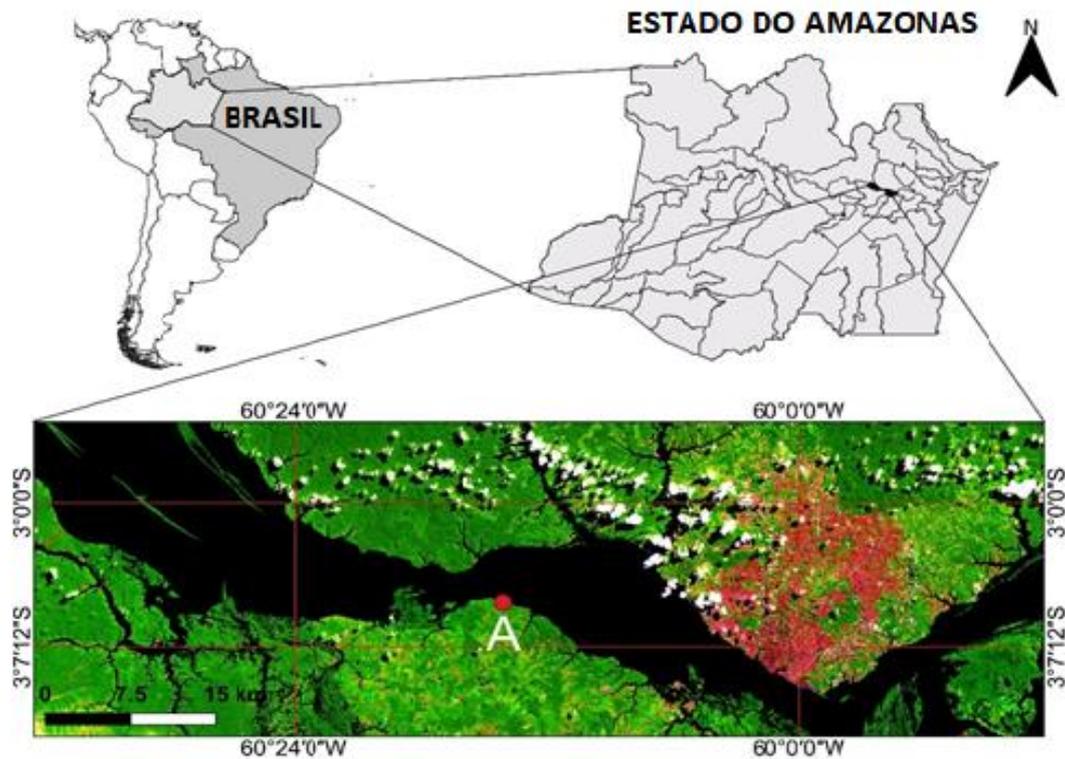
METODOLOGIA

Área de Estudo

As feições analisadas encontram-se na vila de Paricatuba, localizada no município de Iranduba, no Estado do Amazonas. Em termos específicos, a área encontra-se a montante da cidade de Manaus e a Jusante do Parque Nacional de Anavilhanas, na margem direita do rio Negro. O acesso é realizado via fluvial partindo do porto de Manaus ou pela rodovia Estadual AM-070 (figura 1).

Em conformidade com o Serviço Geológico do Brasil - CPRM, (2007), no baixo rio Negro encontram-se rochas do tipo quartzo arenitos róseos, arenitos arcoseanos pouco consolidados, arenitos caulínicos e caulim. A formação Alter do Chão, principal unidade geológica desta área, atinge espessuras de até 1.200 metros. Ressalta-se que as diferentes situações morfológicas e geológicas reveladas pela formação Alter do chão, constituem forte registro de lateritização e de movimentação de blocos (neotectônica) (CPRM, 2007).

Figura 1. Localização da área de Estudo. (A) = Vila de Paricatuba.

