



ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA DO ENTORNO DA RODOVIA AM-010, ENTRE OS MUNICÍPIOS DE MANAUS E ITACOATIARA-AM

Diogo Ferreira Ribeiro

Graduado em Geografia na Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, Brasil.

ribeirodiogoe@gmail.com

Juliana dos Santos Teixeira

Graduada em Geografia na Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, Brasil.

juhst21@gmail.com

Antônio Fábio Sabbá Guimarães Vieira

Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Santa Catarina, Professor do Departamento e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, Brasil.

fabiovieira@ufam.edu.br

RESUMO – A Amazônia é caracterizada pela heterogeneidade de elementos paisagísticos. Nessas superfícies, atuam fatores exógenos que intensificam a formação de feições erosivas. O objetivo deste trabalho foi descrever a paisagem amazônica no trecho da rodovia AM-010 entre a cidade de Manaus a Itacoatiara. Esta pesquisa foi realizada por meio de documentação indireta e direta, e através de análises realizadas em campo. Os resultados mostraram que a geomorfologia da região, combinada com a pluviosidade, propicia a formação de voçorocas. Em Novo Remanso, percebeu-se a influência estrutural na formação de falésias fluviais no rio Amazonas. Feições de pequena escala (sulcos e ravinas) no entorno do igarapé Peréua, originam-se da interação entre solo, topografia e chuva. Identificou-se pequenas faixas de linhas de pedra que denunciam o paleocanal do rio Urubu. Por fim, verificou-se que a acidez do rio Amazonas em Itacoatiara é influenciada pelas águas dos rios Urubu e rio Preto da Eva.

Palavras-chave: Geomorfologia; Feições Erosivas; Hidrografia; Amazônia.

GEOMORPHOLOGICAL ANALYSIS OF THE SURROUNDINGS OF HIGHWAY AM-010, BETWEEN THE MUNICIPALITIES OF MANAUS AND ITACOATIARA-AM

ABSTRACT – The Amazon is characterized by the heterogeneity of landscape elements. On these surfaces, exogenous factors act to intensify the formation of erosive features. The aim of this work was to describe the Amazonian landscape along the stretch of the AM-010 highway between the cities of Manaus and Itacoatiara. This research was conducted through both indirect and direct documentation, as well as field analyses. The results showed that the region's geomorphology, combined with precipitation, promotes the formation of gullies. In Novo Remanso, the structural influence was observed in the formation of fluvial cliffs along the Amazon River. Small-scale features (rills and ravines) around the Peréua stream originate from the interaction between soil, topography, and rainfall. Small bands of stone lines were identified, indicating the paleochannel of the Urubu River. Finally, it was found that the acidity of the Amazon River in Itacoatiara is influenced by the waters of the Urubu and Preto da Eva rivers.

Keywords: Geomorphology; Erosive Features; Hydrography, Amazon.



INTRODUÇÃO

A Amazônia, apesar de ser frequentemente vista como um ambiente homogêneo devido à exuberância de sua floresta, é caracterizada por notável heterogeneidade, não apenas dos elementos humanos e sociais, mas principalmente dos aspectos geológicos e geomorfológicos, que demonstram a variabilidade paisagística dessa região. Ab'Saber (1996, p. 31) descreve o relevo da região como um "anfiteatro de planícies aluviais e colinas tabuliformes". Dessa forma, cada relevo na região apresenta sua própria compartimentação, resultando em características morfológicas e hidrogeomorfológicas distintas, que são caracterizadas por calhas aluviais, baixos platôs terciários, colinas paleozoicas e terrenos cristalinos (AB'SABER, 1996).

Esses terrenos estão embasados em uma extensa região deprimida, constituída pelo escudo Pré-Cambriano das Guianas ao norte e do Brasil Central ao sul. Já na extensa Depressão Amazônica (ROSS, 2019), se encontra uma bacia sedimentar formada por sedimentos de origem marinha Pré-siluriana, até os sedimentos de origem fluviolacustre, de idade Cenozoica, resultantes da regressão marinha após o soerguimento orogênico andino, e que compõem a formação litológica Alter do Chão (SIOLI, 1985). Neste âmbito, os processos decorrentes da convergência entre a placa de Nazca e a Plataforma Sul-americana, como os movimentos neotectônicos, também acabam por se manifestar no espaço e no tempo dessa morfoestrutura, como a própria padronagem de canais paralelos de curso retilíneo, encaixadas em áreas de falhamento tectônico (STERNBERG, 1950).

Sobre essas superfícies, atuam intensamente fatores exógenos que contribuem para modelagem desse ambiente. A erosão, possivelmente ganha papel de destaque nesse processo, promovendo a formação de feições erosivas diversas.

Segundo Guerra (1994), os processos erosivos consistem na remoção e transporte do material, resultante da água não infiltrada no solo, gerando o escoamento superficial. Contudo, os fatores que determinam a taxa de erosão superficial são a erosividade da chuva, as propriedades do solo, a cobertura vegetal e as características da encosta (comprimento da rampa, forma e declividade) (GUERRA, 1994).

Estes processos resultam na formação de feições erosivas, como pedestais, marmitas, sulcos, ravinas e voçorocas, por exemplo (OLIVEIRA, 1999). Feições erosivas podem ser claramente observadas em cortes de estradas (taludes), em superfícies sem vegetação e/ou encrostadas.

Assim, a partir da abertura de rodovias, é possível perceber o surgimento de inúmeras incisões erosivas, como as observadas em vias como a BR-174 (VIEIRA e ALBUQUERQUE, 2004; CARVALHO, 2017; CARVALHO e VIEIRA, 2020), AM-010 (DIRANE e VIEIRA, 2020), AM-363 e AM-330 (SILVA, 2014), dentre outras rodovias pertencentes à Região Metropolitana de Manaus. A abertura dessas rodovias, principalmente no que se refere ao sistema de drenagem pluvial existentes nelas, tem contribuído para a intensificação dos processos erosivos, resultando em pequenas e grandes incisões ao longo de seus trechos, o que as torna um objeto importante de estudo e planejamento.

Este estudo teve como objetivo a caracterização da paisagem Amazônica do entorno da rodovia AM-010 abrangendo o município de Rio Preto da Eva, Itacoatiara e o Distrito Novo Remanso (Município de Itacoatiara), todos localizados no estado do Amazonas. A escolha desta área de estudo se dá pela relevância exercida pela rodovia AM-010 no estado do Amazonas, pois é um importante modal na dinâmica do transporte de mercadorias e da produção agrícola em seu entorno. Dessa forma, a realização de uma análise das resultantes da abertura desta rodovia nas formas de relevo do seu entorno, é grande de importância para a compreensão dos processos geomorfológicos atuantes na Amazônia.

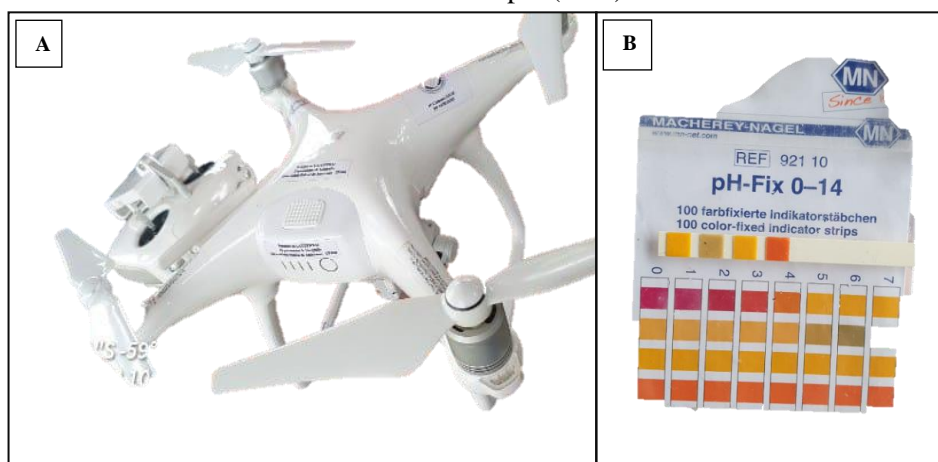


METODOLOGIA

Foi empregado o método descritivo direto, através de trabalho de campo realizado no período de 23 a 26 de maio de 2023, além da descrição dos elementos naturais por meio de fontes secundárias, como artigos científicos, dissertações, teses e livros, tal como proposto por Lakatos e Marconi (2003). Durante as atividades, foram empregadas técnicas de coleta de dados, como a observação direta intensiva, de forma sistemática, com o intuito de obter informações dos fenômenos analisados de forma estruturada, planejada e controlada (LAKATOS e MARCONI, 2003).

As técnicas de análise tiveram como objetivo auxiliar na observação das feições erosivas e descrição da paisagem. Um VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado) (Figura 1A) foi utilizado para registrar detalhadamente as áreas de interesse, permitindo uma visualização ampla e precisa das feições erosivas. Foi utilizado também, o papel indicador de pH (Figura 1B) para medir o nível de acidez dos canais fluviais.

Figura 1. Instrumentos e análise: A) VANT utilizado no levantamento de imagens; B) Indicador de pH (0-14).



Org. Os autores (2023).

