

**CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DO FURO DO PARACUÚBA,  
IRANDUBA, AMAZONAS, BRASIL**

**MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION OF THE CHANNEL IN PARACUÚBA,  
IRANDUBA, AMAZONAS, BRAZIL**

**CARACTÉRISATION MORPHOMÉTRIQUE DU CANAL DE PARACUÚBA,  
IRANDUBA, AMAZONAS, BRÉSIL**

Sandrea Araujo Cascaes<sup>1</sup> <https://orcid.org/0009-0001-0835-0799>

Antonio Fábio Sabbá Guimarães Vieira<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-9416-8765>

**RESUMO**

O objetivo principal deste trabalho foi descrever a morfometria do Furo do Paracuúba, em Iranduba-AM, destacando suas modificações no período de 2006 a 2018. Assim, foram utilizadas imagens de satélites compreendendo 13 anos, sendo incluída a mensuração das variáveis geométricas: área, largura média, comprimento e índice de sinuosidade, calculadas através do software *Qgis* 3.10.3. O uso e cobertura da terra foi feito a partir da interpretação visual e individual das imagens em ambiente de SIG. A alteração no contorno do canal foi verificada a partir da sobreposição do mapa elaborado (2006-2018) com o contorno do canal a partir de plantas batimétricas. Os resultados apontam que as principais alterações ocorrem na saída do canal; o canal tem se tornado mais largo nos últimos anos; na porção da saída vem ocorrendo processo constante de deposição; desenvolvimento de uma ria fluvial na foz do rio Janauari; mudança de direção do curso d'água de N para NE; os processos de modelamento do canal vêm sendo marcado pelos constantes movimentos de massa de suas margens. Portanto, nota-se uma transformação deste canal ao longo dos anos monitorados, principalmente em sua forma e dinâmica dos processos envolvidos.

**Palavras-chaves:** Morfometria de canais. Movimentos de massa. Amazônia.

**ABSTRACT**

The main objective of this work was to describe the morphometry of Furo do Paracuúba, in Iranduba-AM, highlighting its changes in the period from 2006 to 2018. Thus, satellite images comprising 13 years were used, including the measurement of geometric variables: area, average width, length and sinuosity index, calculated using the *Qgis* 3.10.3 software. Land use and land cover was based on the visual and individual interpretation of the images in a GIS environment. The change in the contour of the channel was verified by superimposing the map prepared (2006-2018) with the contour of the channel from the bathymetric plans. The results indicate that the main changes occur at the channel exit; the channel has become wider in recent years; in the outlet portion a constant process of deposition has been taking place; development of a river estuary at the mouth of the Janauari River;

<sup>1</sup>Mestre em Geografia – Programa de Pós-graduação em Geografia/Universidade Federal do Amazonas. Professora do Centro de Mídias do Amazonas - CEMEAM/SEDUC-AM. E-mail: [sandrea.araujo@seducam.pro.br](mailto:sandrea.araujo@seducam.pro.br)

<sup>2</sup>Doutor em Geografia – Professor Associado 4 do Departamento de Geografia e do Programa de Pós-graduação em Geografia/Universidade Federal do Amazonas. E-mail: [fabiovieira@ufam.edu.br](mailto:fabiovieira@ufam.edu.br)

change of direction of the watercourse from N to NE; the modeling processes of the channel have been marked by constant mass movements on its banks. Therefore, a transformation of this channel can be observed over the years monitored, mainly in its form and dynamics of the processes involved.

**Keywords:** channel morphometry, landslides, Amazon.

---

## RÉSUMÉ

L'objectif principal de ce travail a été de décrire la morphométrie du canal de Paracuúba à Iranduba-AM, en soulignant ses modifications durant la période de 2006 à 2018. Ainsi, des images satellites de 13 ans ont été utilisées, y compris la mesure des variables géométriques: surface, largeur moyenne, longueur et indice de sinuosité, calculées par le logiciel Qgis 3.10.3. L'utilisation et la couverture de la terre a été faite à partir de l'interprétation visuelle et individuelle des images dans l'environnement SIG. La modification du contour du canal a été vérifiée à partir du chevauchement de la carte élaborée (2006-2018) avec le contour du canal à partir des plantes bathymétriques. Les résultats montrent que les principaux changements se produisent à la sortie du canal; le canal est devenu plus large ces dernières années; à la sortie, un processus constant de dépôt a eu lieu; le développement d'une ria fluviale à l'embouchure du fleuve Janauari; changement de direction du cours d'eau de N à NE; les processus de modélisation du canal ont été marqués par les mouvements constants de masse de ses marges. Par conséquent, on note une transformation de ce canal au fil des ans surveillés, principalement dans sa forme et la dynamique des processus impliqués.

**Mots clés:** morphométrie de canaux, mouvements de masse, Amazonie.

---

## INTRODUÇÃO

O Furo do Paracuúba passou por transformações antrópicas que causaram mudanças diretas na sua dinâmica hidrológica natural. A primeira que se tem registro foi em 1947, com a realização dos serviços de dragagem do leito, alargamento e rebaixamento da sua entrada (voltada para o rio Solimões) e sua retificação em determinados trechos. Entretanto, os serviços não foram concluídos, sendo postergados com paralisações anuais em razão das condições apresentadas pelo rio de acordo com as informações do engenheiro-diretor da Diretoria Regional de Portos e Vias Navegáveis do Ministério dos Transportes, conforme a matéria divulgada em jornal da época (Jornal do Comércio, 21/09/1971).

A entrada do canal, margeada pelo baixo curso do rio Solimões, está distante a cerca de 16 km da confluência dos rios Negro e Solimões, enquanto sua saída se encontra a aproximadamente 11 km distante até o encontro das águas. Embora a dinâmica fluvial do furo do Paracuúba seja influenciada pelos dois grandes caudais, o canal recebe o maior aporte de água (volume) e na maior parte do ano do rio Solimões, indo desaguar no rio Negro.

Por uma lógica conceitual, algumas definições de furos da literatura são mencionadas, como de Le Coint (1903), definindo como um canal natural estreito, fazendo comunicar dois

lagos ou dois rios. Ab'Saber (2003) explica que se trata de um canal fluvial sem corrente própria, que secciona uma ilha fluvial ou interliga componentes intermediários de uma planície de inundação. Para Guerra e Guerra (1997, p.290), um furo é uma “denominação regional amazônica para os braços d’água que ligam um curso d’água a outro ou a um lago ou, ainda, pelo montante da foz ao curso d’água em que deságua”.

Na Folha SA-21 Santarém, Nascimento *et al.* (1976, p.166) através do Projeto RADAM BRASIL propuseram a seguinte conceituação para os furos: “correspondem a todo canal de drenagem que liga um rio a outro rio, um rio a um lago ou um rio a ele mesmo”. A Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental – AHIMOC (2001), conceituou o Furo do Paracuúba como sendo um “furo de colmatagem”. Todavia, esse conceito não se aplica ao canal em estudo, uma vez que teria validade se o furo estivesse transportando água do rio principal, no caso, do rio Solimões para um lago, pois apesar do Janauari ser chamado de lago, trata-se de um rio com o desenvolvimento de uma ria de foz afogada (CASCAES, 2020).

Nenhum dos conceitos apresentados consegue representar a definição deste canal. Assim, utiliza-se a classificação combinando sua possível origem e sua fisionomia atual, como sendo um “furo de extravasão modificado antropicamente” (CASCAES, 2020). Esta classificação proposta, parte da observação do registro mais antigo do canal, o qual teria tido sua gênese a partir de uma “brecha de extravasão” (STERNBERG, 1998, p.95), a qual designa os pequenos cursos d’água (furos e igarapés) que são nutridos pelos grandes rios e paranás. Todavia, ressalta-se que, ainda que em sua origem fosse uma brecha, o pequeno curso d’água de pouca profundidade ainda não correspondia a um furo, pois não ligava outros canais entre si, passando a ser um furo pela ação humana. Logo, por meio da abertura que afetou o processo natural da passagem da água, o canal expandiu-se lateralmente e longitudinalmente e continua aumentando, ou melhor, extravasando, tornando-se mais longo e extenso a jusante, ligando nos dias atuais, o rio Solimões ao rio Negro e não mais ao rio January, o qual passou a ter sua foz represada por esse furo.

Em face às variadas formas de relações entre a ação humana e o meio natural que implicam na dinâmica fluvial e nos processos correlatos no canal do Paracuúba, este trabalho objetiva analisar sua morfometria e suas alterações no período de 2006 a 2018. O estudo adotou os seguintes procedimentos metodológicos: medição da largura; comprimento; índice de sinuosidade; área e mapeamento do uso e cobertura da terra a partir de imagens de satélites da série multitemporal (2006, 2008, 2010, 2016 e 2018).