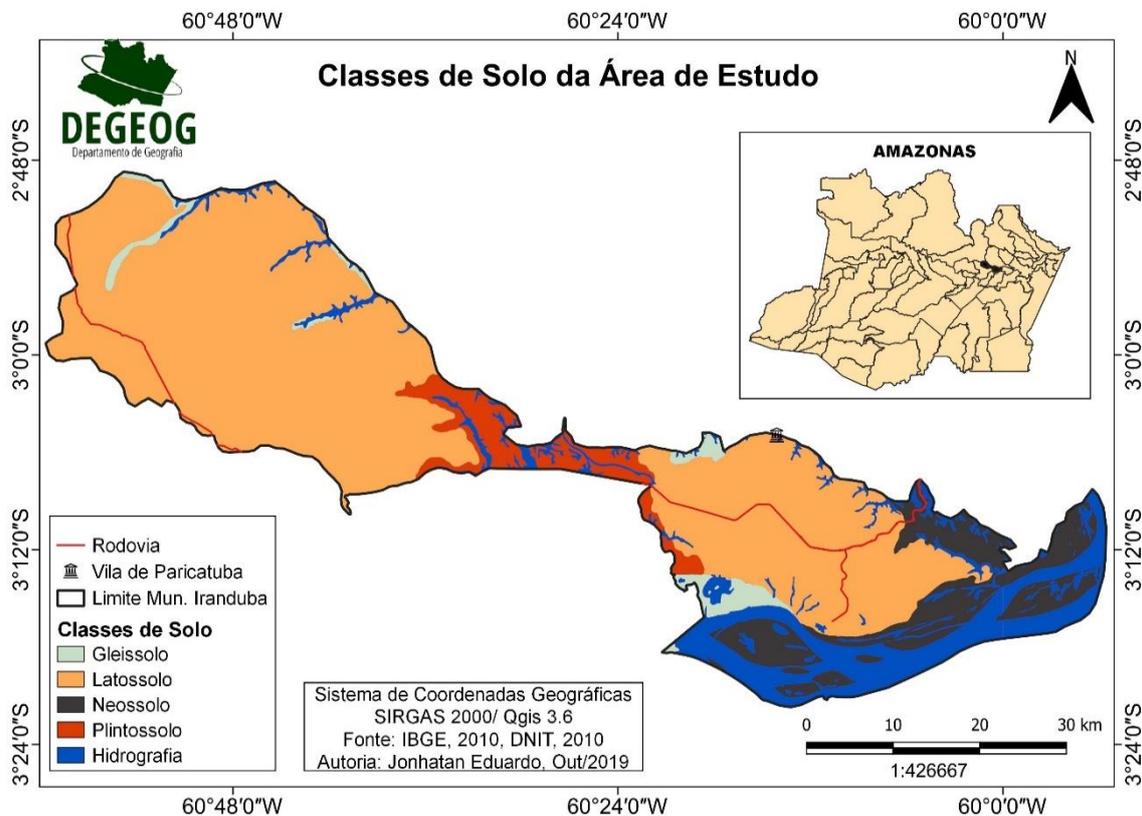


Fonte: USGS, 2019.

Quanto aos tipos de solo das feições analisadas, predomina a classe Latossolo (IBGE, 2010), (figura 02) também classificado pela Embrapa (2016) como latossolo amarelo distrófico. No entanto, existem pequenas porções de gleissolo próximo aos cursos d'água tanto do rio Negro quanto do rio Solimões, o neossolo formando novas ilhas fluviais no rio Solimões e o Plintossolo, encontrado na parte central do município. Tais características permitem que o município se configure como um grande polo oleiro no Estado do Amazonas.

A vegetação caracteriza-se pelos seguintes domínios: floresta ombrófila densa, e floresta ombrófila aberta. Na densa, podemos destacar as subcategorias: aluvial e aluvial com palmeiras. No que diz respeito à floresta densa, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010) destaca: densa aluvial com dossel emergente, aluvial com dossel uniforme, das terras baixas, das terras baixas com dossel emergente.

Figura 2: Tipos de solo da área de estudo.



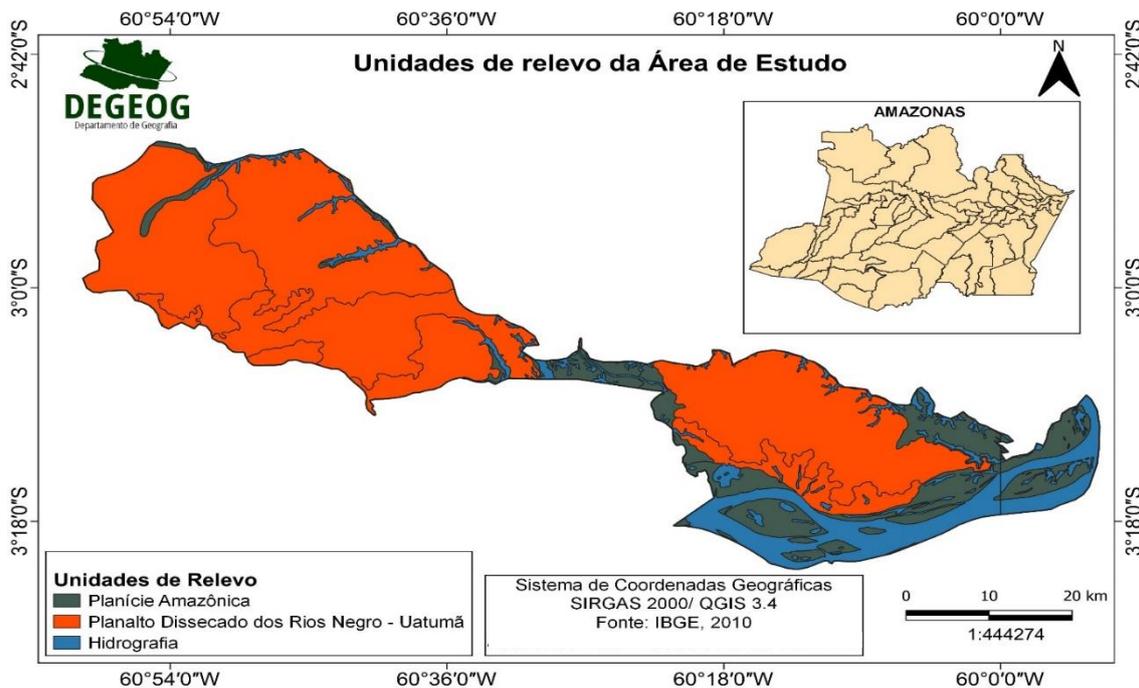
Fonte: autores, 2022.