A representação espacial de alguns feições e localização da área foram apresentadas através de mapas elaborados em ambiente SIG, utilizando o software QGIS versão 3.28. Foi estabelecido um buffer de 6 km para cada margem da rodovia, uma vez que este perímetro permite abranger os processos espaciais a serem analisados. Os *shapefiles* dos produtos elaborados foram obtidos por meio da plataforma do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e Banco de Informações Ambientais – BDIA e da plataforma TOPODATA - SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

O roteiro de análise dos elementos geomorfológicos foi realizado em determinados pontos no percurso da AM-010. No município de Rio Preto da Eva, foi realizada a caracterização física do rio Preto e análise de uma voçoroca no Conjunto Habitacional São Sebastião. No distrito de Novo Remanso, em Itacoatiara, realizou-se a caracterização geomorfológica do rio Amazonas e um levantamento dos estudos sobre a Formação Geológica Novo Remanso.

Em um trecho da AM-010, entre o Distrito de Novo Remanso e a Vila de Lindóia, foi realizada a caracterização de feições erosivas e análise pedogenética na margem do igarapé Peréua. Ainda na AM-010, entre o igarapé Peréua e a Vila de Lindóia, foi efetuada a análise dos afloramentos de *Stone lines* na margem da rodovia. Na vila de Lindóia, analisaram-se os atributos físicos do

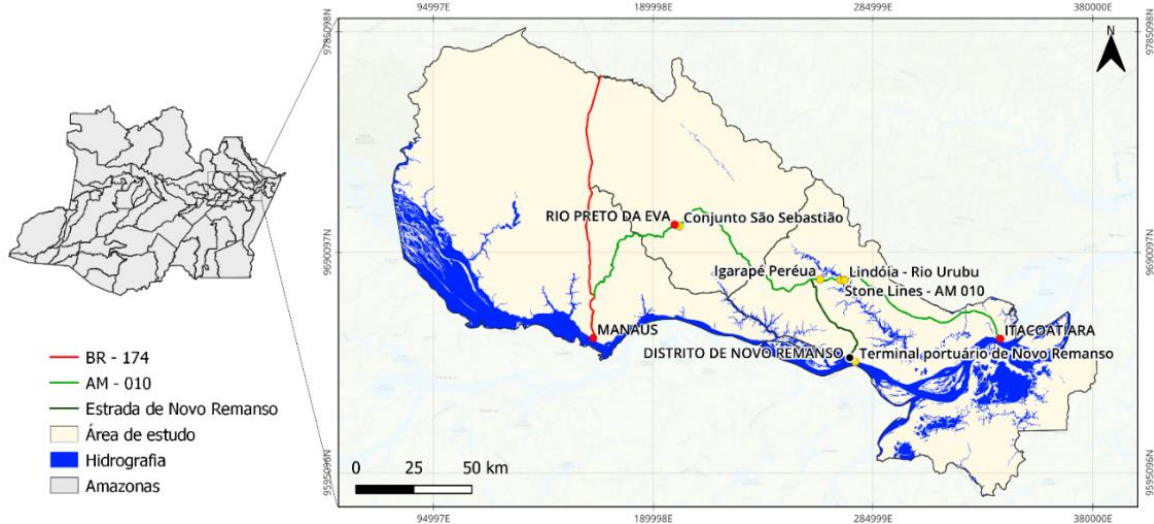


rio Urubu. Por fim, na cidade de Itacoatiara, foi feita uma análise geomorfológica do rio Amazonas a partir da orla da cidade.

Caracterização geoambiental da área de estudo

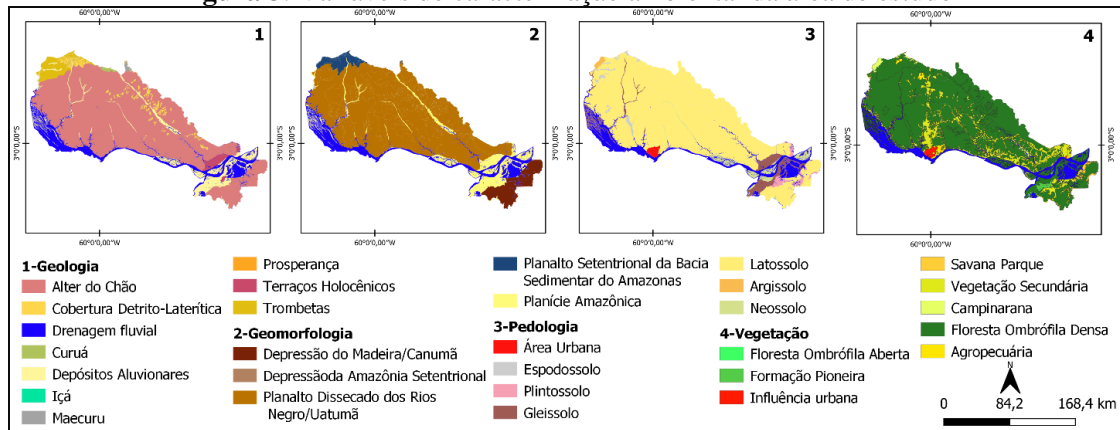
O recorte espacial para a caracterização ambiental da área de estudo, compreende a extensão territorial dos municípios de Manaus, Rio Preto da Eva, o distrito de Novo Remanso (em Itacoatiara) e a cidade de Itacoatiara, no estado do Amazonas (Figura 2). Neste estudo abordam-se as seguintes variáveis de caracterização geoambiental: geologia, geomorfologia, pedologia e vegetação (Figura 3).

Figura 2. Localização da área de estudo



Fonte: IBGE (2010).

Figura 3. Variáveis de caracterização ambiental da área de estudo



Fonte: IBGE (2010).

A área de estudo abrange depósitos de origem fluviolacustre da Formação Alter do Chão do período Cretáceo/Terciário. Ao longo dos canais hidrográficos encontra-se depósitos Aluvionares Holocênicos, decorrentes de deposições fluviais recentes, do período Neógeno (REIS e ALMEIDA, 2010). Além disso, destaca-se a presença de Coberturas Detrito-Lateríticas, de idade Terciária, formadas a partir de antigas deposições fluviais, como observado



na região norte do recorte, com coberturas que acompanham a drenagem do rio Urubu e que serão tratadas de forma mais específica ao longo deste artigo.

Do ponto de vista geomorfológico, a morfologia predominante corresponde às colinas caracterizadas pelo Planalto Dissecado dos rios Negro/Uatumã. Essas colinas são formadas pelo processo de dissecção fluvial, além de ter uma escultura influenciada por movimentos neotectônicos manifestados nas discontinuidades dos perfis lateríticos ao longo da AM-010, resultando em um relevo caracterizado por baixos platôs e concreções ferruginosas, com níveis topográficos abaixo de 200 m (DANTAS e MAIA, 2010).

Como uma das características principais da formação Alter do Chão, verifica-se a maior abrangência do Latossolo Amarelo por toda extensão territorial, definido como um solo constituído por material mineral e horizonte B latossólico, abaixo de qualquer horizonte de nível superficial, representando um estágio avançado de intemperização, com presença dos horizontes A, B e C com transições pouco delimitadas e com alto teor de argila (EMBRAPA, 2018).

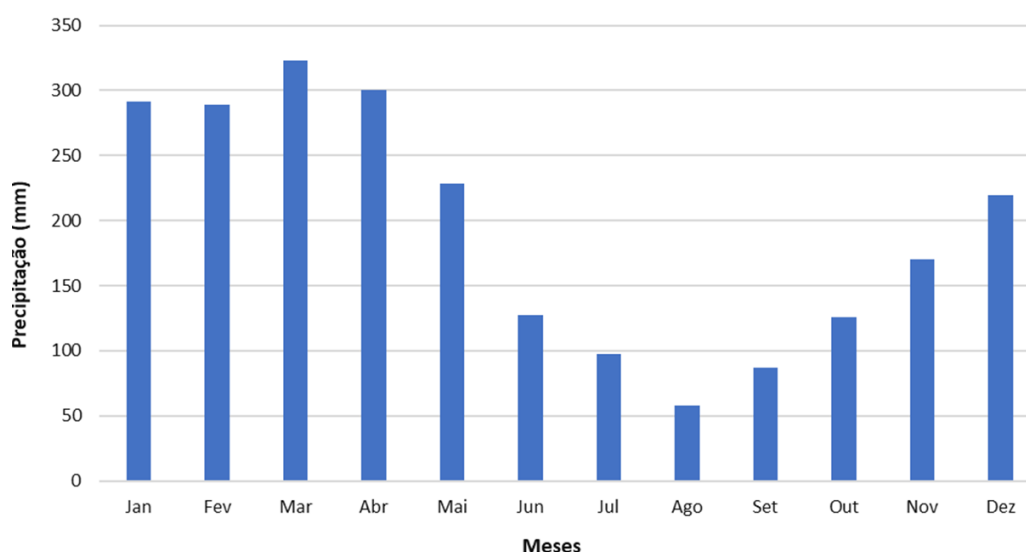
Nas margens do rio Amazonas há frequência de Gleissolos e de Neossolos Flúvicos, este último nas áreas de deposição fluvial. Em áreas pontuais (Campinaranas), ocorrem também os Espodosolos e Neossolos Quartzarênicos (EMBRAPA, 2018).

A vegetação apresenta como predomínio a Floresta Ombrófila Densa, em específico, grandes extensões de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, descrita como uma vegetação que se desenvolve em ambientes climáticos tropicais de alta temperatura e elevados índices de precipitação, onde a umidade exerce fundamental importância em seu desenvolvimento (IBGE, 2012).

No entanto, é possível notar o processo expansão da vegetação secundária paralela as estradas e ramais na área de estudo. Essa classe de vegetação é resultante da ação antrópica no uso e cobertura da terra para diferentes atividades, levando a descaracterização da vegetação primária. Logo depois, essa vegetação ressurgue de acordo com as condições de desenvolvimento permitidos pelo ambiente degradado (IBGE, 2012).

