

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
Departamento de Geografia

Flávia Trindade Almeida da Silva

**As dinâmicas de inundação do rio Negro e seus impactos no bairro do Mauazinho em
Manaus (2005 – 2010)**

São Paulo
2020

Flávia Trindade Almeida da Silva

**As dinâmicas de inundação do rio Negro e seus impactos no bairro do Mauazinho em
Manaus (2005 – 2010).**

Trabalho de Graduação Individual (TGI) apresentado ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Área de Concentração: Geografia Física

Orientador: Prof. Dr. Fernando Nadal Junqueira Villela

São Paulo
2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catalogação na Publicação

Serviço de Biblioteca e Documentação

Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

da Silva, Flávia Trindade Almeida
dD111d As dinâmicas de inundação do rio Negro e seus
impactos no bairro do Mauazinho em Manaus (2005 -
2010). / Flávia Trindade Almeida da Silva ;
orientador Fernando Nadal Junqueira Villela. - São
Paulo, 2020.
44 f.

TGI (Trabalho de Graduação Individual) - Faculdade
de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da
Universidade de São Paulo. Departamento de
Geografia. Área de concentração: Geografia Física.

1. Dinâmicas de inundação. 2. Manaus . 3. Trabalho
acadêmico. I. Villela, Fernando Nadal Junqueira,
orient. II. Título.

RESUMO

Da SILVA, Flávia Trindade Almeida. **As dinâmicas de inundação do rio Negro e seus impactos no bairro do Mauazinho em Manaus (2005 - 2010).** 2020. 98 f. Trabalho de Graduação Individual (TGI) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

Esta pesquisa pretende analisar as dinâmicas de alteração no nível d'água do rio Negro, buscando entender se a área urbanizada do bairro Mauazinho, localizada às margens do rio, é afetada por essas alterações. Manaus, assim como outras tantas cidades brasileiras, sofre com a ocorrência de inundações e com os problemas a elas associados. Em razão da sua localização, alguns de seus bairros enfrentam esse problema de maneira intensificada devido às dinâmicas de inundação do rio Negro. O bairro Mauazinho, área de estudo deste trabalho, localiza-se na zona leste da cidade, às margens do rio e, portanto, com potencial de inundações, podendo acarretar problemas de diversas ordens à população que ali reside. Assim, para compreender as dinâmicas de alteração no nível d'água do rio, serão utilizados diferentes métodos (delimitações e dados morfométricos) para identificar se a área urbanizada está localizada em uma área potencialmente alagável e o quanto esses métodos aplicados condizem com os dados já existentes sobre as enchentes.

Palavras-chave: inundação – bacia hidrográfica

ABSTRACT

SILVA, Flávia Trindade Almeida. **The flood dynamics of the Negro river and it's impacts on the Mauazinho neighborhoon in Manaus (2005 – 2010).** 2020. 98 f. Trabalho de Graduação Individual (TGI) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

This research aims at analyzing the water level change dynamics of the Negro river with the purpose of understanding if the urban area of Mauazinho, a neighborhood located on this riverbank, is affected by such changes. Manaus suffers, as do many other Brazilian cities, with floods and their associated problems. Due to its location and to the flood dynamics of the Negro river, some of the city's neighborhoods face this problem more intensely. Mauazinho, the focus area of this study, is located in the city's east zone, on the banks of the river; therefore, subject to potential floods, which may cause many problems to its population. In order to understand the water level change dynamics of the river, several different methods (delimitation and morphometrics) will be used to identify if the urban area is located in an area with flooding potential and how well these applied methods match existing data.

Key-words: flood - hydrographic basin

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 SINGLAS	8
3 JUSTIFICATIVA	8
4 OBJETIVO	8
5 MATERIAIS E MÉTODOS	9
5. 1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	9
5.2 MATERIAIS	12
5.3 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS E OPERACIOANAIS	13
6 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	17
6.1 GEOLOGIA	18
6.2 GEOMORFOLOGIA	19
6.3 HIDROGRAFIA	19
6.4 PEDOLOGIA	21
6.5 CLIMA	21
6.6 ASPECTOS HUMANOS	21
6.7 HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO	22
7 RESULTADOS	22
7.1 RESULTADOS A PARTIR DAS DELIMITAÇÕES	24
7.1.1 Delimitação cota limite (30 metros)	24
7.1.2 Delimitação carta topográfica	26
7.1.3 Delimitação perfis SRTM	28
7.1.4 Delimitação imagens SRTM	31
7.1.5 Delimitação Google Earth	33
7.1.6 Comparação entre as delimitações	35
7.2 RESULTADOS A PARTIR DOS DADOS MORFOMÉTRICOS	36
8 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	38
9 CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
402	

1 INTRODUÇÃO

O município de Manaus é o mais populoso da região Norte, com uma população de aproximadamente dois milhões de habitantes. Sua expansão urbana foi ocasionada pelo grande crescimento demográfico que a cidade enfrentou durante os anos, principalmente devido aos ciclos econômicos do Extrativismo Colonial, do Ciclo da Borracha e da criação da Zona Franca de Manaus. Tais ciclos proporcionaram um crescimento desordenado da cidade, fazendo dela um exemplo de zona urbana que atualmente paga um preço ambiental alto por seus processos pretéritos de urbanização.

A cidade está inserida na maior floresta equatorial do mundo, a Floresta Amazônica, e na maior bacia hidrográfica do mundo, a bacia do rio Amazonas. Dentro deste contexto de extensas unidades territoriais, Manaus localiza-se na confluência de dois grandes rios, o rio Negro e Solimões, os dois maiores afluentes do rio Amazonas. Além disso, a cidade ainda possui diversos rios e igarapés, fazendo desta uma área de potenciais impactos de eventos hidrológicos, com as altas e baixas no nível dos rios.

Como o processo de urbanização de Manaus se deu de maneira caótica, a cidade possui quase todos seus igarapés ocupados, locais esses onde encontram-se populações socialmente vulneráveis que ficam à mercê das alterações de níveis do rio, provocando enchentes, movimentos de massa e doenças, associadas a esse tipo de ambiente. A maior parte dos riscos identificados em Manaus é decorrente da ocupação inadequada/irregular do terreno, e tem relação com a infraestrutura urbana e o ciclo hidrológico anual (CPRM, 2012).

Como consequência deste processo histórico, originou-se o bairro de Mauazinho, área de estudo do presente trabalho. Por localizar-se na região Leste de Manaus, à margem do rio Negro, esse bairro ilustra o processo de urbanização da cidade. Trata-se de um bairro que foi ocupado após a instalação da Zona Franca de Manaus, por volta de 1968, cuja população tem um salário médio de \$734 (IBGE, 2010), sendo assim um local com uma população de baixa renda, onde se vive em condições precárias de moradia e infraestrutura. Além disso, por estar localizado próximo ao rio, configura-se como um local propício a eventos de inundação e seus impactos decorrentes da ocupação desta área.

As cheias fluviais na região Amazônica são fenômenos naturais que fazem parte da própria dinâmica do rio. Essa dinâmica só se torna um impacto a partir do momento em que afeta uma população, assim pretende-se aqui entender as dinâmicas de alteração no nível do rio Negro por meio de diferentes métodos e procedimentos, além de verificar se estas

delimitações condizem com os dados obtidos pelo INPA sobre inundações do município de Manaus.