O clima da área deste estudo consoante o IBGE é Equatorial, quente e úmido, com temperaturas médias de 23° C. Na classificação de Köppen é classificado com Af (PELL *et al.*, 2007). Ressalta-se que a área está sempre exposta a altos índices pluviométricos durante o ciclo hidrológico anual, acarretando maior possibilidade de incidência de processos geodinâmicos.

A principal unidade geomorfológica da área deste estudo é o planalto dissecado dos rios Negro – Uatumã (IBGE, 2010), figura 03. Para Roza (2004) o Planalto dissecado dos Rios Negro/Uatumã apresenta três compartimentações geomorfológicas: o primeiro possui uma altimetria maior em relação aos outros, alcançando entre 20 e 100 metros, os interflúvios apresentam de 1,5 a 2,0 km de largura e um relevo com certo grau de dissecação; o segundo possui uma área plana de altimetria entre 10 e 50 metros com grau

de dissecação baixo, apresenta colúvios de crosta laterítica; e o terceiro possui altimetria baixa de no máximo 25 metros e áreas mais aplainadas que o segundo (QUEIROZ e ALVES, 2020).

Figura 3: Unidades geomorfológicas da área de estudo



Fonte: IBGE, 2010.

Para a identificação dos fatores que exercem controle direto sobre os processos erosivos e as cicatrizes de movimentos de massa, foram realizadas duas visitas técnicas para a descrição dos elementos visuais, nos meses de maio e junho de 2019, nas praias do Paricatuba e do Inglês, onde foram coletados dados primários e fotográficos referentes à incidência de processos geodinâmicos na margem direita do rio Negro. No mapeamento das feições, foi utilizado o GPS Garmin, modelo “Map 64”, onde foi gerado um mapa com a localização (figura 04) das quatro feições analisadas (quadro 01) no software Google Earth versão 7.3.

Buscou-se identificar as feições quanto ao tipo de processo através de uma ficha de cadastro da feição, onde foi levantado o tipo de ocorrência (erosão ou movimento de massa), posicionamento geográfico, uso e ocupação do solo, descrição geral da feição,

mecanismos de retrabalhamento atuantes (sulcos, ravinas, voçorocas, alcovas intemperismo, lixiviação), condicionantes morfogenéticos e hipóteses evolutivas.

Quadro 01 – Localização das feições Mapeadas

Feição	Latitude	Longitude
01	3° 4'52.50"S	60°13'58.40"O
02	3° 4'52.14"S	60°13'59.52"O
03	3° 4'52.34"S	60°14'2.36"O
04	3° 4'54.04"S	60°14'6.13"O

Fonte: Autores, 2019.

Figura 04 - Iranduba (AM): Localização das feições, 2020.



Fonte: Google Earth, 2020. Org. Autores.

Referencial teórico

A margem direita do rio Negro, na localidade da praia do Paricatuba e do Inglês, apresenta pontos de instabilidade geomorfológica marcado pela presença de feições erosivas e cicatrizes de movimentos de massa. Em termos gerais, Igreja (1998) assinala que o relevo e a hidrografia da Amazônia são diretamente modelados conforme o contexto estrutural e neotectônico da região. Quanto aos aspectos neotectônicos, Igreja (2012) relata que existe uma faixa neotectônica transcorrente que controla a parte central da planície Amazônica e seus registros estão em dobras, falhas, fraturas e juntas. Esta instabilidade configura o direcionamento dos fluxos dos rios, nos processos erosivos e deposicionais.

A jusante da área deste estudo, as margens do rio Negro têm aparência de falésias fluviais, com desníveis de até 45 metros, tornando tais margens suscetíveis a processos geodinâmicos. Estas feições são comuns no baixo curso do rio Negro, abordada pioneiramente no universo da ciência pelo Geógrafo Gourou no ano de 1948.

O rio Negro, ao entalhar nos frágeis sedimentos da Formação Solimões, causa erosão lateral por solapamento. Essa situação foi registrada por Carvalho (2006) na margem direita do rio Negro, a montante de Barcelos. Naquele trecho o rio Negro apresenta clara manifestação do solapamento em sua margem, onde a mesma se apresenta na forma de falésia, semelhante ao trabalho realizado pelo rio Solimões na sua margem direita, logo a jusante da cidade de Coari.

Souza (2020) concluiu que as falésias localizadas na margem direita do rio Negro, em frente à cidade de Manaus, encontram-se suscetíveis a diversos tipos de erosão relacionadas ao solapamento da base devido aos banzeiros, pluviometria, e, principalmente, ao material de sua composição.

A partir dos estudos supramencionados, denota-se a morfodinâmica do rio Negro em diferentes trechos, seja referente à geodinâmica ambiental ou as pressões causadas pela sociedade. A seguir, explanaremos sobre o caso das praias do Paricatuba e praia do Inglês, ressaltando a influência dos aspectos humanos na aceleração dos processos geodinâmicos, responsáveis pelas alterações na paisagem destes dois pontos de interesses turísticos no município de Iranduba.