A Amazônia se caracteriza por períodos de chuva mais fortes nos meses de novembro a março, sendo os períodos de estiagem, entre maio e setembro (FISCH, MARENGO e NOBRE, 1998). A coleta dos dados foi realizada entre os períodos de abril e outubro, período que compreende a transição entre os dois regimes (Figura 4).

Figura 4. Regime médio mensal (2010 – 2022)



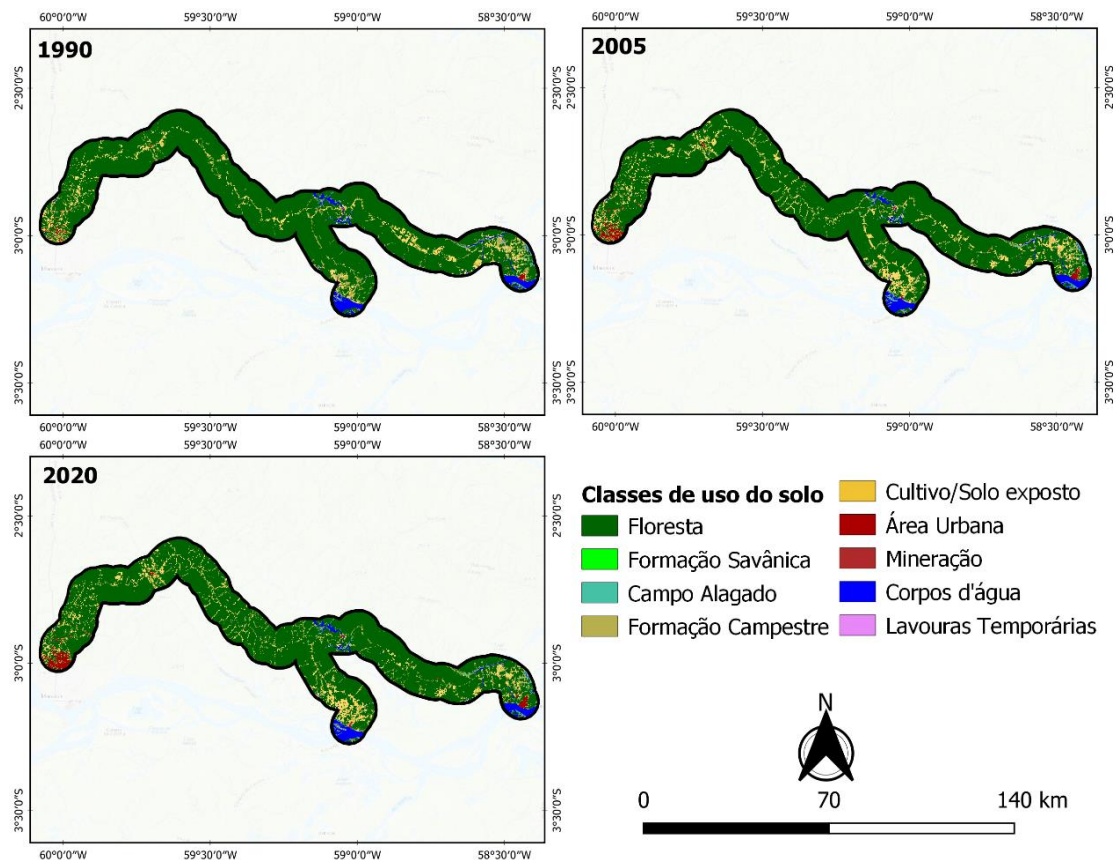
Fonte: CHIRPS, (2023)

Com base na Figura 4, os valores médios máximos de chuva ocorrem entre janeiro e abril, chegando ao máximo em março, com média de 322, 89 mm. O mês de maio apresenta uma redução dos valores, indicando o final do período chuvoso. O mês de junho marca o início do período de estiagem, que se estende até outubro, chegando ao valor médio mínimo de 57,67 mm em agosto. Assim, os meses de novembro e dezembro indicam o final do período de estiagem e início do período chuvoso na região, com aumento dos valores de precipitação (Figura 4).

Uso e cobertura do solo

A formas de uso da cobertura do solo caracteriza-se por uma dinâmica variação entre os anos de 1990, 2005 e 2020, com o predomínio do domínio florestal em detrimento dos demais (Figura 5). A escala temporal permite traçar uma síntese do parâmetro da evolução da dinâmica espacial e histórica das características do uso e cobertura do solo no entorno da rodovia.

Figura 5. Uso e cobertura do solo 1990 – 2022



Fonte: MAPIBIOMAS (2023)

Observou-se no ano de 1990, em uma área com o total de 340.883 ha, que compreendem as margens da rodovia AM-010 e estrada de Novo Remanso, que a superfície recoberta por Floresta era de cerca de 286.962 ha, envolvendo 84,18% do total. Enquanto isso, as áreas de cultivo representavam 27.367 ha, sendo 8,02% do total (Tabela 1).

EDIÇÃO ESPECIAL:

Dossiê Amazônia, mudanças e realidades contemporâneas



Tabela 1. Mudanças no uso e cobertura do solo entre 1990 a 2020.

Classes de uso e cobertura	1990	2005	2020
	ha	ha	ha
Formação Savânica	2	1	1
Mineração	101	380	434
Área Urbana	1.488	3.766	5.272
Campo Alagado	2.482	3.105	3.135
Corpos d'água	10.809	10.230	10.399
Formação Campestre	11.672	6.657	7.754
Cultivo	27.367	35.399	33.852
Floresta	286.962	281.344	280.035
Lavouras temporárias	0	0	1

Fonte: MAPBIOMAS (2023)

Em 2005, a área ocupada por Floresta representou 281.344 ha da superfície, sendo 82,53% do total e, nas áreas de cultivo, 35.399 ha, representando 10,38% desse total. Conquanto, neste ano já foi possível notar o crescimento gradual da classe Área Urbana, que representava cerca de 3.766 ha da superfície, sendo 1,1% do total desta área.

Para o ano de 2020, observa-se que a classe “Floresta” apresentava 280.035 ha, compreendendo 82,14% do total dessa superfície. Por outro lado, as áreas de cultivo chegaram a ocupar 33.852 ha, retratando 9,93% do total. Por conseguinte, a classe Área Urbana, continuou demonstrando aumento, chegando a ocupar 5.272 ha da área, sendo 1,54% do total. Cabe explicar que a respeito da área classificada como Formação Savânica, na prática configura-se como sendo uma área desmatada no entorno da rodovia em que a vegetação é mais espaçada e de porte pequeno, o que no tratamento das imagens constitui-se como vegetação de Savânica, uma vez que, na metodologia de mapeamento utilizado pelo MapBiomias, alguns pixels podem confundir o valor de um alvo e identifica-lo como sendo uma outra classe de uso e cobertura, aca. Neste mesmo sentido, entende-se a disposição de áreas de cultivo, que também podem estar associadas a áreas de solo exposto no entorno da rodovia.

Durante os períodos entre 1990 e 2020, é observada uma variação na cobertura vegetal, com uma tendência gradual de regressão até o ano de 2020. Esse fenômeno está relacionado ao avanço e aumento das culturas de cultivo, bem como às dinâmicas espaciais impulsionadas pelos investimentos em infraestrutura para a exportação de commodities da indústria graneleira na Amazônia. Além disso, ocorre um crescimento das áreas urbanizadas e novas formas de ocupação e uso da terra, especialmente devido à abertura da estrada de acesso ao distrito de Novo Remanso. Essas transformações estão diretamente ligadas à agricultura, em particular à produção de abacaxi (SOARES *et al.*, 2022), como observado na Tabela 1.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Níveis de pH da água

Os pequenos corpos hídricos na Amazônia, como os igarapés, apresentam heterogeneidade química e são reflexo dos ambientes geológicos e pedológicos no qual percolam (HORBE e

EDIÇÃO ESPECIAL:

Dossiê Amazônia, mudanças e realidades contemporâneas



PÁGINA 19

OLIVEIRA, 2008), interferindo assim no pH da água desses canais. Os pontos amostrais referem-se ao rio Preto da Eva (na cidade de Rio Preto da Erva), rio Amazonas (Novo Remanso), igarapé Peréua, rio Urubu (Vila de Lindóia) e rio Amazonas (Itacoatiara), apresentaram resultados esperados para os canais de água preta, assim como o resultado para o rio Amazonas, às margens da cidade de Itacoatiara (Tabela 2). Cada ponto apresenta uma discussão a respeito dos principais motivos para os valores apresentados, no decorrer do texto.