2 SIGLAS

BDGEx (Bando de Dados Geográficos do Exército Brasileiro

CPRM – Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais

IBGE – Instituto Brasileiro de Geográfica

INPA – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

USGS – Serviço Geológico dos Estados Unidos

3 JUSTIFICATIVA

A importância deste trabalho reside no fato de que antigas civilizações vêm se instalado às margens de grandes rios há muito tempo e, desde então, diversos problemas ocorreram em decorrência desta escolha humana, entre eles a inundaçāo, os movimento de massas, dentre outros. Hoje, porém, alcançou-se um nível técnico e informacional que permite prevenir esses incidentes, mas não necessariamente é o que se observa em grandes cidades.

Manaus, por situar-se à beira de um dos maiores rios do planeta, acaba sofrendo com problemas decorrentes das dinâmicas fluviais, a exemplo disso estariam as inundações, objeto de pesquisa deste trabalho. Nesse sentido, a importância desta monografia reside na elaboração de material técnico e científico no que diz respeito a população que vive à beira deste grande rio. A produção de material sobre a área de inundaçāo do rio Negro é importante para que a população disponha de produções científicas que expressem a realidade vigente que pode impedir o acesso a melhor qualidade de vida.

4 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo entender as dinâmicas de alteração no nível do Rio Negro e se esta afeta a população e a área ocupa pelo bairro Mauazinho (Manaus/AM) no período de 2005 a 2010. Pretende-se utilizar diferentes métodos para delimitar e entender a dinâmica do Rio Negro para então comparar com os dados já existentes.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este trabalho se propõe a analisar a dinâmica de uma bacia hidrográfica, por meio de uma abordagem geossistêmica, o que significa olhar para sua formação e ver nela diversas forças atuantes, em diferentes intensidades, no tempo e no espaço, tais como clima, solo, relevo, hidrografia, o homem e a forma como o homem se apropria deste espaço.

A base desta pesquisa fundamenta-se, principalmente, nos estudos de Christofoletti (1981) e de Stevaux e Latrubesse (2017) sobre os ambientes fluviais. De acordo com Christofoletti, os ambientes fluviais e suas diferentes formas topográficas estão associados aos processos de sedimentação e erosão.

Além desses processos, observa-se o escoamento da água em uma bacia e, consequentemente, em uma planície de inundação. Segundo a definição de Christofoletti, “planície de inundação é a faixa do vale fluvial composta por sedimentos aluviais, bordejando o curso de água, e periodicamente inundada pelas águas proveniente do rio.” (CHRISTOFOLETTI, 1981, p. 243). Embora o autor, em 1981, tenha definido planície de inundação por meio dessa definição, ele também admite que a delimitação de uma planície de inundação pode variar segundo diversos critérios, de acordo com a perspectiva e objetivo daquele que o pesquisa. Nos estudos geomorfológicos, como é o caso desta presente pesquisa, cabe definir a planície de inundação como aquela que apresenta configuração topográfica específica, com forma de relevo e depósitos sedimentares relacionados com as águas fluviais, na fase do canal e na fase de transbordamento.

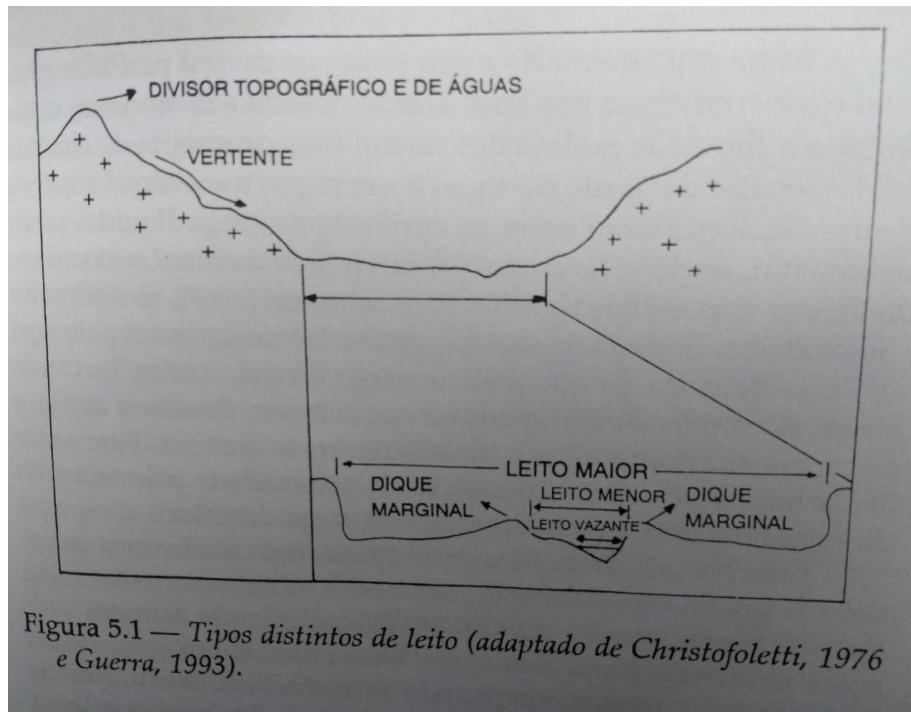
O escoamento na planície de inundação, por sua vez, pode ocorrer de duas maneiras: em superfície ou em subsuperfície. O que vai determinar cada uma das formas e suas potenciais consequências são as condições específicas de cada bacia hidrográfica.

No que diz respeito a este trabalho, será abordada a drenagem por escoamento superficial, tendo em vista que essa é a que melhor relaciona as características da rede de drenagem e as condições ambientais da bacia (STEVAUX& LATRUBESSE, 2017).

Outro ponto fundamental a ser abordado neste trabalho é a forma e classificação da área ocupada pelo canal. Segundo Sandra Baptista da Cunha (2013), a fisiologia fluvial pode ser entendida a partir dos tipos de leito, o de canal e de rede de drenagem. O leito fluvial corresponde à área ocupada pelo deslocamento da água e, de acordo com a frequência das descargas de água e a sua consequência na topografia dos canais fluviais, podem ser classificados como: leito menor, de vazante, maior e maior excepcional (CUNHA, 2013 *apud*

TRICART, 1966). Porém, a distinção entre essas classificações nem sempre é fácil, muitas vezes pela falta de clareza em seus limites conforme ilustra a figura 1.

Figura 1 – Tipos distintos de leito



Fonte: Cunha (2015).

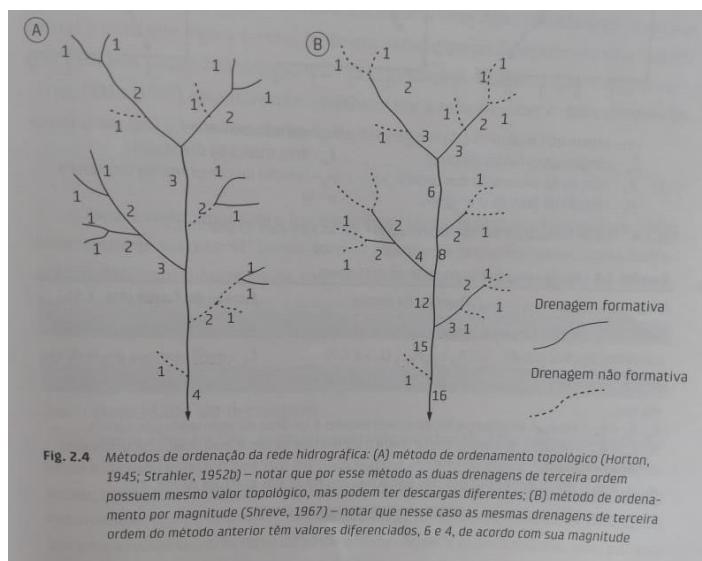
O leito menor corresponde à área do canal ocupada pelas águas, cuja frequência impede o crescimento da vegetação. Essa classificação é marcada por margens bem definidas. Já o leito de vazante corresponde à parte do canal ocupada durante o escoamento das águas de vazante. Suas águas passam dentro do leito menor seguindo o talvegue, linha máxima de profundidade ao longo do leito e mais bem identificada na seção transversal do canal. Enquanto o leito maior, também chamado de leito maior periódico ou sazonal, é ocupado pelas águas do rio regularmente e, pelo menos uma vez ao ano, durante as cheias. Dependendo do tempo entre as subidas das águas, é possível ocorrer o crescimento de espécies herbáceas. O leito maior excepcional é ocupado durante as grandes cheias, no decorrer das enchentes. A frequência do escoamento das águas nesse tipo de leito obedece a intervalos irregulares, que podem se estender a algumas dezenas de anos.