Um estudo sob o ponto de vista geográfico permite vislumbrar e compreender a

reconfiguração das margens do canal e de suas paisagens, numa perspectiva temporal e espacial, sendo uma fonte para os estudos de Geomorfologia Fluvial na Amazônia, além de se constituir como uma base para discutir o estado de equilíbrio do sistema fluvial.

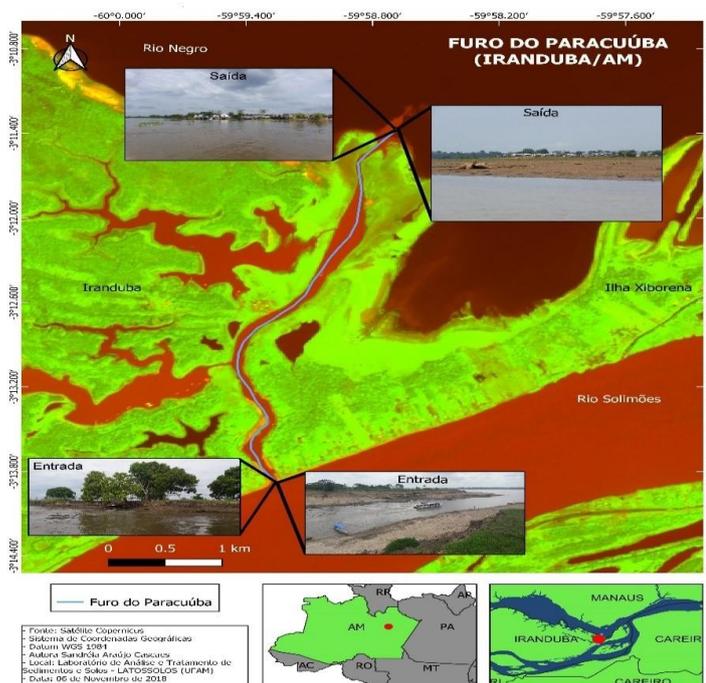
## ÁREA DE ESTUDO

O Furo do Paracuúba está localizado à jusante da sede do município de Iranduba, (Figura 1). Ele liga o rio Solimões ao rio Negro, margeando uma planície de inundação (CPRM, 2018). O acesso a área de estudo é realizado somente por via fluvial. Observações em campo, evidenciaram que o sentido do fluxo da água neste canal segue do rio Solimões (entrada), desaguando no rio Negro (saída). Da entrada do furo pelo Solimões até o porto de Manaus, contornando a Ilha Xiborema, a extensão é de cerca de 31,39 km, enquanto a saída do furo pelo Negro até o porto de Manaus é de cerca de 8,11 km.

Embarcações que chegam pelo rio Solimões, ao utilizar o furo, encurtam a viagem em aproximadamente 23 km. Em relação à distância da entrada e saída do canal até a confluência do Negro e Solimões, equivalem a 11,45 km e 16,50 km, respectivamente. Logo percebe-se a grande importância desse canal para a navegação. Esse canal possui uma extensão aproximada de 4,0 Km e é utilizado como rota alternativa à navegação. Abarca duas comunidades ribeirinhas, a de Santo Antônio do Paracuúba localizada na margem esquerda do Baixo Rio Solimões, a montante do furo e a Comunidade de Vila Nova à jusante, entre a foz do rio Janauari e o rio Negro.

De acordo com o EIA/RIMA (2012), a litologia de Iranduba é caracterizada em sua maior parte pela Formação Alter-do-Chão, do período Cretáceo Superior, que faz contato pela margem do rio Solimões com o material depositado no Quaternário. Magalhães (2011) destaca que na faixa de transição para a unidade conhecida como planície de inundação, mais precisamente na margem esquerda do rio Solimões, ocorrem os sedimentos quaternários que compreendem às áreas de várzeas, ou seja, zonas muito planas sujeitas a alagamento periódico, onde se processa atualmente deposição sedimentar e onde os processos de erosão fluvial e movimentos de massa são mais comuns. Portanto, geologicamente, a área de estudo apresenta aspectos distintos, estando o Furo do Paracuúba inserido em uma área de contato litológico, com a Formação Alter do Chão em um pequeno trecho de sua margem esquerda, contrapondo-se à predominância da unidade litoestratigráfica dos depósitos aluvionares nas duas margens.

**Figura 1** - Localização do Furo do Paracuúba em Iranduba/AM, com destaque para a entrada e saída do canal em período de cheia e de vazante.



Fonte - Cascaes, 2020.

O Furo do Paracuúba está inserido na faixa de transição entre duas unidades geomorfológicas, o planalto que margeia uma pequena parte da margem esquerda e a planície que domina a margem direita. A planície fluvial com modelados de dissecação (IBGE, 2010), caracteriza-se como uma área plana resultante de acumulação fluvial, sujeita a inundações periódicas, correspondendo às várzeas atuais. A planície de inundação abriga, no seu interior, um complexo sistema de drenagem com formas deposicionais como ilhas fluviais, barras arenosas, diques marginais, lagos, paranás e furos, que são transbordados parcial ou totalmente durante o período máximo de cheia, que no rio Solimões/Amazonas acontece normalmente nos meses de junho e julho (LATRUBESSE e FRANZINELLI, 2002; CARVALHO, 2006).

Neste âmbito, o Furo do Paracuúba revela uma dinâmica fluvial constante, que se integra ao complexo sistema de drenagem da planície de inundação amazônica, interligando dois sistemas fluviais muito importantes: o rio Solimões e o rio Negro, manifestando fortes inter-relações entre os processos geomorfológicos e hidrográficos.

A região onde se encontra o canal apresenta o domínio climático mais chuvoso do continente americano e a explicação para o regime dos rios amazônicos está condicionada ao regime pluvial que precipita dentro da bacia, que por sua vez depende dos deslocamentos das

massas de ar nesta larga faixa climática (NIMER, 1991). O IBGE (2010) caracteriza o clima da área estudada como estando no limite do Clima Equatorial Quente e Úmido com o Equatorial Quente e Superúmido, equilibrado pelas alterações da zona de convergência intertropical sobre a atuação dos alísios e as locais de baixas pressões.

A precipitação na parte central da Bacia Amazônica, segundo Marengo e Nobre (2009) ocorre em torno de 2.500 mm/ano, em uma banda zonalmente orientada, estendendo-se até a parte central da Amazônia, marcada por uma estação chuvosa no trimestre março, abril e maio. De acordo com os autores, as médias anuais de temperatura na região central equatorial são elevadas, com médias que ultrapassam os 26-28° C.

A vegetação do município de Iranduba se assemelha de forma geral às feições paisagísticas dos ecossistemas amazônicos. Na área próxima à área de estudo, predomina a Floresta Ombrófila Densa, com destaque para as árvores que são próprias de áreas de várzeas e que inundam todos os anos. Esse tipo de vegetação denominada de mata de várzea, é uma formação característica da Amazônia e localiza-se em terrenos holocênicos baixos e sujeitos a inundações (RIZZINI, 1976, FORTES, 2014).

As áreas de planície que anualmente são inundadas, na maior parte, não desenvolvem vegetação de porte arbóreo, sendo ocupadas, em geral, por plantas aquáticas flutuantes na cheia e por gramíneas herbáceas no período de vazante (NOVO, 2008). Fortes (2014) ressalta que as inundações episódicas de grande magnitude, além de possivelmente alterarem a planície de inundação e a morfologia do canal, podem reduzir ou ampliar o canal e/ou destruir a vegetação ciliar.

Relativamente à vegetação tem uma forte ligação com o solo, e estes são influenciados pela temperatura e outros processos. Desta maneira, a formação, composição, estrutura, textura dos solos exercem grande efeito não somente no desenvolvimento da vegetação, bem como na estabilidade das margens que participam ativamente na dinâmica do canal fluvial.

As várzeas e as terras firmes constituem duas ordens de paisagens inteiramente diferentes na Amazônia Central, na região próxima à calha do Rio Solimões. Nas várzeas predominam solos mais novos, formados a partir de sedimentos quaternários, em alguns casos apenas sedimentos em processo incipiente de pedogênese e nas terras firmes, os solos são mais evoluídos, formados a partir de sedimentos ou rochas do terciário ou ainda mais antigos (LIMA *et al.*, 2007).