Tabela 2. Níveis de pH da água nas drenagens analisadas

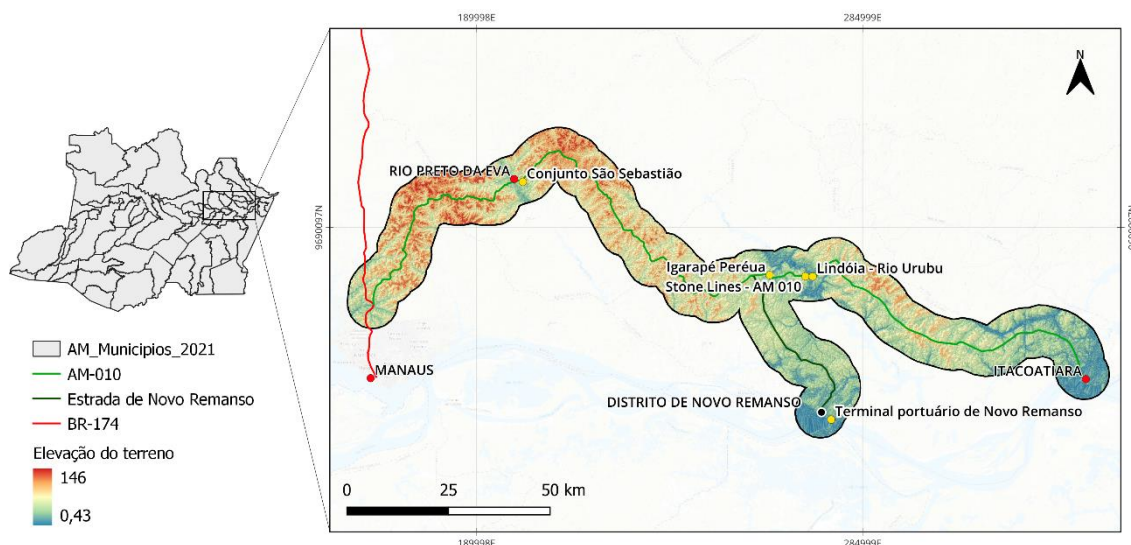
Drenagem	Valor de pH
Rio Preto da Eva	5
Rio Amazonas (Novo Remanso)	5
Igarapé Peréua	5
Rio Urubu	5
Rio Amazonas (Itacoatiara)	6

Org. Os autores (2023)

Caracterização física do rio Preto

Os trechos da rodovia AM-010, que compreendem Manaus/Rio Preto da Eva, apresentam discontinuidades no relevo, influenciadas principalmente por movimentos neotectônicos (PAES FILHO e MOLINARI, 2011). Por outro lado, observa-se que dificilmente se é visualizado a presença de corpos d'água neste trecho (Manaus – Rio Preto da Eva). Isso se deve pelo fato de o desenho da rodovia acompanhar o divisor de águas, sendo perceptível em sua sinuosidade (Figura 6). Assim, o nível topográfico neste trecho corresponde a um índice altimétrico de no máximo 146 m, apresentando maiores elevações justamente entre esse trecho.

Figura 6. Hipsometria do terreno



Fonte: TOPODATA-INPE (2023)

EDIÇÃO ESPECIAL:

Dossiê Amazônia, mudanças e realidades contemporâneas



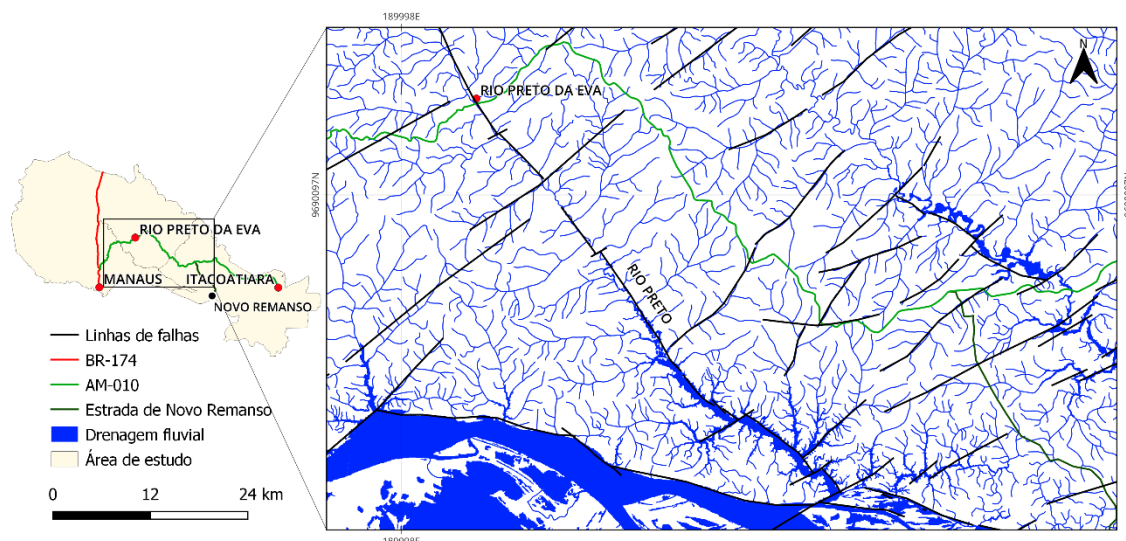
PÁGINA 20

Apesar de apresentar os mesmos aspectos geoambientais e altimétricos, após passar o Rio Preto da Eva, é possível a visualização de feições erosivas ao longo da rodovia, como sulcos, ravinas e voçorocas, indicando que o desenho da rodovia não acompanha mais completamente o divisor de águas. Concomitante a isso, vários canais passam transversalmente a pista através de tubulação de no máximo 1m de diâmetro, o que dificulta o fluxo, promovendo assim o represamento das águas desses canais, resultando de um lado da pista na formação de lago com paliteiras (truncos de árvores mortas) e de outro em depósito de sedimentos, assoreando o canal, tais alterações interferem diretamente no ecossistema local.

Na Amazônia, em particular no trecho abrangido por esse estudo, verifica-se que a padronagem dos canais fluviais se relaciona com a conjugação desses com as falhas e fraturas (STERNBERG, 1950). Igreja (1998) corrobora com essa afirmação, ao dizer que os movimentos tectônicos do Quaternário contribuíram para formação do relevo do médio Amazonas que acabam por controlar o padrão tanto o rio Urubu, quanto do rio Preto.

Assim, foi possível observar a influência deste processo no canal do rio Preto, que se encontra encaixado em linhas de falha no sentido NW-SE, orientadas por falhas normais (COSTA *et al.*, 1996), que caracterizaram alguns trechos dos canais como retilíneos (Figura 7). Estes ajustamentos estão sob controle de falhas neotectônicas derivadas de dois grandes pulsos transcorrentes entre o Mioceno/Pleistoceno e do Pleistoceno Superior/Recente (COSTA *et al.*, 1996).

Figura 7. Linhas de falha no rio Preto da Eva – AM e arredores



Fonte: IBGE (2010).

O rio Preto da Eva é considerado um rio de água preta segundo a classificação de Sioli (1985), ou seja, um rio de coloração influenciada pelo gradual acúmulo de matéria orgânica lixiviada das margens arenosas, com vegetações de alto porte, o que também diferencia das águas claras, pois, apesar de apresentarem margens arenosas, a vegetação é de menor porte. Com isso, através do processo de lixiviação da matéria orgânica, todo material se acumula na parte inferior do *solum*, constituindo um horizonte “A” espesso.

Portanto, toda matéria orgânica retirada do perfil e direcionada a drenagem, condiciona níveis de acidez da água, o que foi possível ser constatado após apresentação de um valor de pH de 5, para o rio Preto da Eva. Esses dados são condizentes com os dados levantados em campo por



Horbe e Oliveira (2008), que apontam valores de pH de cerca de 5,48 para o rio Preto da Eva, com valores de Fe atingindo no máximo 2,10 mg/L.

Voçoroca no conjunto São Sebastião

As voçorocas consistem em incisões erosivas que apresentam quedas do solo em formato de blocos, com paredes verticais e fundo plano e seção transversal em forma de “U” (VIEIRA, 2010). Dessa forma, a feição analisada no conjunto São Sebastião (Figura 8), no município de Rio Preto da Eva, surgiu entre os anos de 2015 e 2016, visto que ela estava completamente consolidada em 2017 (SILVA e VIEIRA, 2020). Essa feição se originou após introdução de escoamento superficial das águas pluviais combinadas com águas provenientes das residências à montante (VIEIRA *et al.* 2022).

Figura 8. Voçoroca no residencial São Sebastião.



Fonte: VANT – Latossolo (2023).

Constitui-se como uma voçoroca ativa, com a forma retangular, característico de voçorocas que ocorrem sobre solos profundos como os Latossolos que se estendem do platô para a encosta, tal como ocorre predominantemente na cidade de Manaus (VIEIRA, 2008). Ademais, esta é do tipo conectada (OLIVEIRA, 1989), ao estar ligada diretamente a um canal fluvial (Igarapé Agripino) à jusante. É considerada muito grande, pois excede a perda de solo/sedimento com mais de 40.000 m³ conforme classificação para tamanho (Muito pequena até 9.999m³; pequena de 10.000 a 19.999m³; média 20.000 a 29.999m³; grande de 30.000 a 39.999m³ e muito grande com mais de 40.000m³ de solo erodido - Vieira e Albuquerque, 2004), classificada ainda como sendo de risco imediato (TAVARES, *et al.*, 2010).

Contudo, essa feição erosiva está alcançando o platô. Ao atingi-lo, a água escoada nessa área, reduzida pelo avanço da incisão, não será mais o principal fator de crescimento da voçoroca, visto que não acumulará mais o mesmo volume. A incisão, então, tenderá a se expandir num ritmo lento, caminhando para a estabilização. No entanto, caso a água drenada continue, a incisão tende a continuar se expandindo, mas lateralmente.



O descarte irregular de resíduos sólidos pela população no canal é explícito, pois, no interior da voçoroca é realizado o descarte viabilizando um destino final para o resíduo e para tenta conter o avanço da incisão. Isso vem aumentar o impacto no ambiente, porque além da degradação do solo pela incisão, observa-se o assoreamento do canal à jusante pelos sedimentos oriundos da voçoroca, o qual segue também sendo contaminado pelos resíduos sólidos domésticos lançados no interior da voçoroca.