Como foi visto, a dinâmica de uma bacia depende de diversos fatores referente à sua forma e suas características físicas, por isso faz-se necessário diferentes métodos para extrair

esses dados quantitativos e qualitativos e, assim, conseguir compreender as dinâmicas de inundação, as quais podem ser percebidas tanto em mapas como também por meio de dados morfométricos.

Inicialmente, foi preciso delimitar a bacia hidrográfica identificando os divisores de água e os pontos cotados para, então, uni-los. Feito isso, foi necessário fazer a hierarquização de drenagem, que foi realizada através do método proposto por Strahler (1952) e Shreve (1966) (Figura 2). Hierarquizar uma drenagem significa classificar determinado curso d'água no conjunto total de uma bacia hidrográfica no qual se encontra.

Figura 2 – Métodos de ordenação da rede hidrográfica



Fonte: Stevaux e Latrubesse.(2017).

Após a hierarquização da bacia e a delimitação da bacia, foi possível chegar aos outros dados morfométricos e conseguir, junto com as delimitações, alcançar o objetivo proposto neste trabalho, para isso utilizar-se-á os dados de: densidade de drenagem, área de drenagem, coeficiente de compacidade, índice de circularidade, comprimento do rio principal, comprimento total da drenagem e ordem da bacia. Segundo Stevaux (2017), esses dados dão um melhor entendimento da morfologia de uma bacia e de sua rede de drenagem.

Ainda fazendo uso de Stevaux (2017), a densidade de drenagem é o dado que melhor controla a eficiência de escoamento de uma bacia e é definido como o quociente do comprimento total dos canais de uma bacia pela sua própria área.

A morfologia da bacia e o padrão de sua rede de drenagem influenciam tanto na forma quanto na intensidade das cheias. Para identificar as formas, o parâmetro mais utilizados é o

coeficiente de compacidade. “Esse coeficiente compara a morfologia da bacia com a uma circunferência da mesma área da bacia, ou seja, quanto mais circular a bacia, mais próximo a 1,0 será o valor do coeficiente” (STEVAUX, 2017, p. 88). Essa morfologia tem relação direta com o escoamento e a concentração de água da bacia. Bacias com forma circular são mais passíveis de inundação, já que a água tende a atingir o canal principal simultaneamente, na medida em que as distâncias entre a cabeceira e o tronco da drenagem são aproximadamente equivalentes. O coeficiente de compacidade é dado pela equação:

$$K_c = 0,28 \cdot P/\sqrt{A}$$

Em que P é o perímetro em quilômetros e A é a área da bacia em quilômetros quadrados.

O índice de circularidade é outro dado morfométrico utilizado para a análise de bacias hidrográficas, ele tende a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui à medida que a forma se torna alongada (TONELLO, 2005 *apud* FERREIRA, 2010). O índice é calculado pela equação:

$$I_c = 12,57 * A/P^2$$

Em que A é a área em quilômetros quadrados e P é o perímetro em quilômetros. Um valor de índice de circularidade igual a 0,51 representa um nível moderado de escoamento, que não contribui na concentração de águas que possibilitem cheias rápidas. Valores maiores que 0,51 indicam que a bacia tende a ser mais circular, favorecendo os processos de inundação. Já os valores menores que 0,51 sugerem que a bacia tende a ser mais alongada favorecendo o processo de escoamento (MÜLLER, 1953 *apud* LANA, 2001; SCHUMM, 1956 *apud* LANA, 2001).

5.2 MATERIAIS

Foram utilizados os seguintes materiais para elaboração desta pesquisa:

1. Base cartográfica
 - Imagens SRTM 30 metros
 - Carta topográfica BDGE 1:50 000
 - Shapefiles (hidrografia, limites nacionais, estaduais e municipais)
2. Principais apoios bibliográficos
 - Christofoletti (1981)
 - Stevaux e Latrubesse (2017)
 - Sandra Baptista da Cunha (2015)

5.3 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS E OPERACIONAIS

Os resultados dessa pesquisa se baseiam principalmente na elaboração das delimitações das planícies de inundação, assim como na análise de dados e revisão bibliográfica. Foram consultados diversos documentos produzidos, especialmente no âmbito da Prefeitura Municipal de Manaus, incluindo informações oficiais, estudos e relatórios.

Para atingir o objetivo proposto neste trabalho, foram analisadas imagens de satélite do Landsat, SRTM, do Google Earth e do Earth Explore de diferentes anos, nas quais foi possível observar a mudança na alteração do nível do rio Negro no bairro Mauazinho.

As imagens SRTM foram obtidas por meio do site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) e, posteriormente, processadas no *software* Global Mapper para que, assim, fossem obtidos os dados para delimitação da área de inundação do Rio Negro. Para delimitar as áreas potencialmente alagáveis do rio Negro, foram confeccionados quatro produtos, a partir de diferentes métodos e *softwares*, para que um dado mais preciso sobre a área potencial de alagamento da área de estudo fosse obtido. Todos os produtos foram elaborados na projeção SIRGAS 2000.

O primeiro produto foi a delimitação da área de inundação, a partir da cota limite, segundo dados do Porto de Manaus (2019). Os dados mostraram (Tabela 1) que, durante todo o período de coleta dos dados, a máxima histórica de cheia do Rio Negro foi de 29,97 metros.

Tabela 1 – Níveis máximos e mínimos do rio Negro

ANO	COTA MÁXIMA ENCHENTE (M)	DATA	COTA MÍNIMA VAZANTE (M)	DATA
2005	28,1	01/06	14,75	25/10
2006	28,84	09/06	16,89	25/10
2007	28,18	21/06	17,74	26/10
2008	28,62	19/06	18,43	28/10
2009	29,77	01/07	15,86	04/12
2010	27,96	11/06	13,63	24/10
2011	28,62	28/06	16,76	10/10
2012	29,97	29/05	15,96	27/11
2013	29,33	14/06	18,83	01/01
2014	29,5	03/07	19,9	28/10
2015	29,66	29/06	15,92	28/10
2016	27,19	15/06	17,2	13/12
2017	29	05/06	17,34	06/10
2018	28,38	23/06	17,05	05/11
<hr/>				
Máxima Registrada				
Mínima Registrada				

Fonte: Porto de Manaus (2019).

Com esse dado em mãos, foi elaborado por meio do *software* Qgis um mapa com as curvas de nível de 30 metros, a mais próxima da máxima registrada pelo Porto, para a confecção da primeira delimitação da área alagável.