Os Gleissolos e Neossolos Flúvicos representam os solos dominantes da planície aluvial ou várzea amazônica, constituídos por sedimentos fluviais holocênicos. Os Neossolos Flúvicos estão associados principalmente ao dique aluvial (barranco do rio) e às partes mais

elevadas do interior da várzea, enquanto os Gleissolos ocorrem na parte mais interior e mais elevada da várzea, por isso se encontram mais frequentemente saturados ou completamente submersos (TEIXEIRA *et al.*, 2007, GUIMARÃES *et al.*, 2013).

Lima *et al.* (2007) explicam que na constituição granulométrica e textural dos solos da várzea predominam frações mais finas, como silte e argila. A fração de areia é composta principalmente de areia fina. A presença de areia grossa, quando ocorrem, aparecem em percentuais muito baixos. Os percentuais de silte podem representar 50% da composição granulométrica do solo, o que revela o baixo grau de pedogênese deste ambiente. Os baixos percentuais de areia grossa mostram que os cursos d'água são pouco eficientes no transporte de sedimentos mais grosseiros até a planície de sedimentação. Os sedimentos mais grosseiros ficam mais restritos ao leito menor do rio, formando ilhas e barras alongadas paralelas às margens - extensas barras em pontal ou longos bancos transversais aos rios (LIMA *et al.*, 2007).

Contudo, uma pequena parte do canal está em uma área de contato litológico, onde verifica-se a presença de Plintossolo sobre a Formação Alter do Chão e os Neossolos Flúvicos, os solos dominantes nas margens do canal. Magalhães (2011), descreveu os solos e a sua suscetibilidade aos processos de terras caídas (movimentos de massa) na Comunidade do Divino Espírito Santo, próximo à área de estudo e concluiu que na região se desenvolvem os Neossolos Flúvicos Tb Eutróficos, com predomínio de características herdadas do material originário da região sub-Andina e Andina, sendo depositados anualmente em forma de colmatagem na planície de inundação. Esse tipo de solo é predominante nas margens do canal. Já os Plintossolos aparecem como pequenas manchas na porção de saída do canal, próximo ao rio Negro. Esta última classe necessita ser mais bem analisada em campo e em laboratório para sua caracterização/confirmação.

Na área de estudo, o uso dos solos para a produção agrícola, a criação de animais e a fixação de moradias possuem condições limitadas em decorrência da oscilação do nível das águas e sua proximidade com o lençol freático, entretanto, estes fatores não implicam nas suas condições de fertilidade, permitindo que muitos ribeirinhos desenvolvam suas práticas de cultivo e criação em áreas e culturas selecionadas.

Historicamente, de acordo com o Ministério da Aviação e Obras Públicas, através do Departamento Nacional de Portos, Rios e Canais, o Furo do Paracuúba sofreu uma marcante intervenção humana, em princípios de agosto de 1947, quando foi realizada uma operação com serviços de dragagem do seu leito, alargamento e rebaixamento de sua entrada no Solimões e retificação de determinados trechos (Figura 2) (BRASIL, 1950).

**Figura 2** - Furo do Paracuúba na década de 50 (Século XX).

(A) Desobstrução e dragagem do Paracuúba; (B) Limpeza e Rebaixamento da entrada do Paracuúba e (C) Retirada de paliteiros do leito do Paracuúba. **Fonte** - Ministério da Aviação e Obras Públicas - Departamento Nacional de Portos e Canais, 1950. **Modificado** por Cascaes, 2020.

A partir dessa modificação, mais moradores foram fixando moradias, principalmente na margem esquerda do canal, a parte mais habitada. Atualmente, o furo apresenta forte correnteza e serve de rota para embarcações regionais e expressos (embarcações regionais com forte propulsões, conhecidos localmente como “a jatos”) que geram fortes “banzeiros (ondas), aumentando o poder erosivo do canal (CPRM, 2018). Além de permitir o encurtamento de distâncias e conseqüentemente menor custo de combustível para os donos de embarcações. Rebelo Filho *et al.* (2017), relatam que durante a estiagem, a utilização do furo torna-se impraticável, mas durante a cheia reduz a distância da viagem. Segundo os autores, no período de nível fluviométrico mais baixo, quando surgem as praias no Solimões, por exemplo, há um aumento médio de 20% no consumo de combustível.

Em face à variedade de fatores e processos que caracterizam o canal e suas margens, o estudo das características morfométricas Furo do Paracuúba contribui consideravelmente para explicar a intrínseca relação entre a sociedade e a natureza, base de estudo da Geografia, como seus elementos interagem de forma conjunta e como interferem na dinâmica fluvial.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para a análise morfométrica do canal, foi realizado o levantamento de uma série histórica de imagens de satélites da série *Landsat 5*, sensor TM (*Thematic Mapper*) e *Landsat 8*, sensor OLI, compreendendo um intervalo de 13 anos (2006-2018). A análise multitemporal, de acordo com Roza *et al.* (2005) é uma boa ferramenta para identificar as

mudanças dos sistemas fluviais, e os dados adquiridos devem ser nas mesmas condições, na mesma época em relação ao período do ano e que possuam mínimas variações entre as cotas do corpo d'água. Portanto, optou-se por imagens com menor cobertura de nuvens para melhor interpretação da área em estudo. O sistema de coordenadas geográficas aplicado no conjunto de dados foi o *Universal Transverse Mercator* (UTM), Zona 20S, Datum SIRGAS 2000. As imagens selecionadas estão na órbita 231, Ponto 62 e foram adquiridas de forma gratuita na plataforma do site do Departamento dos Estados Unidos (*USGS- United States Geological Survey*), conforme a descrição no Tabela 1.

**Tabela 1** - Dados das imagens de satélite selecionadas para estudo.

<b>Imagem</b>	<b>Órbita /Ponto</b>	<b>Data</b>
Landsat TM 5	231/62	02/09/2006
Landsat TM 5	231/62	30/06/2008
Landsat TM 5	231/62	27/10/2010
Landsat OLI 8	231/62	27/07/2016
Landsat OLI 8	231/62	19/09/2018

Fonte - USGS. Org.: Cascaes, 2020.

O estudo incluiu a mensuração de algumas variáveis geométricas do canal, tais como: **área, largura média, comprimento e índice de sinuosidade**, que foram calculadas através da ferramenta “calculadora de campo” no software *Qgis* 3.10.3 e comparados os resultados nos diferentes anos, isto posto:

**a) Área (A)**

Mensuração de toda a área abrangente do canal (A), projetada em plano horizontal, calculando-se sua largura x comprimento, representada em ha.

**b) Largura média (l)**

Medição da largura da superfície da camada de água que recobria o canal em três seções transversais: entrada, meio e saída a partir das imagens de satélites dos diferentes anos. Com os valores obtidos, calculou-se a largura média do furo para cada ano em análise.

**c) Comprimento (L)**

Trata-se da distância da foz até a nascente mais distante da mesma. No estudo, a medição foi tomada da sua extremidade de entrada (Rio Solimões) até sua extremidade na saída (Rio Negro), considerando-se toda a extensão deste curso de água.

**d) Índice de Sinuosidade (Is)**

Estimou-se o comprimento verdadeiro do canal com a distância vetorial (em linha reta) entre seus dois pontos extremos. Onde aplicou-se a seguinte equação:

$$Is = L/Dv$$

Onde:

Is = Índice de sinuosidade

L = Comprimento verdadeiro

Dv = Distância vetorial

Segundo Dury (1969) *apud* Christofolletti (1980), um canal é considerado meândrico quando o índice é igual ou superior a 1,5. A partir dos valores de **Is** foi possível atribuir uma classificação do padrão de canal do furo do Paracuúba, podendo ser retilíneo, meandrante ou anastomosado.

Relativo à análise multitemporal, consistindo no uso e cobertura da terra, executou-se a interpretação visual e individual das imagens e posteriormente a classificação supervisionada no Sistema de Informação Geográfica (SIG). A classificação é um tratamento de pixel por pixel de forma supervisionada das imagens de satélites.