Alguns aspectos Físicos do Distrito de Novo Remanso

O Distrito de Novo Remanso se destaca por apresentar em seu perímetro, consideráveis áreas de cultivo de abacaxi, que ficam localizadas em altitudes em torno de 15 a 35 m (SOARES *et al.*, 2022). A potencialidade produtiva dessa região se deve principalmente ao relevo de característica plana e suavemente ondulado, além de boas propriedades físicas do solo, apesar da baixa fertilidade e alto teor de alumínio, com predominância de Latossolo Amarelo Distrófico, o que leva, diante das condições de baixa fertilidade e alta acidez, a grande demanda por correção do solo e adubação orgânica (SOARES *et al.*, 2022).

No aspecto da produção agrícola, Novo Remanso se destaca por ser o maior produtor de abacaxi do estado do Amazonas, sendo referência pelos níveis de tecnificação do cultivo e mecanização, uso de insumos modernos, sendo cerca de 76,6% dos produtores rurais, alcançados por assistência técnica (MAIA *et al.*, 2024). Dessa forma, dos 94,3 milhões de unidades da fruta produzidos em 2019 pelo Amazonas, 68,9 milhões foram provindos de Novo Remanso (IDAM, 2019).

A isto, compreende-se que os solos onde há atividade agrícola, apresentam maiores índices de compactação após processos de mecanização e níveis de resistência a penetração mais elevadas (SOARES *et al.*, 2022).

A geologia desta área está principalmente relacionada a sedimentos da Formações de idade Terciária (Formação Alter do Chão) de origem fluviolacustre, ocorridos após soerguimento dos Andes e represamento da drenagem e formação de paisagens lacustres e deposição de sedimentos de espessura de aproximadamente 300 m (SIOLI, 1985).

Um outro aspecto é relativo à constatação de uma outra formação Terciária posterior a Alter do Chão, que representa um grande indício para a história geológica da bacia sedimentar amazônica. Trata-se da Formação Neógena-miocênica Novo Remanso, localizada na margem esquerda do rio Amazonas e que, segundo Rozo *et al.* (2005), é composta por arenitos grossos e ferruginosos derivados da forma de leito do canal, e argilitos resultantes de paleo-canais e depósitos em planícies de inundação. Os estudos sobre esta unidade sedimentar não são difundidos na literatura, mas é uma proposta de classificação de uma nova unidade.

Ela ocorre na interseção entre a Formação Alter do Chão (apresentando descontinuidade em relação a esse estrato) e depósitos quaternários recentes, compondo uma geomorfologia plana e colinas abauladas. Essa proposta de formação estende-se por até 10 km de extensão, com 12 m de espessura, sendo limitada profundamente por crostas ferruginosas da Formação Alter do Chão (ROZO *et al.*, 2005).

Aspectos físicos do rio Amazonas em Novo Remanso

O Distrito de Novo Remanso está localizado a cerca de 33 km a jusante da foz do rio Preto da Eva, o qual juntamente com outros canais de coloração preta, desaguan no rio Amazonas, consequentemente influenciando não somente na coloração desta seção, mas também no pH, visto que o rio Amazonas apresenta em média de $\text{pH} > 6$ e nesse ponto chega a um $\text{pH} 5$.



Nas proximidades do porto de exportação de soja do Distrito de Novo Remanso, localizado na margem esquerda do rio Amazonas, onde se localiza o talvegue do canal, se verifica uma maior capacidade erosiva, diferentemente da margem oposta, onde se localiza a área de deposição fluvial. A disposição desses fatores no canal fluvial se deve, principalmente, ao comportamento do fluxo e descarga líquida do canal. Com base nos níveis de energia disposto no canal, a margem direita é caracterizada pela presença de barras arenosas fixas e vegetadas, formadas após decréscimo da velocidade do fluxo, onde a perda da capacidade de transporte promove a sedimentação nesse trecho (SUGUIO e BIGARELLA, 1990).

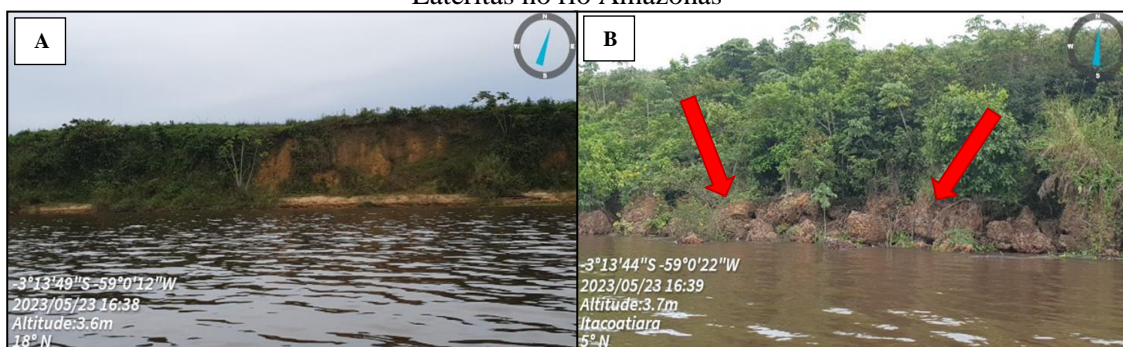
Essa região é marcada pela presença de falésias fluviais (Figura 9A), as quais constituem-se como formações íngremes que ocorrem ao longo das margens dos grandes rios na região amazônica, sendo modeladas tanto pela erosão pluvial como pela erosão fluvial, sendo caracterizadas por apresentar encostas abruptas e paredes expostas (solo e/ou rocha), que se elevam acima do leito do rio (SOUZA, 2023).

Essa divergência nas alturas das margens de um mesmo trecho de um rio se relaciona a movimentos neotectônico que, conseqüentemente, causam o ajustamento dos canais fluviais. Isso se dá pela alteração de blocos resultantes da ação de falhas, que tem como consequência a formação de paredões alongados, denominados por Ab'Saber (1975) de escarpa de falha. Este relevo que é decorrente das intervenções de falhas tectônicas, é denominado tectônica quebrável (AB'SABER, 1975).

Contudo, sendo um relevo decorrente de ações fraturais, mas em ambiente fluvial, ele está constantemente suscetível a atuação de processos erosivos, como os movimentos de massa e erosão de margens, interdependente também do tipo de solo (SOUZA *et al.*, 2020).

Esta área também se destaca pela presença de lateritas (Figura 9B) que, de acordo com Costa (1996) são formadas a partir da precipitação e/ou oxidação de minerais ferruginosos ou ferro-aluminosos, de idade Terciária, se localizando ao longo da margem dos rios, pois esta atua como barreira ao intemperismo físico e químico e a erosão de margens. Ao ser submetida a ação direta da água, por estar submersa, essa laterita perde suas principais propriedades químicas, sendo continuamente oxidada e ficando com cores de tonalidade escura, recebendo o nome popular de Pedra Jacaré.

Figura 9. Margem esquerda do rio Amazonas - Novo Remanso/AM: A) Falésias fluviais; B) Lateritas no rio Amazonas



Org. Os autores (2023)

Feições erosivas na margem do igarapé Peréua

O Igarapé do Peréua é um afluente do rio Urubu e caracteriza-se pela coloração escura, determinada por Sioli (1985) como de água preta. Essa coloração é resultado da baixa

EDIÇÃO ESPECIAL:

Dossiê Amazônia, mudanças e realidades contemporâneas



PÁGINA 24

concentração de material em suspensão e de solos que fornecem tal tonalidade devido a lixiviação da matéria orgânica. A presença dessa matéria orgânica dissolvida na água influencia diretamente no potencial hidrogeniônico da água, refletindo-se em um de pH de 5 (ácida).

Nas margens do igarapé Peréua, analisou-se uma área anteriormente utilizada para produção de asfalto, e que atualmente se encontra desativada. Essa atividade influenciou na compactação do solo, além de deixar após a operação, restos lateríticos, que acabaram impermeabilizando o terreno e permitindo a formação de uma drenagem superficial, haja vista que é a água não infiltrada a responsável pelo escoamento superficial (VIEIRA e ALBUQUERQUE, 2004).

Na medida em que a água derivada da precipitação cai em quantidades maiores que a capacidade de infiltração sobre a superfície, há um aumento do fluxo superficial. Com posterior aumento da velocidade do fluxo, ocorre a intensificação dos processos erosivos e, conseqüentemente, o surgimento de novas incisões erosivas.

Identificou-se primeiramente, a presença de duas voçorocas de tipos e tamanhos diferentes. A primeira (Figura 10A) é considerada uma voçoroca do tipo desconectada (não ligada ao canal – OLIVEIRA, 1989), sendo classificada como muito pequena (vide classificação anterior) e a segunda (Figura 10B) é tida como conectada e (encontrava-se totalmente submersa nas águas do Igarapé Peréua), sendo classificada como muito pequena. Apesar de estar submersa, essa incisão não pode ser classificada como efêmera, visto que o rio não transporta sedimentos suficiente para soterra-la, logo, após o recuo das águas desse canal, ela ficaria novamente exposta, assim ela se configura como sendo permanente, tal como as outras descritas até aqui.

Figura 10. Voçorocas com distintas características quanto ao tipo: A) Desconectada; B) Conectada



Org. Os autores (2023)

Constatou-se, também, a presença de sulcos (Figura 11A), formados pelo escoamento superficial da água de alguns poucos centímetros de profundidade. Ao contrário da voçoroca, a evolução do sulco segue o sentido do fluxo do escoamento superficial, de montante para jusante.

Neste sulco, na porção a jusante, verifica-se pequenos processos de desmoronamento da parede, promovendo nesse trecho o alargamento do canal, indicando a possibilidade de evolução deste para incisões maiores como ravinhas e voçorocas. Outras feições foram identificadas no percurso, como as alcovas regressão (Figura 11B) formada a partir do escoamento superficial na forma de filetes subverticais e através da exfiltração do lençol freático (VIEIRA, 2010).