O segundo produto foi a delimitação da área potencialmente alagável a partir da carta topográfica do município de Manaus, entretanto, a carta topográfica de Manaus não foi encontrada facilmente em órgãos que comumente possuem essa informação, como o IBGE, por exemplo. Dessa maneira, foi utilizado a carta topográfica do Banco de Dados Geográficos do Exército (BDGEx) para elaboração deste produto (Figura 3). Com a carta em mãos ela foi georreferenciada no Qgis e, posteriormente, delimitou-se a área alagável a partir da curva de nível de 30 metros, desenhada no *Qgis*, que acompanha a delimitação da curva de nível, variando em relação a proximidades das linhas, ou seja, quando a curva de nível inicialmente escolhida e a curva logo seguinte estavam muito próximas, se mantinha a delimitação a partir da inicial, porém, quando as duas se afastavam, indicando áreas mais planas e, portanto, potencialmente alagáveis, a delimitação passava para a curva seguinte e assim sucessivamente, até o final da curva de nível na escala trabalhada.

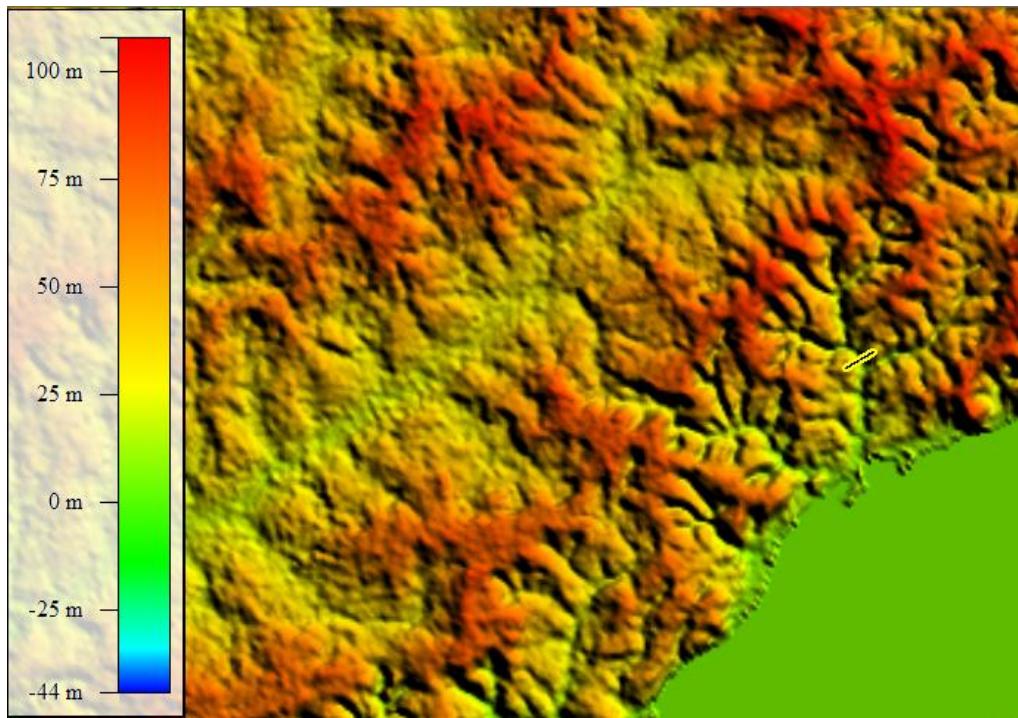
Figura 3 – Carta topográfica município de Manaus



Fonte: Banco de Dados Geográficos (2020).

O terceiro produto foi a delimitação a partir dos perfis SRTM. Neste produto foram feitos perfis ao longo dos conjuntos de rios presente na área de estudo e da área do Porto de Manaus (Figura 4).

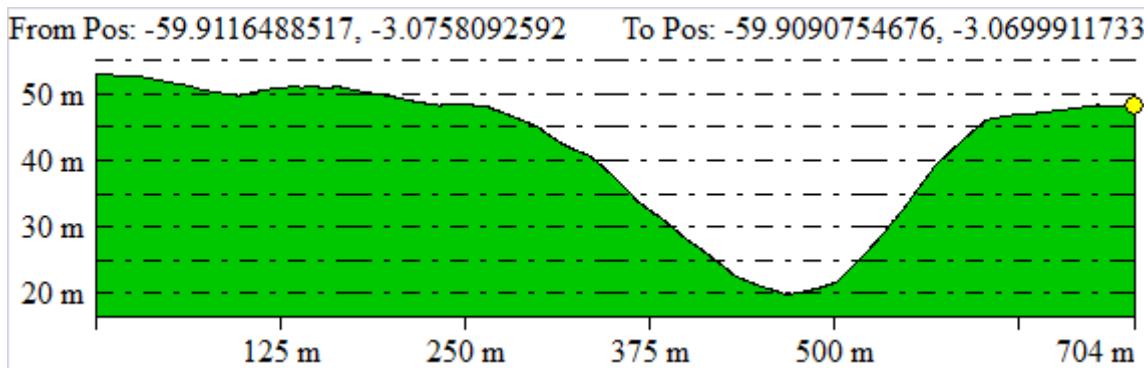
Figura 4 – Imagem SRTM município de Manaus



Fonte: Processado Serviço Geológicos do Estados Unidos (USGS)

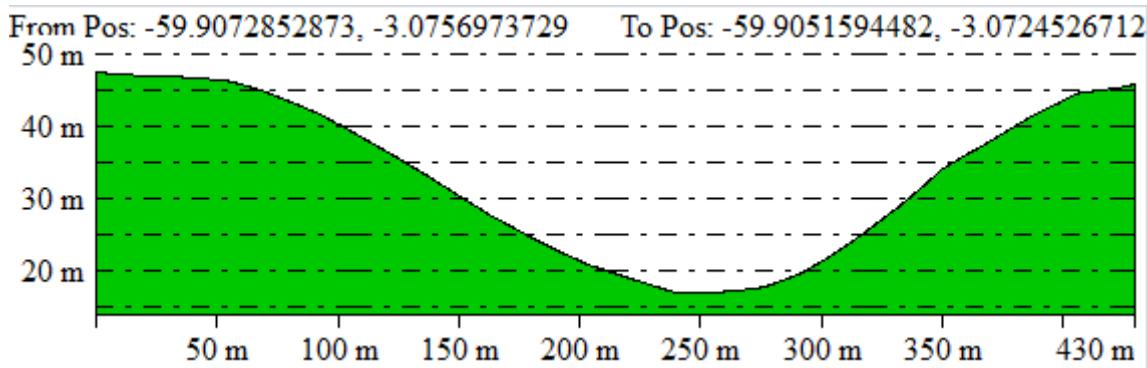
Os perfis foram obtidos por meio das imagens SRTM processadas pelo *software* Global Mapper em que, por meio da função *path profile*, desenhou-se linhas de uma margem a outra dos canais (Figura 4) e foram obtidos os perfis topográfico da linha desenhada (Figuras 5 e 6) . Com os dados dos perfis, observou-se a imagem e foram escolhidos dois ponto, um em uma margem e outro na outra, em que se pudesse observar a variação altimétrica e a caracterização do fundo de vale, e, portanto, área potencialmente alagáveis. Escolhidos os pontos, foram obtidos os dados de latitude e longitude de cada pontos recolhido, em torno de 50 pontos em cada área estudada, e todos esses pontos foram exportados e viram um *shapefile* de linha no Qgis, compondo o produto o terceiro produto a partir dos perfis SRTM.