Análise geomorfológica e caracterização geoambiental das Feições na margem direita do rio Negro

Cicatriz de movimento de massa por rastejo

As características geoambientais indicam a ocorrência de movimento de massa do tipo rastejo. Conforme Bigarella (2003), estes movimentos são muito lentos, e atuam devido à influência da gravidade, independentemente de sua gênese, de forma quase imperceptível ou muito lento nas vertentes. O reflexo do rastejamento é observado na curvatura das árvores, postes inclinados e pequenos terraços ao longo da encosta (PENTEADO, 1974), consoante se observa nesta feição, onde a vegetação apresenta disposição oriundas deste tipo de movimento de massa (figura 05).

Figura 5 – Iranduba (AM): Feição 01 e o processo de Rastejamento. A fotografia foi nivelada no ângulo horizontal (inclinação em 0°) observar a disposição da vegetação inclinada em diferentes graus conforme se aproxima da margem do rio (à direita do leitor).



Org: Autores, 2020.

A geodinâmica nesta feição está presente através do movimento de massa e as pressões humanas no desmatamento da vegetação na encosta visando a tentativa de uso e ocupação das encostas. A composição do solo nas falésias do baixo curso do rio Negro não foi elencada como um fator determinante aos processos erosivos, pois se trata de um solo coeso e drenável (SOUSA, 2020).

No sopé do movimento de massa, a atuação do intemperismo físico-biológico, por meio do sistema radicular, adentrando as rochas sedimentares areníticas da formação Alter do Chão. No primeiro momento, formam-se pequenas fissuras nas rochas (figura 06), que conforme pressionadas pelas raízes se transformam em rachaduras, ocasionando a descontinuidade física do material rochoso, consoante se visualiza na figura 06.

Sousa (2020) aponta que a pressão hidrostáticas é um dos fatores causadores da erosão nas falésias fluviais, porém, na área em questão, as ações humanas como remoção de vegetação e direcionamento de águas pluviais alia-se a dinâmica ambiental na morfodinâmica das falésias localizadas na praia do paricatuba. Nesta área o solapamento basal não se mostrou atuante pois existe um forte enrocamento natural na base desta falésia.

Figura 06 – Iranduba (AM): Intemperismo físico-biológico desencadeando a erosão das rochas sedimentares da Formação Alter do Chão. Representação digital fictícia do processo (imagem da esquerda). Margem direita do rio Negro em na feição(direita) em 2019.



Fonte: Autores, 2020.

Os moradores que residem nas proximidades das feições, ao serem questionados a sua origem e ocorrência, demonstraram não ter conhecimento sobre a origem, no entanto, a maioria dos entrevistados (60%) afirmaram ser no período chuvoso que é comum “cair o barranco” ou, na fala de outro morador que passava no local no momento da visita, foi dito que é na época chuvosa que “os barrancos caem e ficam assim”, (RAMOS, 2019).

Corroborando com o que foi alegado pelos moradores, destacamos a influência do clima na área deste estudo. A precipitação possui um forte papel na aceleração dos processos geodinâmicos das feições analisadas, mas não é um fator isolado. O clima equatorial úmido, possui médias anuais acima de 22 °C, precipitação abundante em torno

de 2.500 mm, intensa radiação e umidade do ar elevada, (NIMER, 1979). A alta incidência de chuvas associada a margem despida de vegetação torna o processo mais notório no período chuvoso (dezembro a maio). De acordo com a ANA - Agência Nacional de Águas (2019) a precipitação anual ultrapassou os 5.000 mm no município de 2010 a 2019, um fator importante para a maior erosividade local, associado aos demais fatores identificados.

Nas paisagens adjacentes da feição 01, também existem cicatrizes deixadas pelos movimentos de massa do tipo rastejamento, a evidência se dá aos horizontes do solo que deslizam com parte da vegetação. Além disso, uma parcela do horizonte orgânico (O), conseguiu se fixar na vegetação gramínea (*Aristida Stricta*) formando uma cobertura que se assemelha a um tapete (figura 07).

Figura 7: Iranduba – AM, Material oriundo da movimentação de massa depositado encosta abaixo (solo, vegetação). Nota-se que a parte do horizonte orgânico ainda está fixado no sistema radicular da vegetação gramínea (*aristida stricta e/ou aristida amazonensis*).



Fonte: Autores, 2020.

Notou-se que grande parte da vegetação foi removida, seja pela geodinâmica ou por ação humana, restando algumas espécies arbustivas e gramíneas no talude. O topo da encosta em sua maior parte não possui vegetação, pois funciona como estacionamento

para os banhistas que utilizam a praia de Paricatuba no período em que as águas do rio Negro começam a baixar de nível.

Trata-se de uma área de solo exposto e compactado, dificultando a etapa de infiltração do ciclo hidrológico. Referente a drenagem deste trecho, a água possui origem pluvial e de efluentes residenciais, o fluxo se inicia se forma laminar e conforme o declive se acentua em direção a margem do rio Negro passam a ocasionar sulcos e marmitas (figura 08), que indicam a ocorrência de erosão por quedas d'água (*plunging pool erosion*) ou por fluxo turbilhonar (OLIVEIRA, 1999).