Destacou-se a existência de *demoiselles* ou pedestais (Figura 11C), formadas pela ação do *splash* ou salpicamento, que resultam da desagregação do material pelo impacto das gotas de



chuva (GUERRA, 1994) e pelo escoamento superficial difuso, onde a água não segue caminhos preferenciais (VIEIRA, 2008).

Figura 11. Feições erosivas na margem do igarapé Peréua: A) Sulco; B) Alcova de regressão; C) *Demoiselles*.



Org. Os autores (2023)

Logo, a água pluvial que resulta na ação do *splash*, não é capaz de retirar o material coberto pela superfície mais resistente que, na maioria das vezes, são pequenos fragmentos minerais, folhas e no caso em particular são fragmentos de asfalto e laterita. A perda de solo ou potencial erodido pode ser mensurado, segundo Vieira (2008), a partir da razão entre a altura médias dessas feições pela área ocupada, representada em m³. Vale destacar, que essas incisões estão concentradas no trecho entre o km 104 e km 137 (DIRANE, 2016), como resultado do traçado da rodovia, combinado com a declividade do terreno e sistema de drenagem sem dissipadores de energia.

Caracterização do solo do igarapé Peréua

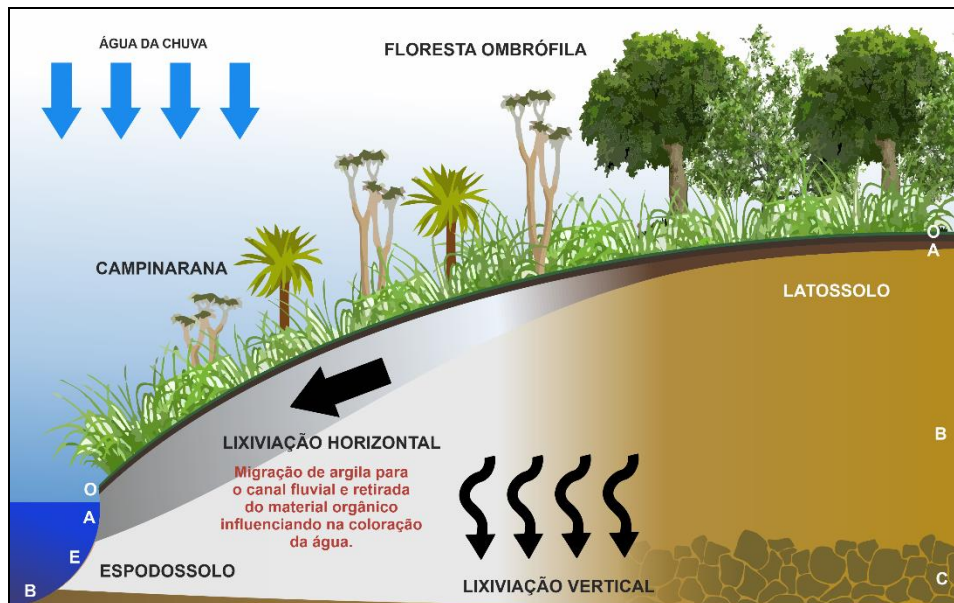
O solo da área de análise foi identificado como Espodossolo, que segundo a EMBRAPA (2018) caracteriza-se como tendo horizonte B espódico abaixo do horizonte eluvial E, o qual apresenta textura predominantemente arenosa. Isso o diferencia do Neossolo Quartzarênico, o qual não apresenta o horizonte B. Todavia, essas duas classes podem ser compostas pelo mesmo tipo de vegetação, como as campinaranas, campinas, etc.

Este processo ocorre a partir da migração das argilas e óxidos de ferro pelo processo de lixiviação decorrente da percolação horizontal e vertical de água pluviométrica para áreas inferiores do terreno. Este material é acumulado no horizonte B espódico e posterior formação de uma camada dura, enquanto o horizonte E pode se apresentar muito espesso, com prevalência



de material arenoso, avançando do centro para as depressões (GUIMARÃES e BUENO, 2015), como ilustrado na Figura 12.

Figura 12. Processo de formação do Espodossolo a partir do Latossolo



Org. Os autores (2023)

A retirada de material fino e óxidos tendem não apenas acumular no horizonte B, mas também a ser transportados para o canal fluvial. Sendo assim, a perda do material argiloso e a prevalência do material arenoso pode ser percebido em zonas de transição entre o Latossolo e o Espodossolo, onde até mesmo a vegetação vai sendo alterada, um misto entre Floresta Ombrófila Densa e a Campinarana. Dessa maneira, onde ocorre a diminuição dos teores de argila, avançam espécies de formação campestre, em direção às áreas onde se manteve Latossolos, com florestas ombrófilas (GUIMARÃES e BUENO, 2015). Este processo pôde ser observado a partir do corte rodoviário da AM – 010, como observado na Figura 13.

Este processo contradiz as hipóteses referentes a formação desses depósitos associados à deposição fluvial, à medida que afirmam que tal formação decorre da decantação de sedimentos nas margens do canal. Assim, o canal ao encaixar seu talvegue, acaba deixando o pacote arenoso depositado nas suas margens, pois o material fino tem maior capacidade de ser transportado e lixiviado. Com base nisso, Ferreira (2009) pondera que a formação deste material se associa aos ressecamentos da drenagem durante o Último Máximo Glacial, há cerca de 18 mil anos, com diminuição dos níveis base, em áreas de antigas drenagens.

Assim, Rossetti *et al.* (2012), apontam que este ambiente está relacionado a deposição em paleocanais derivados de atividades neotectônicas que ocorreram durante o Pleistoceno, e não somente aos eventos de extremos climáticos que ocorreram no Quaternário. Segundo os autores, isso se dá à medida que pequenos deslocamentos na plataforma sedimentar, já seriam o suficiente para reorganizar a drenagem e interferir em seu processo hidrológico e deposicional, por meio da criação de novas áreas de acomodação que resultaram na renovação da camada sedimentar, favorecendo o surgimento de vegetação específica, decorrentes do abandono de canais de drenagem por avulsão.

Contrapondo a essas explicações, Abreu (2023) descreve que esse ambiente (Campinaranas) e consequentemente o solo característico dele, teria forte relação com sucessivos processos de



intervenção humana no passado, combinada com a resiliência da floresta a cada intervenção, regenerando-se com adaptações.

Figura 13. Área de transição entre Latossolo e Espodosolo

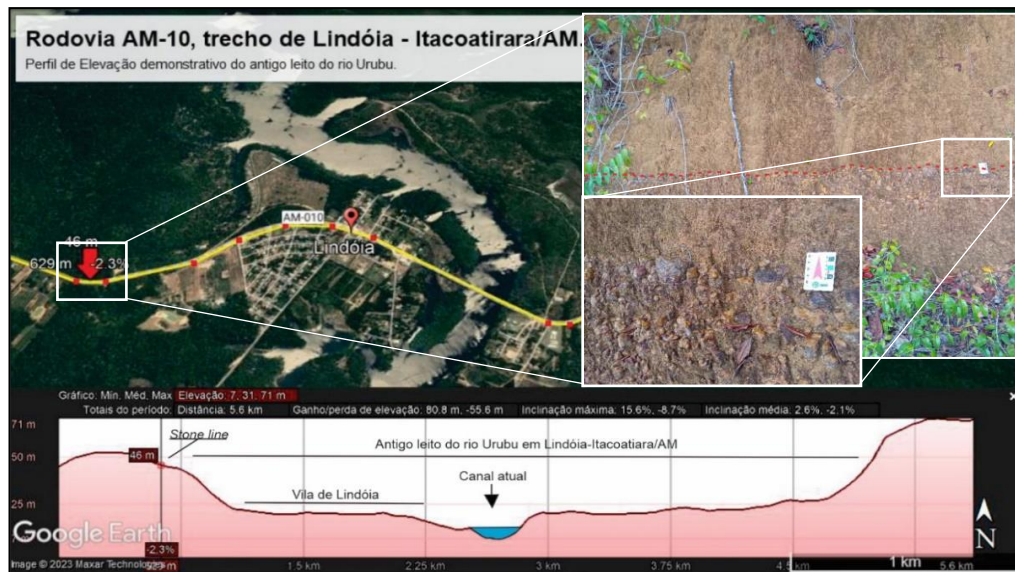


Org. Os autores (2023)

Stone lines na margem da rodovia AM-010

Em um trecho da rodovia AM-010 foi possível observar a presença de linhas de pedra ou *stone lines*, feições lineares quase sempre acompanhando o relevo local, geralmente constituídas por quartzo (SANTOS *et al.*, 2010), mas no caso das feições presentes na margem da rodovia, são formadas por concreções ferruginosas derivadas de processos de laterização (Figura 14).

Figura 14. Stone Lines na AM-010 e representação do antigo leito do rio Urubu, na proximidade da Vila de Lindóia, Itacoatiara-AM.



Org. Os autores (2023)

EDIÇÃO ESPECIAL:

Dossiê Amazônia, mudanças e realidades contemporâneas



PÁGINA 28

Este material foi formado a partir da deposição fluvial decorrente dos altos níveis altimétricos da antiga margem do rio Urubu, o que pode ser em alguns casos a gênese de alguns solos arenosos dessa região, como resultantes de deposição fluvial. Após as últimas sucessivas regressões marinhas, que ocorreram desde o Paleozóico, em específico, no período Carbonífero, até início da era Mesozóica (SIOLI, 1985), o rio então encaixou no talvegue, e todo seu leito maior ficou exposto (Figura 14).