Figura 5 – Perfil topográfico SRTM (perfil 1)



Fonte: Elaboração própria a partir do *software* Global Mapper.

Figura 6 – Perfil SRTM (perfil 2)



Fonte: Elaboração própria a partir do *software* Global Mapper.

O quarto produto foi a delimitação da área alagável, a partir da imagem SRTM. Neste produto a imagem foi processada pelo *software* Global Mapper e utilizada por meio das suas variações de cores. Com a variação altimétrica representada por meio das diferentes cores delimitou-se, com a função linha no Global Mapper, a área potencialmente alagável na área de estudo e na área do Porto.

O quinto e último produto consistiu em elaborar a delimitação da área alagável, a partir das imagens do Google Earth. Neste produto, desenhou-se linhas na imagem do Google, a partir de aspectos visuais que demonstra-se aspectos altimétricos visíveis de uma planície de inundação.

Para analisar os eventos de inundação no recorte proposto, pretende-se utilizar o “Relatório de Cheias”, da Companhia de Pesquisa de Recursos Naturais (CPRM) e “Áreas de

Risco em Manaus: inventário preliminar” do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

Pretende-se aqui fazer uma análise dos dados de eventos de inundações junto a imagens que ilustrem isso, para tal também se faz necessário um entendimento da problemática urbana na cidade de Manaus, que será feita através da leitura bibliográfica.

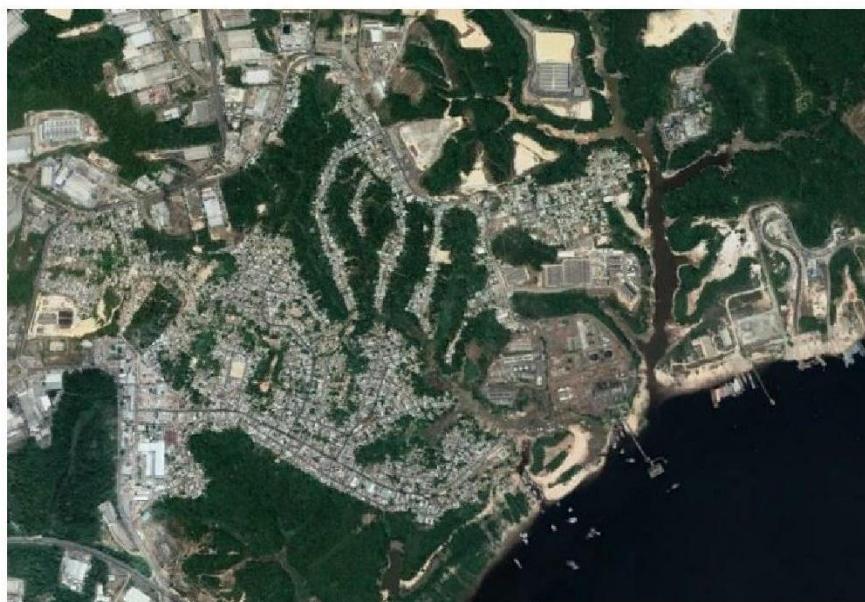
Para se pensar a problemática proposta, pretende-se utilizar o método Geossistema, Território e Paisagem proposto por Bertrand em que entende-se paisagem como “(...) o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução” (BERTRAND, 1971 *apud* PISSINATI & ARCHELA, 2009). Dessa maneira, a dinâmica do rio Negro será analisada considerando os elementos físicos que a compõe, associado com as ações antrópicas na área, dando enfoque ao processo de ocupação do bairro Mauazinho, no período entre 2005 a 2010.

6. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O bairro Mauazinho localiza-se na cidade de Manaus, na região leste da cidade, às margens do rio Negro. Os limites urbanos do bairro apresentam seus pontos extremos (N, S, E e W) nas seguintes coordenadas geográficas: **leste:** 59°54'57" W e 03°05'58" S, **oeste:** 59°57'09" W e 03°07'16" S, **norte:** 59°56'27" W e 03°06'24" S e **sul:** 59°56'27" W e 03°08'06" S. O bairro Mauazinho faz divisa com os seguintes bairros de Manaus: a leste, com o bairro Colônia Antônio Aleixo, a oeste com os bairros Distrito Industrial I e Vila Buriti e a norte com o bairro Distrito Industrial II.

Mapa 1 – Localização da área de estudo

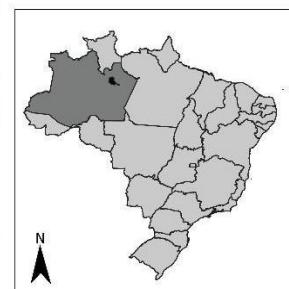
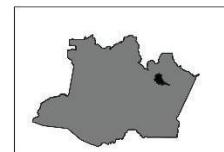
Área de estudo: Bairro Mauazinho



Elaboração: Flávia Trindade

Fonte: Google Earth Pro versão 7.3.2.5495

Mapa de localização



Escala: 1:495000 cm

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Google Earth (2019).

6.1 GEOLOGIA

Geologicamente a área de estudo encontra-se localizada na Formação Alter do Chão que foi definida por Kistler (1954 *apud* DAEMON, 1975) como sendo composta por arenitos avermelhados, argilitos, conglomerados e brechas intraformacionais, tradicionalmente atribuídos a sistemas fluviais e lacustre/deltaico. Os processos de intemperismo ocorrem nessa formação e incidem sobre as rochas que geraram um manto de alteração e lateritização, no qual a sílica e os cátions são lixiviados, influenciando na formação dos horizontes de solo, mosqueado e saprolítico com perfis bem desenvolvidos e uma camada de crosta laterítica de espessura e concreções variáveis. Essa formação tem ocorrência de rochas friáveis, pouco coesas, intercaladas por rochas mais endurecidas e restritas aos níveis de surgimento do Arenito Manaus (SILVA, 2005).

A formação Alter do Chão apresenta uma unidade geológica pobre na ocorrência de fósseis, sendo representados por plantas dicotiledôneas na região de Monte Alegre e vértebras de dinossauros (DINO et al., 1999). Nas bacias intracratônicas a litologia dominante é siliciclástica e a deposição em condições de paleoclima quente com semiaridez dominante,

naturalmente restringiam a preservação dos restos da biota e não ofereciam condições adequadas de preservação de fosseis (CPRM, 2014).

6.2 GEOMORFOLOGIA

De acordo com a classificação desenvolvida por Juradyr Ross (VIEIRA, 2008 *apud* ROSS, 2000), o município de Manaus está inserido no Planalto da Amazônia Oriental, caracterizado pela ocorrência de terrenos de origem sedimentar numa faixa estreita, que segue o rio Amazonas do curso médio até sua foz. Localmente a altimetria desse relevo não ultrapassa os 120 metros e é classificado como interflúvio tabular, cortado por uma rede de pequenos canais (igarapés) (VIEIRA, 2008).

No perímetro urbano da cidade de Manaus, a principal característica geomorfológica é a ocorrência de interflúvios tabulares terminando em encostas côncavas, convexas ou retilíneas (VIEIRA, 2008). Este mesmo autor afirma que existe, nas diferentes zonas urbanas de Manaus, uma diferenciação de platôs quanto a declividade, forma e comprimento.

Na Zona Leste, onde se localiza a área de estudo deste presente trabalho, existe a predominância de platôs que terminam em encostas de grande declividade, curtas e com predominância da forma convexa (VIEIRA, 2008). As outras zonas se assemelham entre si, com encostas variando entre côncavas a convexas e declividade variando de elevada a baixa, com extensões também variadas (VIEIRA, 2008).