O destino das águas é a encosta, onde foram identificadas as feições de retrabalhamento onde já houve movimentos de massa, que serão detalhadas nos tópicos adiante.

Figura 8 – Iranduba (AM): Panorama da primeira feição: setas (marmitas), tracejado trecho recém-erodido.



Fonte: Autores, 2020.

Feições erosivas

A segunda feição apresenta convergência de efluentes residenciais, no sentido do platô para a encosta/vertente, acarretando a incidência de processos erosivos no local,

uma vez que o tubo de PVC do esgotamento sanitário concentra o escoamento das águas domésticas superficialmente, aumentando a energia potencial e cinética da água, provocando a erosão da superfície encosta abaixo.

Esta paisagem encontra-se fortemente marcada por elementos e ações humanas. Observou-se que existe uma relação direta entre a vegetação removida e os processos geodinâmicos associada a incorreta instalação de efluentes residenciais.

Pachêco (2013) ressalta a importância dessa vegetação na contenção da erosão nas margens, atuando como uma barreira na diminuição da velocidade da água.

Nesta feição foi identificado a ausência da vegetação ciliar nas encostas e ausência da vegetação de igapó no trecho de incidência de processo geodinâmicos. A água turva “toldada” é resultante da ação do solapamento do rio Negro na base da margem, contendo sedimentos em solução e suspensão, alterando as características ópticas do rio Negro. A ação das pequenas ondas, conhecidas regionalmente como banzeiros, vem sido intensificada segundo o fluxo de embarcações de pequeno, grande e médio porte.

Na média vertente havia uma construção em alvenaria que sofreu o rompimento devido ao movimento do solo, tudo indica que é consequente do movimento de massa do tipo rastejo que se encontra em atividade. No topo, a fundação de um banheiro também está se fragmentando devido a este movimento, concernente se observa na figura 09 (imagem da esquerda).

Figura 09 – Solapamento da base levando os sedimentos argilosos (imagem da esquerda), ação antrópica: piso em alvenaria sofreu os efeitos do movimento de massa do tipo rastejamento.



Fonte: Autores, 2020.

Feição de movimento de massa do tipo rotacional

Nesta feição a remoção da vegetação de igapó e vegetação ciliar, assim como, vestígios de movimento de massa do tipo rotacional. Para Christofolletti (1980) o movimento de massa é o transporte de volumes de solo, rochas e detritos (ou o conjunto desses), pela ação gravitacional. A principal característica do escorregamento rotacional é a presença de uma superfície de ruptura curva, côncava para cima, ao longo da qual se dá um movimento rotacional de massa de solo (GUERRA, 2005).

Encontramos nesta área resquícios da tentativa de ocupação na vertente, algumas telhas dispostas na encosta e também, no fundo do vale. que lançada encosta abaixo durante o período de chuvas intensas na vertente despida de vegetação. A cicatriz no solo sendo reafeiçoada por sulcos erosivos, ravinas (figura 08 – lado esquerdo) e pelo solapamento basal onde pode-se perceber a coloração da água do rio Negro (figura 08 - direita) através da presença de sedimentos oriundos da encosta, retrabalhada como uma alcova de regressão.

A paisagem desta margem, em contraste com as demais, apresentava bastante resíduos sólidos, (figura 10 – lado direito), em especial o plástico, resíduos cerâmicos e

de construção civil, grades de aço que se acumulam no sopé da margem com o material removido via movimento de massa rotacional e retrabalhado pelo solapamento basal.

Figura 10: Feição 03 – Resíduos ocupando o fundo do vale e a vertente desta feição.



Fonte: Autores, 2019.

Feição erosiva, sulcos e ravinas

A feição está localizada em uma residência que permite acesso ao balneário do inglês (Figura 11) ao aproximar da margem é possível visualizar fragmentos da construção de um banheiro na média vertente, que não pode ser registrado pelo difícil acesso. Diferente das feições anteriores, a mata de igapó foi preservada, assim como, restava uma incipiente vegetação ciliar na baixa vertente, que reduz a energia do rio Negro na incidência do solapamento basal.

Além disso, a encosta possui o formato côncavo neste trecho, proporcionando uma convergência natural das águas pluviais, influenciando no reafeiçoamento do material movimentado, visualizado nos sulcos erosivos e ravinas, assim como, parte da feição está apresenta um singelo processo de revegetação natural

O topo da encosta era vegetado com espécies ornamentais e vegetação gramínea (*Aristida stricta*), podada recentemente pelos proprietários (Figura 09). A feição 04 possui um escalonamento natural que se apresenta em degraus ao longo da encosta, que

segundo o CPRM op. cit. pode ser relacionado ao processo de rastejamento. Porém, na massa movimentada se formaram novos degraus, que, do mesmo modo, estão sendo reafeiçoados, e, apresentam ravinas e sulcos erosivos.

Figura 11 – Iranduba (AM): Vista Para o rio Negro, sulco e ravina na imagem da direita.



Fonte: Autores, 2020.

Apesar da mata de igapó proporcionar a redução da força dos banzeiros que solapam a feição, a remoção total da vegetação ciliar deixou a feição exposta por aproximadamente 3 anos, o que gerou as incisões observadas na imagem anterior.