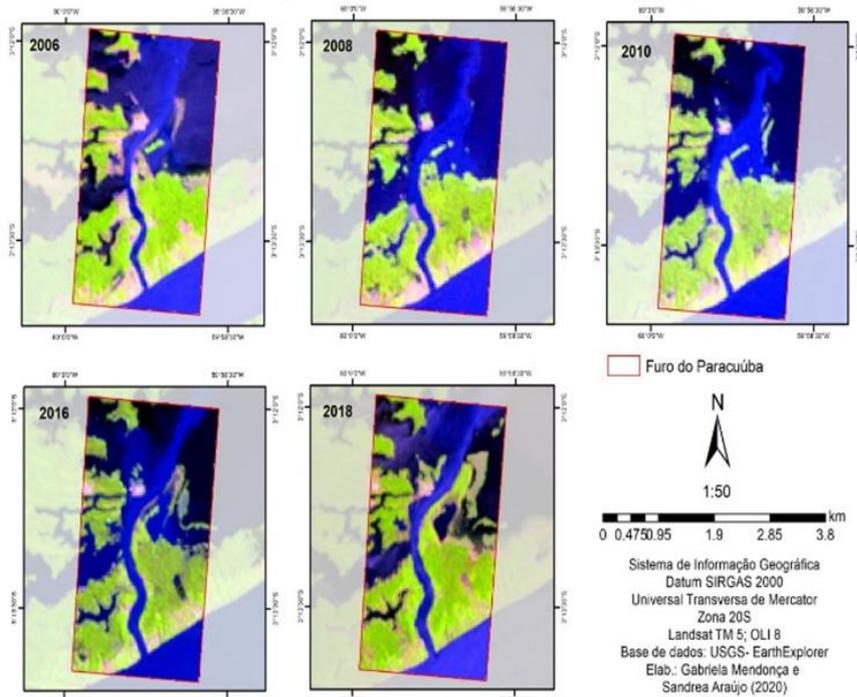
Efetuada a classificação, foram gerados os mapas de comparação de Uso e Cobertura da terra, verificando-se as transformações das margens fluviais do canal. A identificação das classes foi embasada no Sistema de Classificação da Cobertura e do Uso da Terra proposto pelo Manual Técnico do Uso da Terra (IBGE, 2006) com a indicação de 3 (três) classes: hidrografia, solo exposto e vegetação. A primeira consiste nas áreas que representam os corpos d'água, a segunda nas áreas antropizadas e a terceira nas áreas de vegetação.

A Figura 3 mostra o mosaico de imagens, conforme os limites da área de estudo, tratadas no software *Arcgis* e utilizadas para a análise da morfometria do canal e mapeamento de uso e cobertura da terra.

Com os valores das variáveis morfométricas do canal relativo aos anos analisados, realizou-se uma correlação à sua evolução espacial através do Mapa de Uso e cobertura da terra, a fim de comparar as principais mudanças do canal durante os 13 anos abrangidos na análise e por conseguinte, as áreas que mais sofreram alterações. Para o embasamento da avaliação, utilizou-se os valores de cota média do rio Solimões, que foram obtidos no site da ANA-Agência Nacional das Águas, específico da Estação Fluviométrica de Manacapuru (Código da Estação:14100000) e os dados de cota do rio Negro a partir das informações disponíveis no site do Porto de Manaus ([www.portodemanous.com.br](http://www.portodemanous.com.br)).

Para gerar o mapa que indica a mudança de contorno do canal, sobrepôs-se o mapa elaborado de erosão e deposição (2006-2018) com o contorno do canal visível nas plantas batimétricas disponibilizadas pela AHIMOC (2001).

**Figura 3** - Mosaico de imagens de satélites da série multitemporal (2006-2018).



Fonte - CASCAES, 2020.

A análise multitemporal é essencial para elucidar a evolução do canal, correlacionando-se a sua dinâmica fluvial e os demais fatores que contribuem para suas mudanças, envolvendo os aspectos hidrodinâmicos, geodinâmicos e antrópicos (CASCAES, 2020).

## RESULTADOS

A evolução espaço temporal tem desencadeado muitos efeitos sobre a dinâmica geomorfológica e modelagem da paisagem no Furo do Paracuúba. Os impactos sobre o curso d'água são contínuos, tanto pela ação natural quanto pelas embarcações, que navegam e o utilizam como uma opção de via de ligação e encurtamento de distâncias entre os rios Solimões e Negro. Para entender as alterações ocorridas na sua morfologia foi necessário analisar o arranjo atual de sua morfometria, uma vez que o canal vem ajustando suas formas em diferentes escalas temporais. Stevaux e Latrubesse (2017), elucidam que o primeiro dos conceitos fundamentais dos estudos fluviais é a escala espaço temporal e as variáveis afetadas a essa escala. Assim, destacam que as variáveis de pequena extensão espacial possuem

pequena extensão temporal e desta forma, uma forma de leito, que se dimensiona entre centímetros ( $10^{-2}$ ) e dezenas de metros ( $10^1m$ ), tem uma dimensão temporal que se define entre dias ( $10^{-2}$ ) e meses ( $10^1$ anos).

É importante remeter que as primeiras intervenções humanas no Furo do Paracuúba, no ano de 1947, causaram mudanças diretas na sua dinâmica hidrológica natural, que consistiram na realização dos serviços de dragagem do leito, alargamento e rebaixamento da entrada (voltada para o rio Solimões) e também sua retificação em determinados trechos. Todavia, os serviços não foram concluídos, sendo postergados para anos seguintes, com paralisações anuais em razão das condições apresentadas pelo rio, conforme as informações do engenheiro-diretor da Diretoria Regional de Portos e Vias Navegáveis do Ministério dos Transportes, que informou na matéria divulgada no Jornal do Comércio. Seis anos após esta intervenção, o canal ainda apresentava um aspecto predominantemente natural e bastante estreito, diferente dos dias atuais (Figura 4):

**Figura 4** - Furo do Paracuúba no ano de 1953 (Foto A) e no ano de 2019 (Foto B).



**Fonte** - Jablonskyz e Soares, 1953 (A); VANT-LATOSSOLO em 28/10/2019 (B).

A análise da variável largura (l), medida nas três seções transversais do curso d'água (2006-2018), revelou que a porção de entrada e do meio são os trechos que mais apresentaram variação da medida, com acréscimos e decréscimos, enquanto a porção da saída apresentou contínuo aumento nos anos subsequentes (Tabela 2):

**Tabela 2 - Largura do canal (m) em diferentes anos**

Anos	Entrada	Meio	Saída
<b>2006</b>	108,18	139,18	123,86
<b>2008</b>	106,29	171,71	283,61
<b>2010</b>	128,51	213,93	296,57
<b>2016</b>	137,37	180,38	337,75
<b>2018</b>	182,17	188,29	311,31

Fonte - Cascaes, 2020.

A largura é uma variável que tende a aumentar seus valores em direção a jusante. Fato este identificado nos anos de 2008, 2010, 2016 e 2018. A exceção é verificada no ano de 2006, quando a porção do meio do canal se apresentava mais larga. O valor da largura média no ano de 2008 era esperado devido a imagem adquirida ser de um período de cheia.

Constatou-se que a largura média aproximada do canal se modifica constantemente, com um aumento de cerca de 103,50 m de diferença entre os anos de 2006 e 2018. Estas medidas indicam mudanças ocorridas no leito e nas margens, demonstrando que o rio vem ampliando a largura do canal, marcado pela erosão lateral intensa através do solapamento e/ou desbarrancamento das margens.

Conforme se evidenciou “*in locu*”, a ação erosiva e os processos decorrentes de movimentos de massa são mais intensos nas porções de entrada e meio do canal (zona de aporte e zona de transferência). Isto pressupõe o aumento da vazão líquida nos últimos anos e de sua carga sedimentar, ocasionando um efeito determinante na sua diminuição para a jusante. Novo (2008), enfatiza que o fluxo da maioria dos rios aumenta para a jusante, assim como sua carga, o que diminui a sua capacidade erosiva. Se por qualquer razão ocorrer a diminuição do fluxo ocorre a deposição.

Além da largura, que demonstrou maior aumento, outras variáveis morfométricas do perfil longitudinal do canal têm se modificado nesse intervalo de 13 anos. A Tabela 3 demonstra os valores médios das variáveis no período analisado e permite comparar as mudanças ocorridas nesses anos.

**Tabela 3 - Valores quantitativos das variáveis morfométricas do canal no período de 2006 a 2018.**

Variáveis/Ano	2006	2008	2010	2016	2018	Varição (2006-2018)	%

<b>Largura média (m)</b>	123,7	187,2	213,0	218,5	227,2	103,5	83,6
<b>Comprimento (Km)</b>	2,59	2,59	2,54	2,58	3,16	0,57	22
<b>Índice de sinuosidade</b>	1,16	1,19	1,15	1,14	1,12	0,1	-3,4
<b>Área (ha)</b>	98	107	135	139	140	42,0	42

**Fonte** - Cascaes, 2020.

Próximo a saída, o fluxo é fortemente influenciado pela dinâmica da confluência com o rio Negro. Neste trecho, verificou-se o barramento hidráulico que as águas do canal provindas do Solimões provocam no local, causando o surgimento de um ambiente de deposição de sedimentos. Desta forma, vem ocorrendo o acréscimo de terras principalmente junto a margem direita e com isto a mudança de direção do curso d'água, ou seja, o furo está aumentando de extensão/comprimento (L) e mudando a direção do seu curso antes do encontro com o rio Negro no sentido N/NE.