6.3 HIDROGRAFIA

A cidade de Manaus está inserida na rede de drenagem representada por diversos cursos fluviais, dentre os quais se destacam as bacias hidrográficas do Mindu, Bindá, Passarinho e Quarenta (COSTA et al., 2008), cujas planícies de inundação se encontram, muitas vezes, ocupadas por diferentes tipos de intervenções humanas como: canalizações, retificação de cursos fluviais, aterramentos e com diferentes impactos nas margens e na própria planície. Os igarapés destas bacias desembocam no rio Negro, que apresenta oscilação no seu nível de cota em torno de 10 metros, entre o período de cheia e o de vazante (ROCHA, 2006).

A cidade de Manaus é recortada por uma densa malha de igarapés que formam o sistema fundamental das bacias de drenagem, destacando o rio Negro como seu principal agente, tendo seu baixo curso situado nessa unidade morfoescultural (Planalto da Amazônia

Oriental), funcionando como limite natural para expansão da cidade em direção ao sul, assim como os rios Tarumã-Açu a oeste e o Puraquequara a leste (VIEIRA, 2008).

Segundo Vieira (2008), em Manaus, há em torno de 19 bacias na sua área urbana, classificadas em função da localização, divisores de água e de suas referentes desembocaduras que foram divididas em três grupos pelas zonas administrativas da cidade, sendo eles: bacias da área Oeste que são 03 (três bacias), bacias do Sul 09 (nove bacias) e bacias do Leste 07 (sete bacias). Em termos de tamanho médio das áreas ocupadas pelas bacias , “... verificou-se que as do Oeste apresentam média de 68,4 km², em segundo lugar estão às bacias do Sul com média de 24,8 km², e as bacias do Leste com as áreas em torno de 11,9 km²” (VIEIRA, 2008, p.33).

Em uma análise de monitoramento hidrológico, feita pela Agência Nacional de Água (ANA) e pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), constatou-se que em Manaus o Rio Negro obteve seus valores máximos de cota, predominantemente, no mês em junho, já seus valores mínimos ocorreram mais no mês de outubro (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Cotograma com as cheias e vazantes observadas em Manaus no período 1903-2010

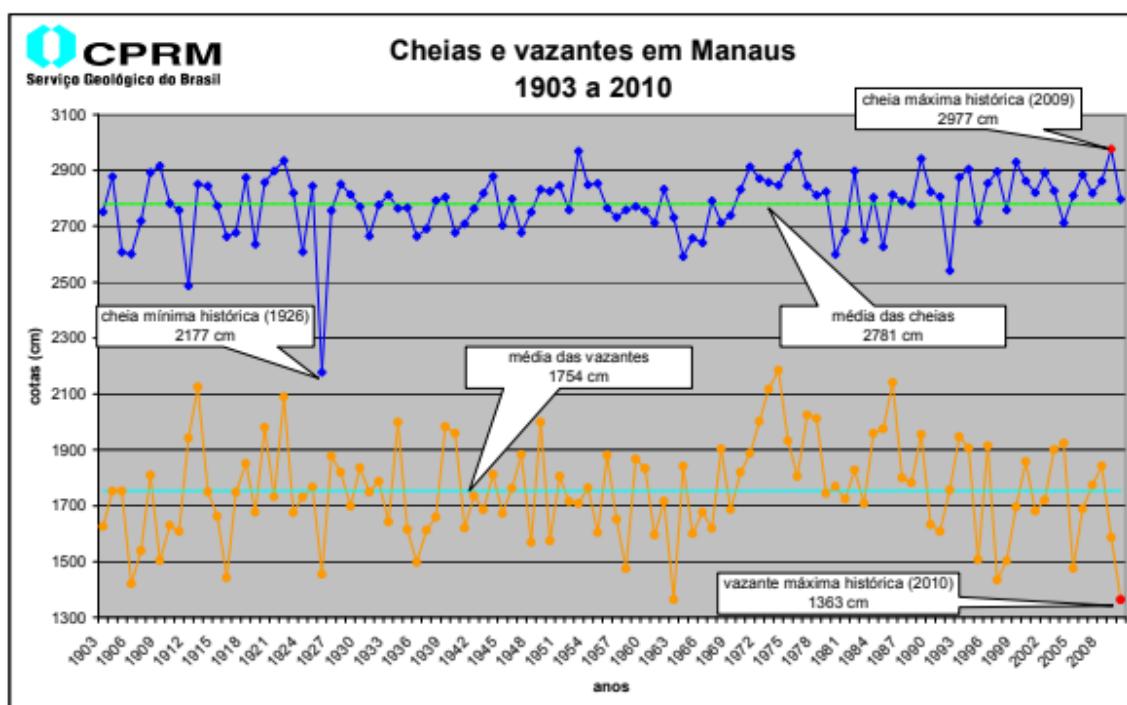


Gráfico 03: Cotograma com as cheias e vazantes observadas em Manaus no período 1903-2010 (atualizado até 2010).

Fonte: CPRM (2012).

6.4 PEDOLOGIA

Na cidade de Manaus, há predominância de três classes de solos: os latossolos, os espodossolos e os argissolos. O tipo de solo apresentado na região de Mauazinho é latossolo amarelo, com baixo teor de Fe₂O₃ (<7%), sendo geralmente álico (alumínio), definido por uma textura argilosa ou muito argilosa, que em teoria estaria menos propenso a processos erosivos (VIEIRA, 2008).

6.5 CLIMA

A temperatura média de Manaus é de 26,7°C, com média das máximas em 31,5°C e médias das mínimas em 23,2°C (VIEIRA, 2008 *apud* AGUIAR, 1995). As temperaturas médias mais altas do ano para a área urbana de Manaus ocorrem nos meses de agosto, setembro, outubro e novembro enquanto as temperaturas médias mais baixas são registradas nos meses de fevereiro e março, ambos com 26°C. A cidade apresenta características de clima equatorial úmido.

Segundo dados obtidos na CPRM (2014), de 1998 a 2014, a média de precipitação anual para a cidade de Manaus para esse período é 2.368,9mm, sendo o período de maior precipitação de dezembro a maio, no qual o mês de abril foi considerado o mais chuvoso e os meses de julho e agosto com os menores índices de chuvas.

6.6 ASPECTOS HUMANOS

O bairro Mauazinho, localizado no município de Manaus, no estado do Amazonas, inserido na região leste da cidade, considerada a zona administrativa mais carente da cidade. O início da história do bairro está associada ao surgimento da Zona Franca de Manaus, em 1968, com a vinda de diversos trabalhadores para a cidade de Manaus que ocuparam a área de forma irregular.

O bairro abrange uma área de 723.73 hectares e, segundo o IBGE (2010), sua população é composta de 23.560 habitantes, com renda mensal média de \$734. Trata-se de um bairro pobre, o qual grande parte da população vive em condições precárias de moradia e infraestrutura, e parte das casas encontra-se em áreas de risco, próximas a igarapés.