Atributos físicos do rio Urubu, Vila de Lindóia

A Vila de Lindóia (Município de Itacoatiara/AM) se localiza nas margens do rio Urubu (Figura 15), onde o sistema de falhas neotectônicas é responsável pelo controle tectônico do padrão de drenagem, com forte influência do seccionamento dos sedimentos da formação Alter do Chão através de falhas inversas, que levam a direcionar o canal desse rio nas direções NW-SE (PAES FILHO e MOLINARI et al., 2011).

Figura 15. Rio Urubu, na proximidade da Vila de Lindóia



Org. Os autores (2023)

Foram coletadas amostras de água nesse ponto, onde se verificou que o pH obtido das águas foi de 5, considerado ácido, característico de rios de águas pretas, tal como no rio Preto da Eva e no Igarapé Peréua.

Análise da paisagem fluvial em Itacoatiara

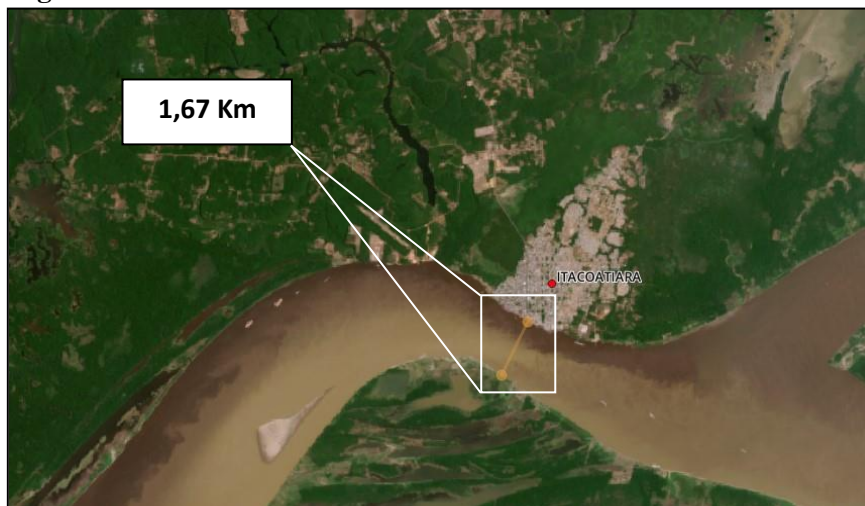
A cidade de Itacoatiara apresenta um relevo que aponta possíveis controles estruturais a partir de desníveis da margem, considerando que o outro lado do canal é uma área de acúmulo de sedimentos, influenciada pelos sedimentos do rio Madeira, que chega a contribuir com cerca de 45% a 50% da carga sólida para o rio Amazonas (FILIZOLA e GUYOT, 2011). Dessa forma, uma margem está condicionada a formações de idade Terciária na localização da cidade, e a outra, a formações de idade quaternária.



Itacoatiara apresenta um relevo relativamente plano, com poucas variações dos níveis topográficos, diferentemente de Manaus, o que torna o ambiente menos susceptível ao desenvolvimento de feições erosivas de grande impacto, como as voçorocas.

Sobre os aspectos hidrogeomorfológicos, o alto nível de velocidade do fluxo, se deve pelo estreitamento do canal de cerca de 1,67 Km na frente da cidade, juntamente com a rugosidade de seu leito sobretudo na parte do assoalho (Figura 16), ou seja, há grande presença de rochas no fundo que acabam influenciando na formação de fluxos turbulentos, manifestados como movimentos ascendentes, helicoidais ou em vórtices (CARVALHO, 2006).

Figura 16. Estreitamento do canal do rio Amazonas em Itacoatiara-AM



Fonte: Planet (2023)

Ao se tratar especificamente do rio Amazonas, traçando um cálculo da área, medindo a largura e profundidade, multiplicada pela velocidade em um trecho, este apresenta anualmente uma descarga líquida anual de 209.000 m³/s e suprimento sedimentar anual de 167 ton./km²/ano (SINHA *et al.*, 2005).

O rio Amazonas, durante o período de cheias, apresenta uma vazão máxima de 239.000 m³/s, e uma vazão média de 163.000 m³/s, na cidade de Óbidos, onde a maioria dos afluentes se juntam para formá-lo, sendo a estação fluviométrica de maior nível de vazão da bacia Amazônica (AGUIAR *et al.*, 2019).

Próximo à cidade de Itacoatiara, em comunidades e vilas como Miracauera, ocorrem intensamente processos fluviais com consequente perda de margem, o que Carvalho (2006) denomina de fenômeno das terras caídas, ou seja, termo regional que designa o processo de erosão lateral, mas que envolve diversos fatores para a sua ocorrência, como a pressão hidrostática, tipo de rocha, clima, neotectonismo, ações antrópicas e, principalmente, hidrodinâmica.

Através do impacto hidráulico e retirada de material das margens por movimentos e fluxos turbulentos, ocorre o desbarrancamento e desmoronamento das margens. Este mesmo autor considera que no rio Amazonas, o principal fator de erosão das margens está relacionado a “macroturbulência” (CARVALHO, 2006).

Tendo como base as diferenças conceituais entre erosão e movimento de massa, Amaral e Martins (2018) consideram que o primeiro se relaciona a desagregação e retirada de material de forma contínua e gradativa, ao contrário do movimento de massa, o qual se associa a retirada do material por movimento coletivo, com significativo papel da ação gravitacional de forma repentina.



Dessa maneira, sabendo que o fenômeno de terras caídas resultaria principalmente do solapamento das margens por impacto hidrodinâmico e posterior desbarrancamento das margens, ele estaria mais relacionado ao movimento de massa, do que a erosão lateral.

Esse processo de perdas de margens por movimentos de massa, é um processo mais comum em rios de água branca como o rio Amazonas e Madeira, do que em rios de água preta.

A dinâmica fluvial acontece a partir da intensa ação erosiva em margens côncavas onde o material removido é transportado e formam bancos de sedimentos, nas margens convexas a jusante do canal (CUNHA, 2021), ou seja, isso demonstra que nem toda várzea sofre com esse processo. Neste caso, Itacoatiara não apresenta indícios constantes de problemas com movimentos de massa, ao contrário de outros municípios do Amazonas que sofrem continuamente com os processos fluviais, como Parintins e São Paulo de Olivença (VIEIRA, 2023).

Nesse trecho do rio Amazonas e conseqüentemente na margem esquerda (Itacoatiara), à jusante da foz dos rios Preto e do rio Urubu, acaba por exercer alguma influência no resultado da acidez da água, que registrou o valor de pH de 6.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma geral, o nível de acidez das drenagens analisadas na área de estudo varia entre 5 e 6, ou seja, valores considerados ácidos. A geomorfologia observada em alguns pontos do entorno da rodovia é influenciada por movimentos tectônicos, que se refletem a partir das linhas das stone lines, camadas de solo e da orientação dos canais, como rio Preto da Eva e rio urubu.

Verificou-se que a rodovia AM-10 segue sobre o divisor de águas até o município de Rio Preto da Eva (km 80), resultando na existência de apenas duas voçorocas no km 46. No entanto, após a passagem pela cidade, do km 80 até o km 270 em Itacoatiara, a rodovia passa a cortar os divisores e conseqüentemente, aumenta a ocorrência de voçorocas nesse trecho (n=13).

Em Novo Remanso, constatou-se a influência de pulsos tectônicos na morfologia do canal do rio Amazonas em face da existência de falésias, as quais nesse trecho apresentam em suas bases afloramentos lateríticos que protegem essas formas dos processos geodinâmicos superficiais (fluviais e pluviais).

Outro ponto de destaque no trecho da rodovia, deve-se ao Igarapé Peréua com formações de paleteiras e a pedogenética local, a qual se apresenta como sendo muito arenosa, uma possível evolução do Latossolo para o Espodosolo.

O rio Urubu no trecho da Vila de Lindóia, apresenta seu canal atual centrado no talvegue do antigo leito desse rio. Aspecto confirmado através da geomorfologia local e a presença de stone lines na borda do antigo leito.

Sendo assim, este trabalho buscou descrever alguns pontos da rodovia AM-010 e do Distrito de Novo Remanso, os quais apresentam algumas características encontradas nesse trecho da Amazônia Ocidental, especificamente, em uma pequena porção do estado do Amazonas. Apesar da descrição sucinta, percebe-se a grande diversidade em termos geomorfológicos (formas e processos), sobretudo a fragilidade do ambiente frente as intervenções antrópicas.