Conseqüentemente, o Furo do Paracuúba tende a se tornar mais comprido, conforme se evidenciou *in locu* nos períodos de nível mais baixo das águas, apesar de que essa variável mensurada por meio da análise das imagens de satélites não demonstrou mudanças muito significativas de aumento, ficando em torno de 22%.

No período analisado, o Índice de Sinuosidade - Is indicou uma pequena oscilação, porém sempre exibindo baixa sinuosidade (menor que 1,5). O Is encontrado na pesquisa foi muito próximo a 1,0 apontando tendência retilínea, o que pode induzir a maior velocidade da água, maior transporte e menos sedimentos acumulados no canal.

A literatura aponta que a sinuosidade de um canal é influenciada pela carga de sedimentos, a compartimentação litológica, a estruturação geológica e a sua declividade. Quando o Is possui valor próximo a 1,0 os canais apresentam tendência retilínea e tendem a ser tortuosos com valores superiores a 2,0, enquanto os valores intermediários indicam formas transicionais (HORTON, 1945).

Araújo (2018) ressalta que não se pode atribuir um único tipo de padrão de canal para todo o perfil longitudinal do rio, visto que os padrões variam conforme o trecho. Diante disso, o que ocorre é a predominância de um padrão em um determinado trecho. Nesta proposição e das observações em campo, é possível sustentar que o Furo do Paracuúba, nos segmentos da entrada e do meio do canal apresenta fisionomia do tipo meandrante e no segmento da saída, a retilinidade, que corresponde a baixa sinuosidade indicada nas medições das imagens de

satélites em período de vazante.

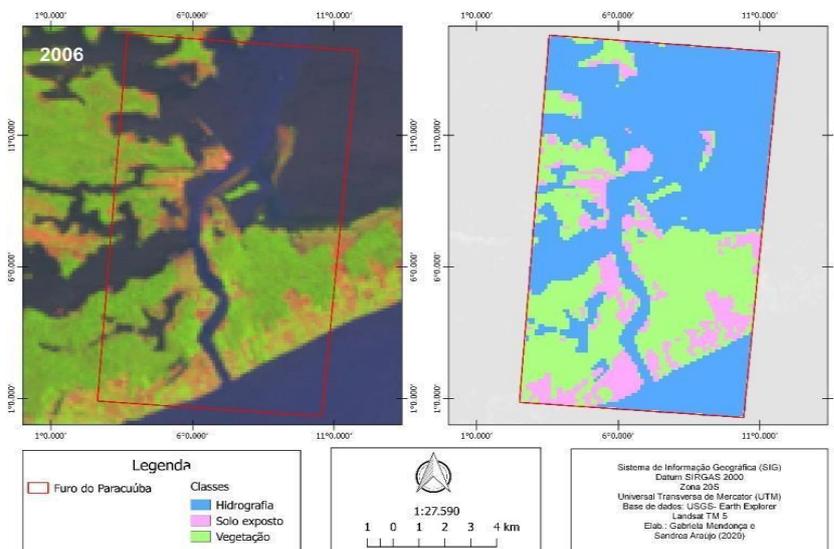
Quanto à área, entre os anos de 2006 e 2018, houve um aumento de 42 hectares, o que corresponde uma média 3,2 ha, mostrando-se proporcional ao aumento da largura e comprimento.

Isto posto, enfatiza-se que o fluxo das águas em um canal tem importante participação nas suas mudanças morfométricas, que não ocorrem de forma homogênea e mudam com o tempo, inter-relacionados com os processos de erosão, deposição e transporte que se desenvolvem temporal e espacialmente.

No que diz respeito ao uso e cobertura da terra para o período em análise, reconheceu-se um aumento das áreas de solo exposto e das áreas de vegetação na área do entorno do canal entre 2006 a 2018. Esta última classe, apareceu mais concentrada na margem direita e na porção central do canal, onde se observa nos dias atuais a menor presença de moradias. Nas partes onde o solo aparece descoberto são as áreas com maior ocorrência dos processos erosivos e das cicatrizes de movimentos de massa constatados pela metodologia do VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado) como parte da pesquisa, principalmente na margem esquerda do canal, onde encontram-se os maiores adensamentos das duas comunidades ribeirinhas abrangidas pelo furo, evidenciando a intensa supressão das matas ciliares.

Os resultados da classificação supervisionada para o ano de 2006 mostraram o entorno do canal marcado por uma fisionomia contraposta em suas margens. A classe vegetação é dominante na extensão da margem direita, enquanto na margem esquerda, predomina o processo de antropização (Figura 5).

**Figura 5 -** Uso e cobertura da terra em 2006



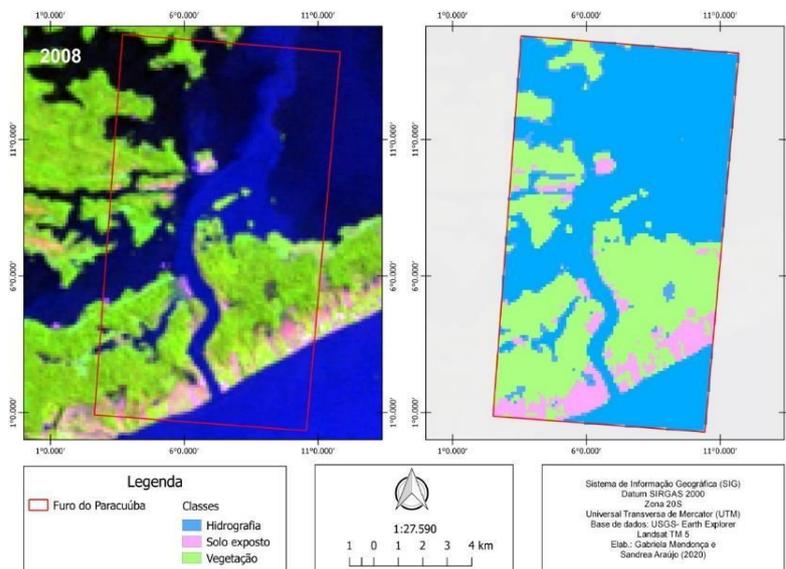
**Fonte -** USGS Earth Explorer, 2020; Cascaes, 2020.

A cota dos rios referente a data da imagem era de 12,93 m para o Rio Solimões e 23,30 m para o rio Negro. Neste período o uso da terra aparece mais visível comparado aos últimos anos da análise, demonstrando a concentração das atividades de subsistência nos núcleos das comunidades ribeirinhas assentadas nas margens. Em razão dos constantes eventos de movimentos de massa, o cultivo tem reduzido.

Em 2008, devido a cobertura de nuvens, a única imagem disponível era referente ao período de cheia, onde o rio Solimões registrava a cota na data da imagem de 18,74 m e o Rio Negro a cota de 28,57 m. Nesta, verificou-se uma redução do solo exposto em ambas as margens, principalmente na saída do canal e mais especificamente na sua margem esquerda próximo a Comunidade de Vila Nova, onde a classe vegetação sobressai. No mesmo trecho, porém, na margem oposta, a redução de solo exposto também é atestada (Figura 6).

Esta perda pode estar associada ao fato de que o avanço da água, principalmente pelas cotas elevadas do Rio Negro, provoca distorções na classificação das áreas de solo exposto, deixando a vegetação mais evidente. Na porção de entrada não há significativas mudanças de cobertura e uso da terra.

**Figura 6 - Uso e cobertura da terra em 2008**



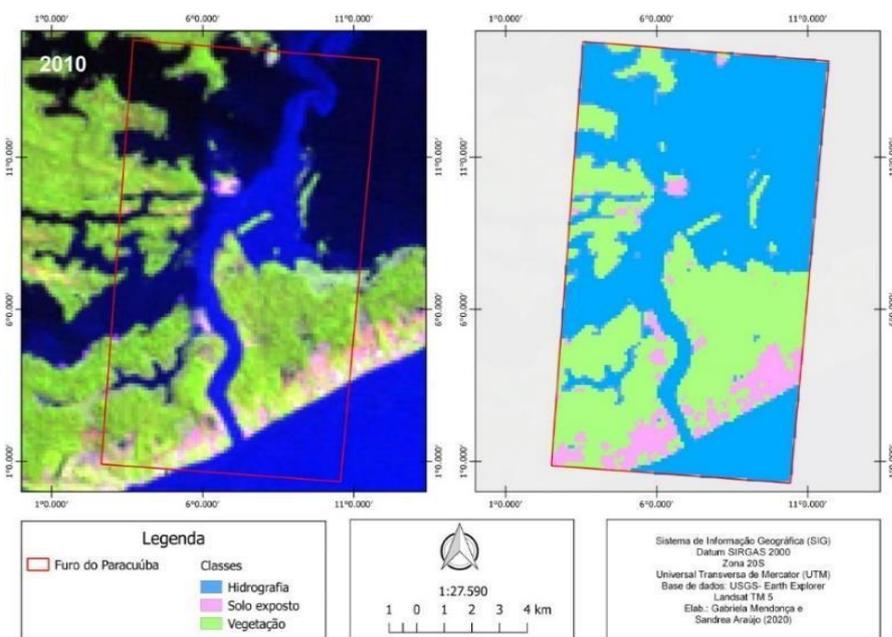
**Fonte -** USGS Earth Explorer, 2020; Cascaes, 2020.