6.7 HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2010), o bairro Mauazinho possui aproximadamente 723.73hectares e população de cerca de 23.560 habitantes. Segundo Vilar (2014), o bairro Mauazinho surge a partir de uma ocupação no início da década de 1980, nas proximidades do rio Mauá. Segundo o Jornal do Comércio (2014Apud VILAR, 2014) após ocupação, a Suframa (Superintendência da Zona Franca de Manaus) pressionou os moradores a saírem do local, alegando possuir a propriedade das terras ocupadas. Com medo de serem despejados, a população procurou os meios de comunicação para reivindicar a permanência no local. Porém, em 1984, a Suframa volta a reivindicar que os moradores desocupem o local e, com auxílio da polícia, inicia uma tentativa de retirada dos moradores a partir da derrubada das casas com a utilização de tratores. Ainda assim, os moradores não cederam e permaneceram no local, resistindo até que, em 1986, a prefeitura atendeu as reivindicações dos moradores do local e reconheceu a existência do bairro Mauazinho, por meio da Lei N.º 1.840, de 8 de julho de 1986. Com isso, os moradores conquistaram alguns serviços básicos, como energia elétrica e torneiras públicas de água. Em 1986, foi construído o primeiro posto de saúde no local e, em 1989, a primeira escola municipal.

Atualmente, o bairro conta com quatro escolas, dentre elas três municipais e uma estadual. Apesar das conquistas dos moradores, o bairro ainda possui grandes problemas, principalmente no que diz respeito ao saneamento básico, o sistema de esgoto e o serviço de limpeza pública.

7. RESULTADOS

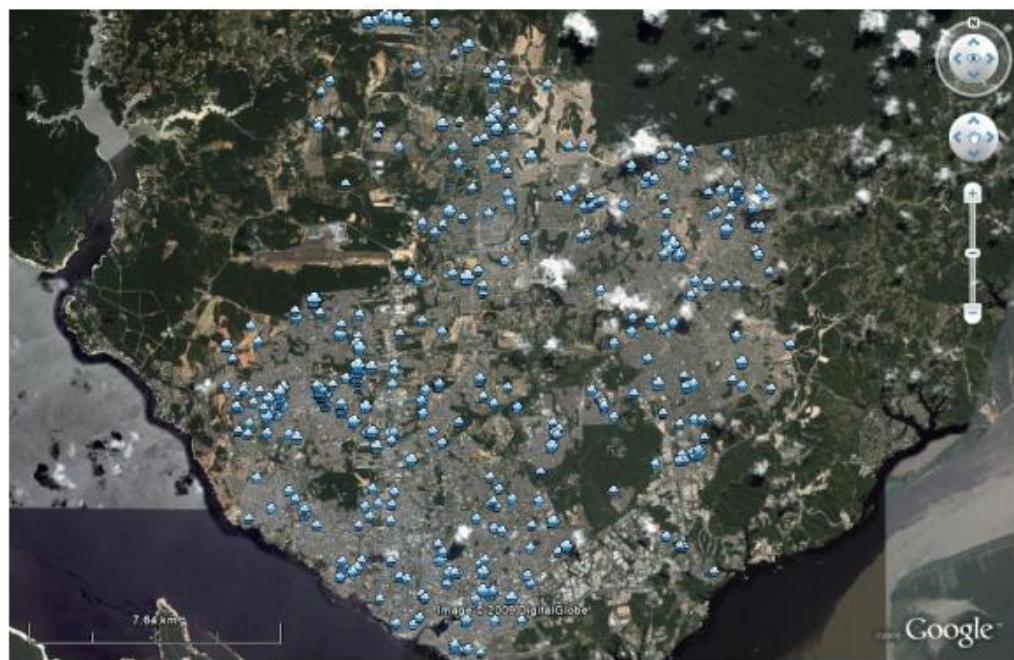
Cada delimitação proporcionou um layout e estes foram analisado segundo dados históricos de alagamentos retirados do trabalho “Áreas de Risco em Manaus: inventário preliminar”, feito em 2009 pelo INPA em Manaus (Figuras 7 e 8). Para efeitos comparativos, utilizou-se dados de dois anos disponíveis, 2006 (Figura 7) e 2008 (Figura 8).

Figura 7 – Inundações em Manaus, 2006



Fonte: INPA (2009).

Figura 8 – Inundações em Manaus, 2008.



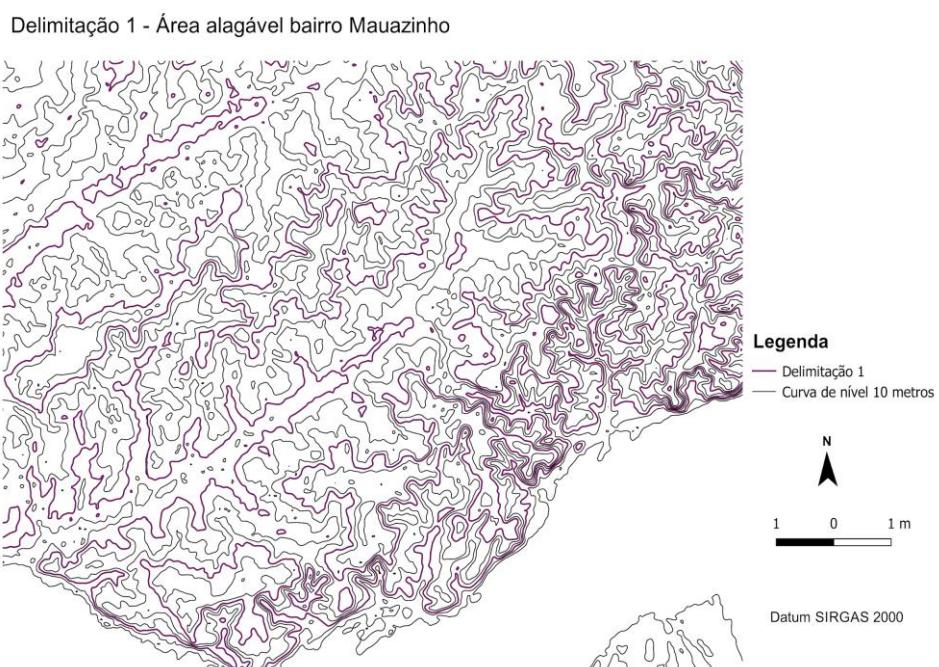
Fonte: INPA (2009).

Junto à elaboração das delimitações foi possível retirar dados morfométricos que, junto com os layouts, nos dão um cenário mais preciso sobre a dinâmica de alagamento do rio Negro na área estudada.

7.1 RESULTADOS A PARTIR DAS DELIMITAÇÕES

7.1.1 Delimitação Cota Limite (30 metros)

Mapa 2 – Delimitação 1: Área alagável bairro Mauazinho



Fonte: Elaboração própria a partir das imagens SRTM, disponibilizadas pela Unites States Geological Survey (USGS).

A primeira delimitação da área alagável (Mapa 2) foi feita a partir da cota 30 m, uma vez que os registros históricos nos mostram que a maior cheia já registrada foi de 29,97 metros. Após a elaboração deste produto, nota-se que parte da área urbanizada do bairro de Mauazinho fica abaixo ou na própria faixa de 30 metros (Mapa 3), ou seja, segundo dados históricos, nas áreas potencialmente alagáveis.