REFERÊNCIAS

- AB' SABER, A.N. Formas do relevo: Projeto brasileiro para ensino de geografia. 1. ed. São Paulo: EDART. 1975, 80 f.
- AB'SÁBER, A. N. Amazônia: do discurso à práxis. 2. ed. São Paulo: Edusp, 1996.
- AGUIAR, R. S.; ROCHA, E. J. P.; SOUZA JUNIOR, J. A.; SANTOS, J. T. S.; DOS SANTOS, J. S. Análise de Componente do Regime Hidrológico da Bacia do Rio Amazonas em Anos de Eventos Climáticos. *Revista Brasileira de Geografia Física*, [S. l.], v. 12, n. 3, p. 988–1002, 2019. DOI: 10.26848/rbgf.v12.3.p988-1002.
- AMARAL, C. M.; MARTINS, R. A. Breve análise conceitual de erosão e movimentos de massa. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO AMBIENTAL E BIODIVERSIDADE, 7., 2018, Rio de Janeiro, Anais [...]. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2018. p. 189-192.
- CARVALHO, J. A. L. Terras caídas e consequências sociais: Costa do Miracouera-Paraná da Trindade, município de Itacoatiara-AM, Brasil. 2006. Tese (Mestrado em Sociedade e Cultura na Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2006.
- CLIMATE HAZARDS CENTER - CHIRPS. Precipitation Estimates from Rain Gauges and Satellite Observations. 2023. Disponível em: <<https://www.chc.ucsb.edu/>>. Acesso em: 28 dez. 2023.
- CORDEIRO, C. L. O.; ALFAYA, F. A. V. S.; ROSSETTI, D. F. Influência do solo e da elevação na estimativa de distribuição de campinarana em uma área transicional do Parque Nacional do Viruá – RR. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, 14., 2013, Foz do Iguaçu. Anais [...]. Foz do Iguaçu: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2013. p. 2835-2842.
- COSTA, J. B. S.; BEMERGUY, R. L.; HASUI, Y.; BORGES, M. S.; JÚNIOR, C. R. Paranhos Ferreira; BEZERRA, Pedro Édson Leal; COSTA, Marcondes Lima da; FERNANDES, José Maria Garrafiolo. Neotectônica da região amazônica: aspectos tectônicos, geomorfológicos e deposicionais. *Geomomos*, Belo Horizonte, v. 4, n.2, p. 22-44, dez. 1996.
- CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 15. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2021. p. 221-252.
- DANTAS, M. E.; MAIA, M. A. M. Compartimentação geomorfológica. In: MAIA, M. A. M.; MARMOS, J. L. Geodiversidade do Estado do Amazonas. Manaus: CPRM, 2010. p. 27-44.
- DIRANE, A. C. M. Mapeamento das áreas de risco a voçorocamento e caracterização geoambiental da rodovia Am-010 Manaus/Itacoatiara - AM. 2016. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.
- DIRANE, A. C. M.; VIEIRA, A. F. S. G. Mapeamento de Voçoroca na rodovia AM-010. In: VIEIRA, A. F. S. G.; MOLINARI, D. C. Geografia Física da Amazônia. 1.ed. Manaus: EDUA, 2020. p. 15-28.
- EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018. p. 165-232
- FERREIRA, C.A.C. Análise comparativa de vegetação lenhosa do ecossistema de campina na Amazônia brasileira. 2009. Tese (Doutorado em Biologia Tropical e Recursos Naturais) – Instituto Nacional de Pesquisa da Amazonia-INPA, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2009.
- FILIZOLA, N.; GUYOT, J.L. Fluxo de sedimentos em suspensão nos rios da Amazônia. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 41, n. 41, p. 566-576, dez. 2011. DOI: <https://doi.org/10.25249/0375-7536.2011414566576>.
- FISCH, G.; MARENCO, J. A; NOBRE, C. A. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. *Acta Amazônica*, v. 28, n.28, p. 101-101, jun. 1998. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-43921998282126>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aa/a/NVRbNSn7P5z4hjtFNmMjLjx>.
- GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 15. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2021. p. 149-196.



GUIMARÃES, F. S.; BUENO, G. T. As campinas e campinaranas amazônicas. Caderno de Geografia, v. 26, n. 45, p. 113-133, jan. 2016. DOI: <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2016v26n45p113>.

HORBE, A. M. C.; OLIVEIRA, L. G. S. Química de ígarapés de água preta do nordeste do Amazonas - Brasil. Acta Amazônica, v. 38, n. 4, p. 753-759, dez. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672008000400020>.

IBGE. Banco de Dados de Informações Ambientais. 2010. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/>. Acesso em: 28 jun. 2023.

IBGE. Downloads IBGE. 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias>. Acesso em: 28 jun. 2023.

IBGE. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. p. 65-83.

IDAM. Relatório atividades trimestral. 2019. Acessado em 22 out 2024. Disponível em: www.idam.am.gov.br/biblioteca/biblioteca-rat/

IGREJA, H. L. S. Aspectos do Modelo Neotectônico da Placa Sul-Americana na Província Estrutural Amazônica, Brasil. 1998. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 1998.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. Fundamentos de metodologia científica. - 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MAIA, S. T.; COSTA, T. V.; COSTA, F. S. Níveis tecnológicos na produção de abacaxi (Ananas comosus) em agroecossistemas familiares de Novo Remanso (Itacoatiara/Amazonas). Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 62, n. 2, p. e269860, dez. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2022.269860>.

MAPBIOMAS. Coleção 7.0. 2023. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.>. Acesso em: 28 dez. 2023.

OLIVEIRA, M. A. T. Processos Erosivos e Preservação de Áreas de Risco de Erosão por Voçorocas. In: GUERRA, A. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 57-99.

OLIVEIRA, M.A.T. Erosion disconformities and gully morphology: a three-dimensional approach. CATENA, v. 16, p. 413-423, 1989. DOI: [https://doi.org/10.1016/0341-8162\(89\)90024-6](https://doi.org/10.1016/0341-8162(89)90024-6).

PAES, K. S.; FILHO, A. B. F.; MOLINARI, D. C. Caracterização geomorfológica da rodovia AM-010: trecho compreendido nas adjacências do km 124 (Rio Preto - Vila de Lindóia/Itacoatiara) - Amazonas/Brasil. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 12, n. 38, p. 57-64, 2011. DOI: 10.14393/RCG123816467.

REIS, N. J.; ALMEIDA, M. E. Arcabouço geológico. In: MAIA, M. A. M.; MARMOS, J. L. Geodiversidade do Estado do Amazonas. Manaus: CPRM, 2010. p. 15-26.

ROSSETTI, D.F; BERTANI, T.C; ZANI, H.; CREMON, E.H; HAYAKAWA, E.H. Late Quaternary sedimentary dynamics in Western Amazonia: implications for the origin of savanna/forest contrasts. Geomorphology, Amsterdam, v. 177-178, p. 74-92, dez. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.07.015>.

ROZO, J.M.G.; NOGUEIRA, A.C.R.; HORBE, A.M.C.; CARVALHO, A.S. Depósitos neógenos da Bacia do Amazonas. In: HORBE, A. M. C.; SOUZA, V. S. Contribuições à geologia da Amazônia. 4. ed. Manaus: Sociedade Brasileira de Geologia – Núcleo Norte, 2005. p. 201-207.

SANTOS, L. J. C.; SALGADO, A. A. R.; RAKSSA, M. L.; MARRENT, B. R. Gênese das linhas de pedra (revisão de literatura). Revista Brasileira de Geomorfologia, [S. l.], v. 11, n. 2, nov. 2010. DOI: 10.20502/rbg.v11i2.157.

SILVA, E.D. Causas e consequências da ocorrência de voçorocas nas estradas AM-330 (Silves) e AM-363 (Itapiranga), Amazonas-Brasil. 2014. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2014.



SILVA, G. M.; VIEIRA, A. F. S. G. Mapeamento de voçorocas na cidade de Rio Preto da Eva (AM). Geosaberes, Fortaleza, v. 11, p. 517 - 531, jul. 2020. DOI: <https://doi.org/10.26895/geosaberes.v11i0.947>.

SINHA, R.; LATRUBESSE, E. M.; STEVAUX, J. C. Grandes sistemas fluviais tropicais: uma visão geral. Revista Brasileira de Geomorfologia, [S. l.], v. 6, n. 1, nov. 2005. DOI: 10.20502/rbg.v6i1.35.

SIOLI, H. Amazônia: fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais. 1. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 1985.

SOARES, L.D.; VIEIRA, A.F.S.G.; SILVA, G.M. Caracterização ambiental do Distrito de Novo Remanso, Itacoatiara, AM. In: MARINHO R.R., SOUZA, G.A., SILVA NETO, J.C.A. A geografia amazônica em múltiplas escalas. 2. ed. Manaus: EDUA, 2022. p. 59-78.

SOUSA, K. C.; CARVALHO, J. A. L.; ALVES, A.; SILVA, G. M. Caracterização dos processos de erosão fluvial e movimento de massa na falésia fluvial do rio Negro, Amazonas. Boletim Paulista de Geografia, [S. l.], v. 1, n. 103, p. 54–66, out. 2020.

STERNBERG, H. O. Vales tectônicos na Planície Amazônica? Revista Brasileira de Geografia, v 12, n. 4, p. 3-26, 1950.

SUGUIO, K., BIGARELLA, J.J. Ambientes fluviais. 2. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 1990.

VIEIRA, A. F. G. Desenvolvimento e distribuição de voçorocas em a Manaus (AM): principais fatores controladores e impactos urbanos ambientais. 2008. Tese de Doutorado (Doutorado em Geografia) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

VIEIRA, A. F. G.; ALBUQUERQUE, A.R. Cadastramento de voçorocas e análise de risco erosivo em estradas: BR-174 (Trecho Manaus–Presidente Figueiredo). In: Simpósio Nacional de Geomorfologia e I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia, 2004, Santa Maria. Anais [...]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2004. p. 50-65, 2004.

VIEIRA, A. F. S. G.; LIMA, C. M. R.; SILVA, G. M. Caracterização das voçorocas da área urbana de Rio Preto da Eva (AM), Norte do Brasil. Geologia USP. Série Científica, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 95–107, 2023. DOI: 10.11606/issn.2316-9095.v22-195101. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/guspsc/article/view/207994>.

VIEIRA, A. F.G. Erosão por voçorocas em áreas urbanas: o caso de Manaus (AM). 1998. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

VIEIRA, A.F.G. Voçoroca e outras feições. In ALBUQUERQUE, A. R. Contribuições teórico-metodológicas da geografia física. 1. ed. Manaus: EDUA, 2010. p. 41-65.

VIEIRA, A.F.S.G. Vazão do rio Amazonas em Óbidos. Itacoatiara: informação oral, 2023.