Paisagens estabilizadas geodinamicamente

Nas proximidades da última feição, há uma residência construída nos moldes Amazônicos, adaptada à sazonalidade do rio Negro, conhecidas regionalmente como palafitas. O proprietário não utiliza a área com fins turísticos. Nesta localidade, a intervenção humana é quase imperceptível, a não ser pela moradia do ribeirinho na margem. Esta apresentava um grau mínimo de intervenção humana, o que refletia na estabilidade das margens e da própria morfologia da encosta.

Predominam nesta área os processos geodinâmicos, no sopé da margem, havia um trecho de aproximadamente 10 cm x 40 cm x 5 cm, onde os argilitos encontravam-se erodidos naturalmente pelo tênue solapamento do rio Negro neste trecho. A iluminação natural deste ambiente é controlada pela conservação das características geoambientais, pois tanto a vegetação de igapó quanto a mata ciliar impedem que incida a luz solar de maior intensidade, gerando um microclima agradável nesta feição em relação à sensação térmica, fazendo com que esta área seja uma das mais procuradas pelos banhistas, figura 12.

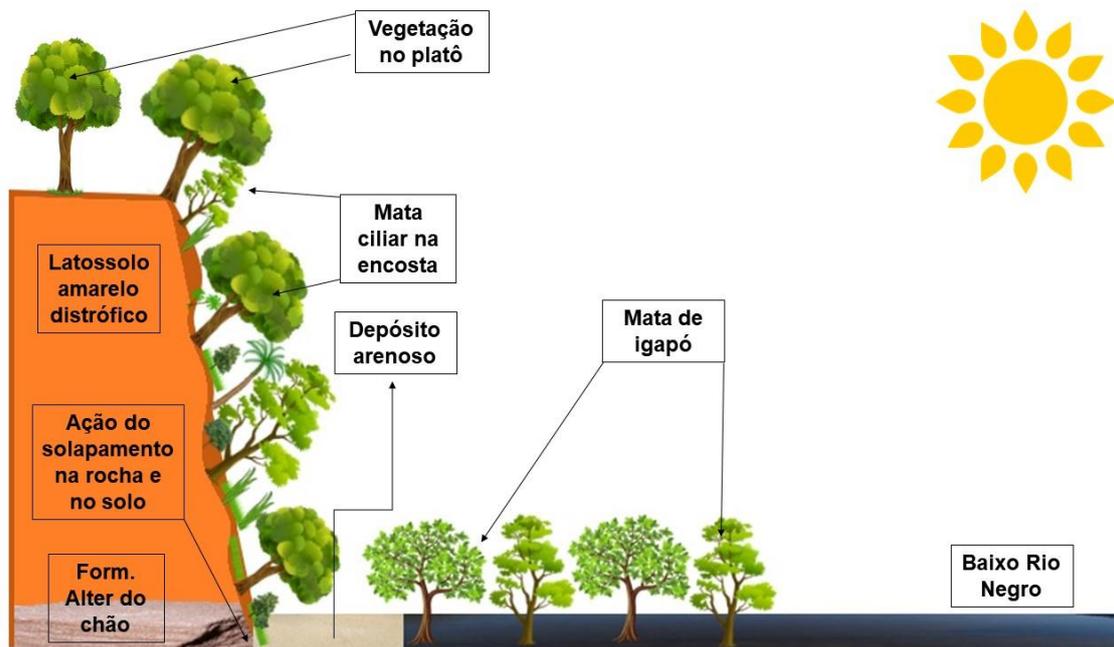
Figura 12: Exemplos da geodinâmica em área de baixa alteração humana.



Fonte: Autores. 2019.

Desta feita, gerou-se uma representação digital retratando as características geoambientais da falésia menor nível de intervenção antrópica, onde predominavam os processos de erosão fluvial (solapamento das margens) e sedimentação fluvial da planície do rio Negro (figura 13).

Figura 13: Representação das áreas ambientalmente estáveis na margem direita do rio Negro.



Fonte: Autores, 2020.

Considerações Finais

Os resultados apontam que três das quatro feições identificadas nas falésias do rio Negro apresentam relação direta com as seguintes atividades humanas: tentativa de uso e ocupação das encostas, direcionamento de efluentes residenciais, remoção da vegetação ciliar e da mata de igapó, tornando a margem do rio Negro neste trecho, suscetível a erosão (pluvial) acelerada e movimento de massa.

A configuração da paisagem ao logo das praias do Paricatuba e praia do Inglês são fortemente modeladas pelo movimento de massa do tipo rastejo e rotacional.

Quanto a origem das formas e a configuração das paisagens atuais são reflexo do processo de rastejamento e movimento de massa do tipo rotacional, ademais, o material movimentado está sendo reafeiçoado por sulcos e ravinas. Entretanto, é necessário que sejam feitos estudos que possam complementar este trabalho, como o levantamento das características morfométricas das feições visando o seu monitoramento e evolução. Os processos geodinâmicos atuantes na margem direita do rio Negro vão de simples a altamente complexos e o seu entendimento é crucial para o planejamento e gestão destas áreas.