Para o ano de 2010, a imagem disponível é do período da vazante, com a cota diária do rio Solimões de 3,79 m e do rio Negro de 13,70 m. Na imagem é possível notar que não houve muitas mudanças no que tange a ganhos de terras na extremidade de saída do canal e as classes solo exposto e vegetação tiveram pequenas alterações. Porém na parte central, na margem direita houve um pequeno crescimento da classe vegetação, com a presença de

pequenas manchas indicando a presença de solo exposto (Figura 7).

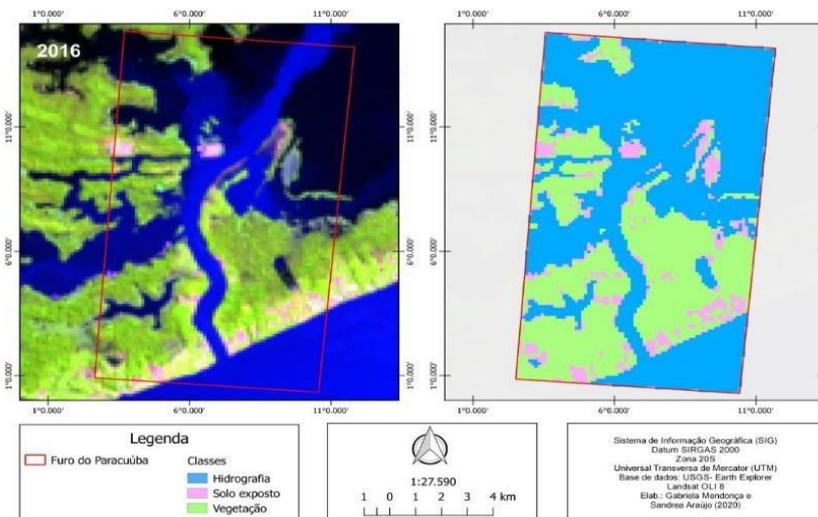
Para o ano de 2016, a imagem corresponde ao período do início da vazante, onde a cota diária do rio Solimões era de 17,51cm e do rio Negro 26,74 cm. Nesta, observa-se uma ligeira mudança em toda a extensão do canal, principalmente na porção da entrada e entorno, onde houve diminuição de solo exposto, reduzida pela erosão e movimentos de massa, deixando a classe de vegetação mais evidente. A perda de terras provavelmente implicou no desenvolvimento das práticas agrícolas. Na extremidade da saída do canal, na margem direita, houveram ganhos de terras com o aumento da deposição sedimentar nesta parte, se destacando a formação de praias fluviais (Figura 8).

**Figura 7 - Uso e cobertura da terra em 2010**



**Fonte** - USGS Earth Explorer, 2020; Cascaes, 2020.

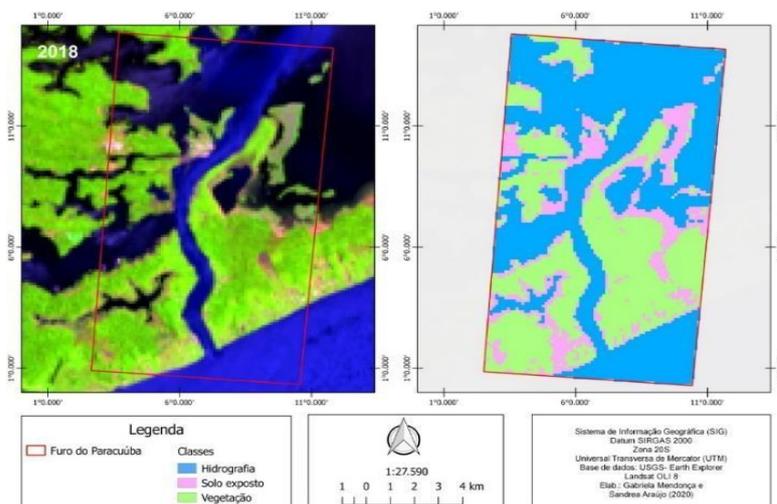
**Figura 8 - Uso e cobertura da terra em 2016**



Fonte - USGS Earth Explorer, 2020; Cascaes, 2020.

Relativo à imagem de 2018, observou-se uma mudança mais expressiva na extensão do canal. Na sua porção de saída, em ambas as margens, observou-se o aumento do acúmulo de sedimentos, que aparecem se consolidando com a fixação de uma cobertura de gramíneas nas novas terras. Na entrada, na margem direita, também há um aumento da área com vegetação e na margem esquerda e entorno, a classe solo exposta torna-se mais visível, com destaque para as bordas do lago que fica ao fundo da comunidade de Santo Antônio (Figura 9). A data da imagem adquirida é referente ao período da vazante, com a cota do Rio Solimões de 14,36 m e do Rio Negro de 23,93 m.

**Figura 9 - Uso e cobertura da terra em 2018**

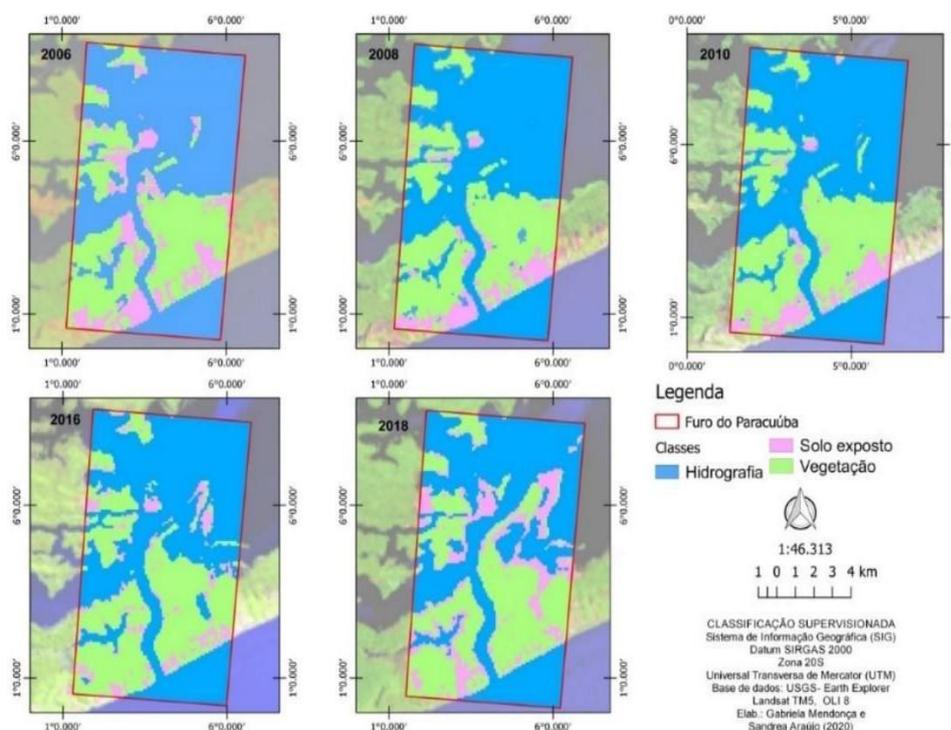


Fonte - USGS Earth Explorer, 2020; Cascaes, 2020.

Diante do exposto, as imagens do período de 2006 a 2010, revelam que o canal não sofreu muitas modificações em relação ao ganho de terras na sua foz e houveram pequenas alterações nas classes. Porém, a partir do ano de 2016 até 2018, o canal aparece mais comprido, prolongando seu leito em direção ao encontro com o Rio Negro no sentido N/NE. Isto demonstra que nesses últimos anos, a acreção lateral de sedimentos descarregados pelas águas do rio Solimões têm aumentado na sua porção de saída, mais precisamente na borda da margem direita (Figura 10).