Não foram encontrados exemplos concretos de mitigação da erosão nas margens do rio Negro, principalmente no que se refere a pressão hidrostática e ao movimento de massa que fazem parte da geodinâmica ambiental. Porém, com obras para a devida drenagem pode-se evitar a ocorrência de sulcos e ravinas, na área que serve de estacionamento para a praia do Paricatuba. No momento não existe drenagem das águas pluviais e dos efluentes residenciais na vila.

Nas feições que tiveram a vegetação removida, recomendamos que na recomposição da área, sejam utilizadas espécies vegetais condizentes com as existentes nas margens do rio Negro. Ressalta-se que a recuperação da vegetação ciliar já foi planejada pela AMAZONASTUR no ano de 2014, porém, até os dias atuais o projeto não foi posto em prática. Ações da AMAZONASTUR ou de outros agentes sociais podem auxiliar no sentido de alertar a população ribeirinha sobre os riscos do uso e ocupação das encostas.

As informações deste artigo referente aos processos geodinâmicos podem servir de base para a realização do planejamento e da gestão das áreas turísticas do município de Iranduba, assim como pode dar suporte a projetos para a praia do Paricatuba e praia do Inglês, lugar de importância socioeconômica e ambiental para o município do Iranduba, para o estado do Amazonas e para as pessoas que desfrutam do turismo nesta localidade.

Referências

ANA - Agência Nacional de Águas). **Hidroweb**. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <<https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>>. Acesso em 15/nov/2022.

ALVES, N. de S. **Mapeamento hidromorfodinâmico do Complexo Fluvial de Anavilhanas**: contribuição aos estudos de Geomorfologia Fluvial de rios Amazônicos. 2013. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013, 232f.

BIGARELLA, J. J.; PASSOS, E.; **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2003, 426p.

CARVALHO, J. A. L. de. **Terras caídas e consequências sociais: Costa do Miracauera – Paraná da Trindade, Município de Itacoatiara – AM, Brasil**. Dissertação (mestrado) em Sociedade e Cultura na Amazônia. Manaus: UFAM, 2006.

CARVALHO, J. A. L. CUNHA, S.B da. **Terras caídas e consequências sociais na costa do miracauera, município de Itacoatiara - Amazonas, Brasil**. IN: XIII Encuentro de Geógrafos de América Latina, Universidad Nacional de Costa Rica, Costa Rica, 2011. p. 1-16.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Editora Blucher, 1980, 188p.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **O intemperismo e a erosão**. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/O-Intemperismo-e-a-Erosao-1313.html>>. Acesso em: 10/10/2019.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Projeto materiais de construção na área Manacapuru – Iranduba – Manaus – Careiro (domínio baixo solimões)**. Manaus CPRM, 2007, 183p.

EMBRAPA. **Níveis Levantamentos de Solos do Brasil, 2016**. Disponível em: <<http://geoinfo.cnps.embrapa.br/maps/616>>. Acesso em 16/set./2019.

FILIZOLA, N.; GUYOT, J. L; MOLINIER, M. GUIMARÃES, V. de O; E. DE FREITAS, M. A., **Caracterização hidrológica da Bacia Amazônica**. Manaus, EDUA, 2002. p. 13-24.

FILIZOLA, N. e GUYOT, J. L. **Fluxo de sedimentos em suspensão nos rios da Amazônia**. Brazilian Journal of Geology, v. 41, 2011.

FROTA FILHO. A. B.; VIEIRA, A. F. G. **Notas geomorfológicas sobre a dinâmica fluvial (terras caídas) na costa do Arapapá, Manacapuru – Amazonas**. In: 9º Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2012, Rio de Janeiro RJ. 2012. p.1- 4.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e Conservação dos Solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

GUYOT, J.-L.; MOLINIER, M.; GUIMARÃES, V.; CUDO, K.J.; OLIVEIRA, E. **Caracterização hidrológica da Bacia Amazônica** In: Anais do X Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos e I Simpósio de Recursos Hídricos do Cone Sul Balanço Hídrico da Bacia do Rio Negro. CPRM, 1993, p. 535–544.

IBGE. **Portal de Mapas – Geomorfologia**, 2010. Disponível em: <<https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#541>>. Acesso em 11/fev./2019.

IBGE. **Portal de Mapas – Pedologia**, 2010. Disponível em: <<https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#541>>. Acesso em 11/fev./2019.

IGREJA, H. **Aspectos do Modelo Neotectônico da Placa Sul-Americana na Província Estrutural Amazônica, Brasil**. Tese (Acesso à classe de professor titular) – Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Manaus, 1988.

IGREJA, H. L. **A neotectônica e as mudanças hidrogeológicas do sistema fluvial Solimões-Amazonas: “encontro das águas de Manaus - AM” – amazonas, brasil**. Revista Geonorte, v. 3, n. 5, 2012, p. 20 – 33.

LATRUBESSE, E. FRANZINELLI, E. **The late Quaternary evolution of the Negro River, Amazon, Brazil: Implications for island and floodplain formation in large anabranching tropical systems**. Geomorfologia, v.70, 2005, p.372-397.