Analisando em detalhe as áreas que mais sofreram modificações, constatou-se que a saída do furo é a porção que mais apresentou mudanças na morfometria e na cobertura do solo. Além disso, se observou que até possivelmente o ano de 2010, o Furo do Paracuúba desaguava no rio Janauri, este último por sua vez mantinha conexão fluvial direta com o Rio Negro. O Rio Janauri é um curso d'água de aproximadamente 13 km de comprimento, alcançando até 90 m de largura no seu trecho mais amplo. Localiza-se à margem direita do Rio Negro, com uma área total de 9 mil hectares e faz parte da Área de Proteção Ambiental - APA Encontro das águas, constituída pela lei municipal número 041/2000. Configura-se um importante elemento geográfico de uso comum entre os comunitários, que também o utilizam para atividades de pesca de subsistência.

Figura 10 - Evolução multitemporal do Furo do Paracuúba – 2006 a 2018



Fonte - USGS Earth Explorer, 2019; Cascaes, 2020.

Conforme analisado na imagem do ano de 2018, no rio Janauari o processo de colmatação sedimentar vem aumentando progressivamente na sua foz, resultante dos sedimentos descarregados pelo furo nesta localidade. Nas imagens captadas pelo VANT é possível observar de forma melhor a zona de deposição na entrada do Janauari (Figura 11).

**Figura 11** - Canal do Furo do Paracuúba e zona de deposição na foz do rio Janauari (em destaque), indicando a evolução de uma ria de foz afogada



Fonte - Cascaes, 2020.

Com o efeito de barramento na foz do Rio Janauari, tendenciosamente vem se desenvolvendo um rio de foz afogada ou uma ria fluvial represada na planície de inundação. Uma ria fluvial é definida como “lagos de formato alongado que são originados pelo barramento de canais fluviais em seu baixo curso ou alargamento súbito de vales fluviais” (TRICART,1997; AB’SABER, 2003).

De acordo com a classificação conceitual para os furos proposta anteriormente, o canal em estudo é classificado como um “furo de extravasão modificado antropicamente”. Logo, o canal do Paracuúba liga diretamente os rios Solimões e Negro e o Rio Janauari deságua neste. Contudo, especula-se que as modificações nas estruturas tectônicas da região de estudo estejam contribuindo na modificação do relevo, que por sua vez tem provocado mudanças no curso dos rios da área adjacente e a migração de canais, sendo necessário estudos mais específicos abrangendo a geomorfologia.

Neste aspecto, Bertani (2015) estudou parte do baixo Solimões e médio rio Madeira, utilizando técnicas de sensoriamento remoto para a caracterização geomorfológica e morfoestrutural das áreas. No baixo Solimões, verificou-se que a orientação geral das rias

fluviais, incluindo-se as grandes quebras de caráter eminentemente ortogonal em suas morfologias, possuem direção similar aos grandes sistemas de falhas nessa região (BERTANI, 2015).

Ao analisar os mapas conjuntamente, nota-se que a hidrodinâmica e os processos fluviais atuantes no canal do Paracuúba têm modificado sua fisionomia em busca do equilíbrio natural (Tabela 4). Além disso, as alterações morfométricas também revelam que os ganhos e perdas de terra têm contribuído para importantes mudanças na organização socioespacial dos moradores das comunidades localizadas às margens do furo.

**Tabela 4** - Tipos de cobertura na área do entorno do canal em 2006 e 2018

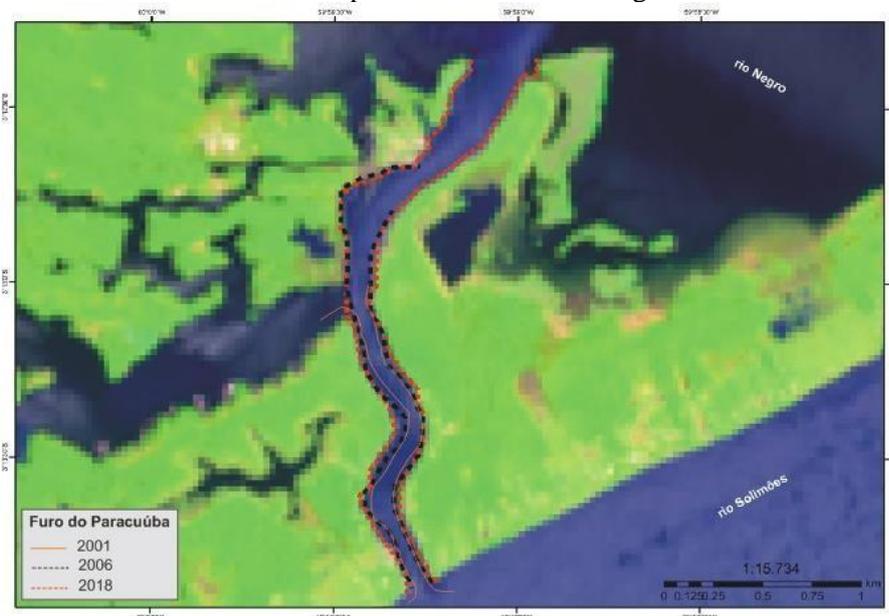
Ano	Água (Km <sup>2</sup> )	Floresta (Km <sup>2</sup> )	Solo exposto (Km <sup>2</sup> )
2006	4.689	2.672	1.067
2018	4.190	2.828	1.410

**Fonte** - Cascaes, 2020.

As imagens de satélites e os registros em campo mostraram que na margem direita do canal há uma pequena quantidade de moradias. Fato este que condiz com as informações dos moradores sobre a ocupação das margens ao descreverem a frequente migração dos ribeirinhos, principalmente desta margem para outras localidades adjacentes em decorrência das ameaças por riscos de desmoronamentos quando provocados por forte chuva, na forma de avalanche) ou desabamento (por queda livre e pela ação abrasiva do banzeiro na base do barranco), colocando em risco a segurança dos moradores.

Para tornar mais evidente a evolução das mudanças de direção e contorno deste curso d'água, além da descrição morfométrica e do uso e cobertura do solo, gerou-se o mapa de sobreposição do contorno das margens considerando o ano de 2001 (das plantas batimétricas da base da AHIMOC) com os contornos das imagens de satélites de 2006 e de 2018 envolvidas na análise, demonstrando o aumento de sua área, largura e comprimento (Figura 12).

**Figura 12** - Sobreposição de imagens dos anos de 2001, 2006 e 2018, indicando mudanças nos contornos a partir da erosão das margens.



Fonte - AHIMOC (2001); USGS (2020); Cascaes, 2020.

A AHIMOC em parceria com a Universidade Federal do Amazonas realizou uma inspeção das condições de navegabilidade do canal em abril de 2001, visando a implementação de um Projeto de Preservação do Furo do Paracuúba. Entre as ações previstas, foi realizado o levantamento do topo batimétrico em dezembro do mesmo ano cujo relatório foi disponibilizado a essa pesquisa pela atual representante do órgão na cidade de Manaus. O projeto não teve continuidade em razão das mudanças nas normativas e estrutura organizacional deste órgão subordinado ao DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes).

Buscando estender a comparação para uma dimensão temporal maior se optou por utilizar o contorno do canal traçado pela AHIMOC, posto que, as imagens de satélites que estavam disponíveis e anteriores ao ano de 2006 não apresentam uma boa resolução espacial.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo buscou trazer de forma integrada os principais aspectos físicos e antrópicos envolvidos no funcionamento e na dinâmica fluvial do Furo do Paracuúba, explicando de forma simplificada os processos fluviais e as principais mudanças ocorridas na sua configuração atual. Buscou entender a influência do homem através da navegação fluvial e as consequências geradas às populações ribeirinhas em razão da fragilidade das margens que estão submetidas a constantes processos de erosão fluvial e movimentos de massa.

O ponto inicial que demonstrou as alterações que vêm ocorrendo no canal foi a análise da morfometria e do uso e cobertura da terra. Os resultados revelaram que as principais transformações estão concentradas na porção de saída do furo. As imagens de satélite mostraram que o canal tem se tornado mais largo nos últimos anos, sendo esta a variável morfométrica que mostrou alteração mais significativa. Na porção da saída houve o ganho de novas terras nos últimos anos, aumentando progressivamente sua extensão, tornando-o mais comprido.

Outro indicativo de mudança é o desenvolvimento de uma ria fluvial no rio Janauari, à margem esquerda do furo, devido ao processo de colmatção sedimentar na sua foz, induzindo assim, a mudança de direção do Furo do Paracuúba antes do contato com Rio Negro, do sentido N para o NE. A morfologia do canal está inserida no padrão retilíneo, no entanto, o trabalho contínuo de erosão das margens, principalmente na entrada e meio do canal, tende a facilitar futuramente o aparecimento de curvas meândricas mais acentuadas em alguns trechos.