LOPES, I.R. RODRIGUES, F.G.S. **Análise das terras caídas nas margens do rio Solimões em Tabatinga, Am**. Revista Geonorte, V.10, N.1, 2014, p.55-59.

MATOS, J. de A. CURSINO, A. M. da S. **Caracterização geomorfológica das “terras-caídas” em área de várzea na comunidade Miracauera, Careiro da Várzea-AM**. Revista Geonorte, V.1, N.4, 2012, p.515– 525.

PELL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T.A.. **Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification**, Hydrology and Earth System Sciences. Hydrology, v.11, nº 05. 2007, p. 1633-1644.

MAGALHÃES, R.C. OLIVEIRA, E.G. ALBUQUERQUE, A.R.C. AQUINO, R.N. **Análise geográfica sobre erosão de margens e movimentos de massa na comunidade do divino e. Santo – AM**. Revista Geográfica de América Central, v2, n.47E, 2011, p .1-17.

MARQUES, R.O. **Erosão nas margens do Rio Amazonas: o fenômeno das terras caídas e as implicações para a cidade de Parintins-AM**. Dissertação (mestrado em Geografia), ICHL, UFAM, Manaus, 2017. f. 175.

MAGALHÃES, R.C. ALBUQUERQUE, A.R.C. **Análise do risco nas terras caídas: consequências socioambientais na comunidade do divino espírito santo município de Iranduba (am) – Brasil.** IN: ANAIS XVI ENCONTRO NACIONAL DOS GEÓGRAFOS. Porto Alegre, 2010. Anais XVI Encontro Nacional dos Geógrafos, Porto Alegre - RS, 2010. p. 11-31.

MARINHO, R. R. **Integração de dados de campo e sensoriamento remoto no estudo do fluxo de água e matéria no arquipélago de Anavilhanas, Rio Negro - Amazonas, Brasil.** Tese de doutorado, programa de pós-graduação em clima e ambiente, INPA e UEA 2020, Manaus, 2019, 160 f.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Projeto geo cidades: relatório ambiental urbano integrado.** Ecoteca digital: Manaus. Rio de Janeiro: Consórcio Parceria 21, 2002. 188 p.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil I.** IBGE, Rio de Janeiro, 1979, 421p.

OLIVEIRA, M. A. T. de. **Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçorocas.** In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (Org). Erosão e Conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p 57-99.

PASSOS, M. S. SOARES, E.A.A. **Análise multitemporal da dinâmica fluvial do Rio Solimões no trecho entre Manaus e Codajás (Amazônia Ocidental) por meio de imagens Landsat-5/TM.** In: Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, 2014. p. 4010-4016.

PACHECO, J. B. **Uso e ocupação da terra e a sustentabilidade ambiental da dinâmica fluvial das microbacias hidrográficas Zé Açú e Tracajá na Amazônia Ocidental.** Tese (doutorado em Geografia), centro de desenvolvimento sustentável, UNB, 2013, 2010p.

PENTEADO M. M.; **Fundamentos de Geomorfologia.** Rio de Janeiro, IBGE, 1974. 158p.

QUEIROZ, M. S. de. **Dinâmica geomorfológica do complexo fluvial de Mariuá, rio Negro, bacia Amazônica.** 2022. Dissertação de Mestrado em Geografia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus (AM), 2022, 119 f.

QUEIROZ, M. S. de. Evidências de neotectônica na bacia hidrográfica do Mindu - Manaus – Amazonas. **Revista Tocantinense de Geografia**, v. 9, n. 18, 2020, p. 130–142.

QUEIROZ, M. S. de; ALVES, N. de S. **Análise Geomorfométrica da Bacia Hidrográfica do Mindu, Manaus – Amazonas.** **Geopauta**, v. 4, n. 2, 2020, p. 109-123.

RAMOS, J.E. **Patrimônio Imaterial da Vila de Paricatuba: Do Processo Histórico de ocupação a erosão na margem direita do rio Negro**. Monografia (bacharelado em Geografia) UFAM, 2019, 91f.

ROZO, J. M. G. **Evolução holocênica do rio Amazonas entre a ilha do Careiro e a foz do rio Madeira**. Dissertação de mestrado em Geociências, Instituto de Geociências, UFAM, Manaus, 2004, 93f.

KHAN, S.; FRYIRS, K. An approach for assessing geomorphic river sensitivity across a catchment based on analysis of historical capacity for adjustment. **Geomorphology**, v. 359, s/nº, p. 36-47, 2020.

TEIXEIRA, S.G. MAIA, A.M.M. **Análise da Dinâmica das Margens do Rio Madeira (AM) no Período de 1987 à 2007, A Partir de Imagens de Sensores Remotos Ópticos**. In: ANAIS XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. NATAL, 2009. p. 1559-1566.

SOARES, E. A. **Depósitos pleistocenos da região de confluência dos rios Negro e Solimões, Amazonas**. 2007. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. 96p.

SOUSA, K.C. CARVALHO, J.A.L. ALVES, A.C. SILVA, G.M. **Caracterização dos processos de erosão fluvial e movimento de massa na falésia fluvial do Rio Negro, Amazonas**. Boletim Paulista de Geografia, n. 103. p. 54-66, 2020.