Por meio da sobreposição da imagem de satélite, a mais antiga (2006) e a mais recente (2018), foi possível identificar mudanças morfológicas ocorridas nas margens no intervalo de 13 anos, com a predominância dos processos erosivos em relação aos deposicionais, com predominância do primeiro nas porções de entrada e meio do canal, principalmente em sua margem esquerda e a presença de pequenos trechos deposicionais em seu trecho final. As novas terras acrescidas na margem direita deste último trecho somente apareceram expostas a partir de 2016, demonstradas no mapeamento de uso e cobertura da terra.

As constantes ações operadas no canal tanto de ordem natural como humana têm implicado em desproporcionais mudanças nos processos geomórficos e no seu equilíbrio fluvial. Contudo, os canais fluviais são dinâmicos e um estudo mais aprofundado poderá abarcar um período mais amplo, pois algumas alterações podem não ser notadas de imediato.

## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: Potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- AHIMOC – ADMINISTRAÇÃO DAS HIDROVIAS DA AMAZÔNIA OCIDENTAL. **Relatório dos serviços de levantamento topo-batimétrico do Furo do Paracuúba**. Manaus, 2001.
- ARAÚJO, A. G. S. **Morfodinâmica Fluvial do rio Amazonas entre a Ilha do Careiro e a Costa do Varre Vento – AM**. 2018. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.
- BERTANI, T.C. **Sensoriamento remoto e caracterização morfológica no baixo rio Solimões, com análise de suas rias fluviais**. 2015. 156f. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2015.
- BRASIL. Ministério da Aviação e Obras Públicas. **Relatório dos serviços executados em 1947** apresentado ao exmo. Sr. Ministro da viação e obras públicas, engenheiro Civil Clóvis pestana, pelo Diretor geral, engenheiro civil Clóvis de Macedo Cortes. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Portos, Rios e Canais, 1950. p.294
- CARVALHO, J. A. L. **Terras caídas e consequências sociais: Costa do Miracauera - Paraná da Trindade, Município de Itacoatiara - AM, Brasil**. 2006. Dissertação (Mestrado em Sociedade e Cultura na Amazônia) - Instituto de Ciências Humanas e Letras, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2006. p.141.
- CASCAES, S. A. **Dinâmica fluvial e aspectos antrópicos no furo do Paracuúba, Iranduba-AM**. 2020. 229 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2020.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.
- CPRM- COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS. **Setorização de áreas de risco alto e muito alto a movimentos de massa, enchentes e inundações [Iranduba – AM]**, dez. 2018. Dez. 2018. p.1-22. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/19333>. Acesso: 16 dez. 2019.
- EIA/RIMA. **Cidade Universitária da Universidade do Estado do Amazonas**. Manaus, 2012. Disponível em: <http://www.ipaam.am.gov.br/cidade-universitaria-iranduba-am/>. Acesso em: 12 de out. 2018.
- FORTES, M. R. **A distribuição espacial da vegetação nas feições geomorfológicas da Ilha da Marchantaria: Planície do rio Amazonas, AM /Brasil**. Tese (Doutorado em Geografia) -

Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 6.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997, p. 652.

GUIMARÃES, S.T.; LIMA, H.N.; TEIXEIRA, W.G.; JUNIOR, A.F.N, SILVA, F.W.R., MACEDO, R.S, SOUZA, K.W.S. Caracterização e classificação de Gleissolos da várzea do rio Solimões (Manacapuru e Iranduba), Amazonas, Brasil. **Rev. Bras. Cienc. Solo**. [S.l], v. 37. P. 317-326, 2013.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins, hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, n.56, p. 275-370, 1945.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598; n. 7). 91p.

IBGE- **Mapa do Estado do Amazonas Geologia**. 1. ed. Rio de Janeiro: Diretoria de Geociências, 2010a. Escala 1:1.800.000. Disponível em: <https://mapas.ibge.gov.br/tematicos/geologia.html>. Acesso em: 10 nov.2018.

IBGE- **Mapa do Estado do Amazonas Geomorfologia**. 1 ed. Rio de Janeiro: Diretoria de Geociências, 2010b. Escala 1:1.800.000. Disponível em: <https://mapas.ibge.gov.br/tematicos/geomorfologia.html>. Acesso em: 10 nov.2018.

JABLONSKYZ, T., SOARES, L.C. **Furo Cuiabá ou Paracuúba em Manaus (AM)**. Manaus, 1953. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=46759>

JORNAL DO COMÉRCIO. **A Difícil dragagem do Furo do Paracuúba Manaus**. Ano LXVI, n. 20.804, 21 set.1971. p. 4.

LATRUBESSE, E.; FRANZINELLI, E. The holocene alluvial plain of the middle Amazon river, Brazil. **Geomorphology**, Holanda, n. 44, p. 241-257, 2002.

LE COINT, P. Le bas Amazone. *In: Annales de Geographie*. 1903. t.12, n. 61. p.54-66. DOI: <https://doi.org/10.3406/geo.1903.6001>. Disponível em: [https://www.persee.fr/doc/geo\\_0003-4010\\_1903\\_num\\_12\\_61\\_6001](https://www.persee.fr/doc/geo_0003-4010_1903_num_12_61_6001). Acesso em: 10 abr.2019.

LIMA, H.N.; TEIXEIRA, W.G.; SOUZA, K. W. Os solos da paisagem da várzea com ênfase no trecho entre Coari e Manaus. *In: FRAXE, T.J. P.; PEREIRA, H.S.; WITKOSKI, A. C. (Org). Comunidades Ribeirinhas Amazônicas: Modos de vida e uso dos recursos naturais*. Manaus: Universidade do Federal do Amazonas, 2007. p.35-52.

- MAGALHÃES, R. C. **As características físicas, químicas, mineralógicas e hidráulicas do solo e sua susceptibilidade ao processo de terras caídas:** comunidade do Divino Espírito Santo – Iranduba/AM. 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Ciências Humanas e Letras, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2011.
- MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Clima da Região Amazônica. *In:* CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, M.; SILVA, G. A. J. **Tempo e Clima no Brasil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p.17-212.
- NASCIMENTO, D. A.; MAURO, C. A. e GARCIA, M. G. L. Geomorfologia da Folha SA.21 - Santarém. *In:* **Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra.** Levantamento de recursos naturais, 10. Rio de Janeiro. Projeto RADAMBRASIL. Rio de Janeiro: Mme/dnpm, v. 10, 1976, p. 131-198.
- NIMER, E. Climatologia Região Norte. *In:* Instituto Brasileiro Geografia Estatística do Brasil. **Climatologia do Brasil.** Rio de Janeiro: Diretoria de Geociências, 1991.
- NOVO, E. M. L. M. Ambientes fluviais. *In:* FLORENZANO, T. G. (org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 219-244.
- REBELO FILHO, L. A. R.; SILVA, M. C.; MAFRA, E. S. Gestão de Custos Logísticos: Desafios e Possibilidades em Modal Aquaviário. *In:* VII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, Ponta Grossa, Paraná, 2017. **Anais [...].** Ponta Grossa, PR. 2017
- RIZZINI, C. T. **Tratado de Fitogeografia do Brasil.** São Paulo: HUCITEC- Ed. da Universidade de São Paulo, 1976.
- ROZO, J. M. G.; NOGUEIRA, A. C. R.; CARVALHO, A. S. Análise multitemporal do sistema fluvial do Amazonas entre a ilha do Careiro e a foz do rio Madeira. *In:* Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, 2005. **Anais [...],** Goiânia: INPE, 2005. p. 1875-1882.
- STERNBERG, H. O' R. **A água e o homem na várzea do Careiro.** 2 ed. Belém: Museu Paraense Emilio Gueldi, 1998.
- STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia fluvial.** São Paulo: Oficina de Textos, 2017.v.3.
- TEIXEIRA, W.G.; PINTO, W. H.; LIMA, H.; MACEDO, R. S; MARTINS. G. C; ARRUDA, W. Os solos das várzeas próximas à calha dos rios Solimões - Amazonas no Estado do Amazonas. *In:* Workshop Geotecnologias Aplicadas às Áreas de Várzea da Amazônia, 2007. **Anais [...].** Manaus: Ibama, 2007. p.29-36
- TRICART, J. Tipos de planícies aluviais e de leitos fluviais da Amazônia brasileira. **Revista Brasileira de Geografia – IBGE.** Rio de Janeiro, p. 3-37, 1977.

---

**Artigo recebido em: 30 de maio de 2023 .**

**Artigo aceito em: 01 de outubro de 2023.**

**Artigo publicado em: 01 de janeiro de 2024.**