Mapa 3 – Sobreposição Google Earth e delimitação 1

Sobreposição Google Earth e delimitação 1 - Área alagável bairro Mauazinho



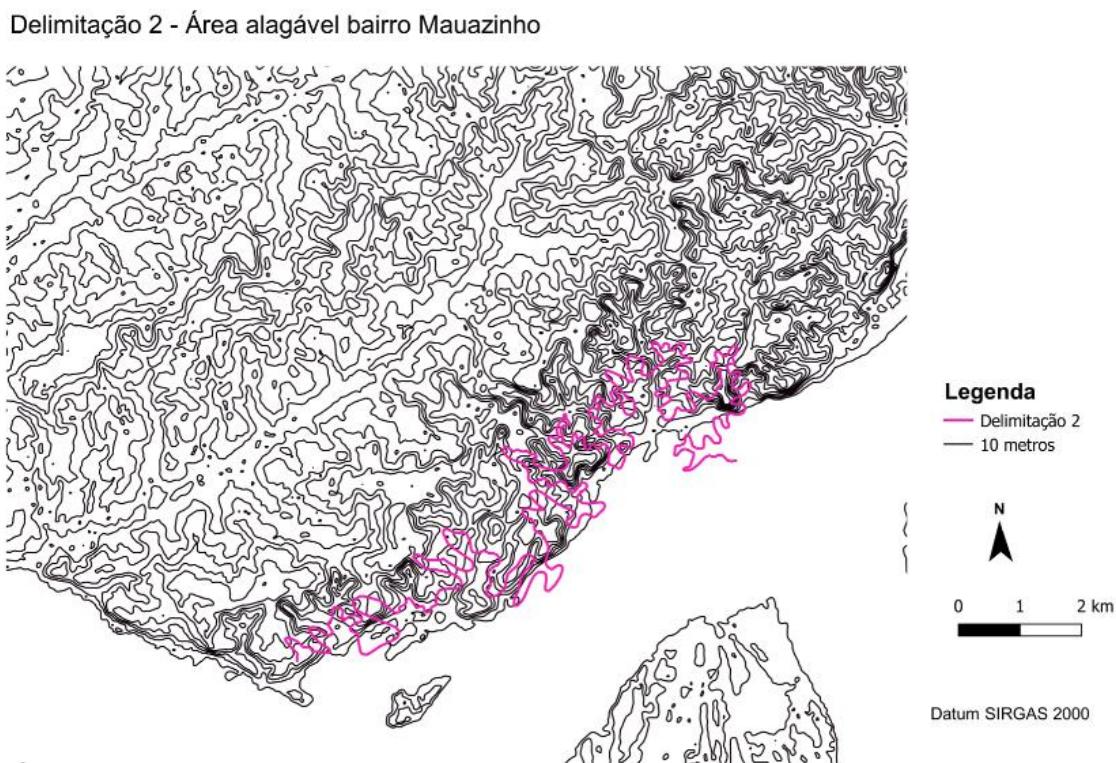
Fonte: Fonte: Elaboração própria a partir das imagens SRTM, disponibilizadas pela United States Geological Survey (USGS) sobreposta as imagens do Google Earth.

Neste produto, podemos notar que mesmo as áreas onde se localizam as indústrias poderiam ser afetadas por uma possível cheia do rio. Observa-se um grande risco tanto para população que reside no bairro, quanto para as indústrias que ali se instalaram.

Observando-se as imagens elaboradas pelo INPA (Figuras 3 e 4), nota-se que mesmos alagamentos ocorridos fora da área de estudo estão dentro da cota 30. Áreas próximas ao porto, a oeste, tanto no ano de 2006, quanto no ano de 2008, configuram-se como áreas com alta incidência de alagamentos. Também em ambos os anos, a área a norte do bairro Mauazinho, próximo às indústrias, apresenta pontos de alagamento dentro e abaixo da cota de 30 metros.

7.1.2 Delimitação Carta Topográfica

Mapa 4 – Delimitação 2: Área alagável bairro Mauazinho



Fonte: Elaboração própria a partir da carta topográfica do Banco de Dados Geográficos do Exército Brasileiro (BDGEx).

A segunda delimitação da área alagável (Mapa 4) foi feita a partir da carta topográfica do município de Manaus, com ela é possível observar que parte da área urbanizada do bairro fica dentro dos limites da segunda delimitação (Mapa 5), isso significa que são áreas potencialmente alagáveis.

Mapa 5 – Sobreposição Google Earth e delimitação 2

Sobreposição Google Earth e delimitação 2 - Área alagável bairro Mauazinho

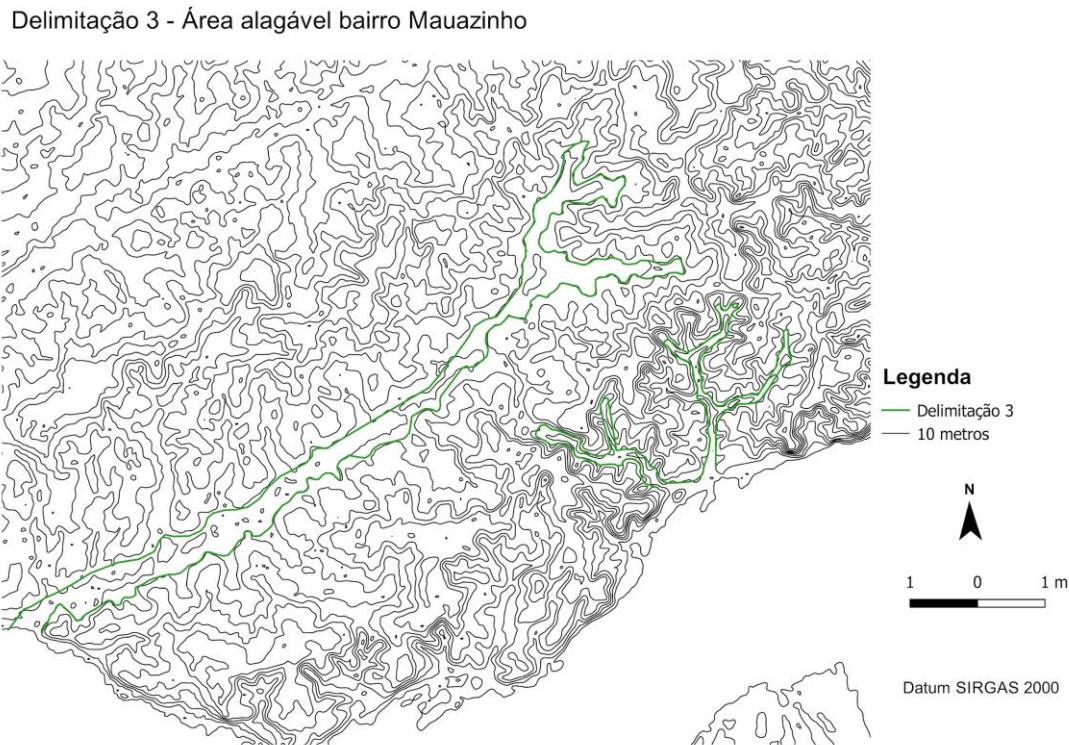


Fonte: Elaboração própria a partir da carta topográfica do Banco de Dados Geográficos do Exército Brasileiro (BDGEx) com sobreposição da imagem do Google Earth.

A partir dos mapas de áreas alagáveis de 2006 e 2008 (Figuras 3 e 4), observa-se que os limites do produto 2 restringem-se a margem esquerda do rio Negro. Neste local, tanto em 2006, quanto em 2008, não foram contabilizados um grande número de alagamentos.

7.1.3 Delimitação Perfis SRTM

Mapa 6 – Delimitação 3: Área alagável bairro Mauazinho



Fonte: Elaboração própria a partir das imagens SRTM, disponibilizadas pela United States Geological Survey (USGS).

A terceira delimitação da área alagável (Mapa 6) foi feita a partir dos perfis SRTM. Com essa área delimitada observamos que uma parte considerável da área residencial do bairro seria afetada, e potencialmente alagável (Mapa 7).

Mapa 7 – Sobreposição Google Earth e delimitação 3.

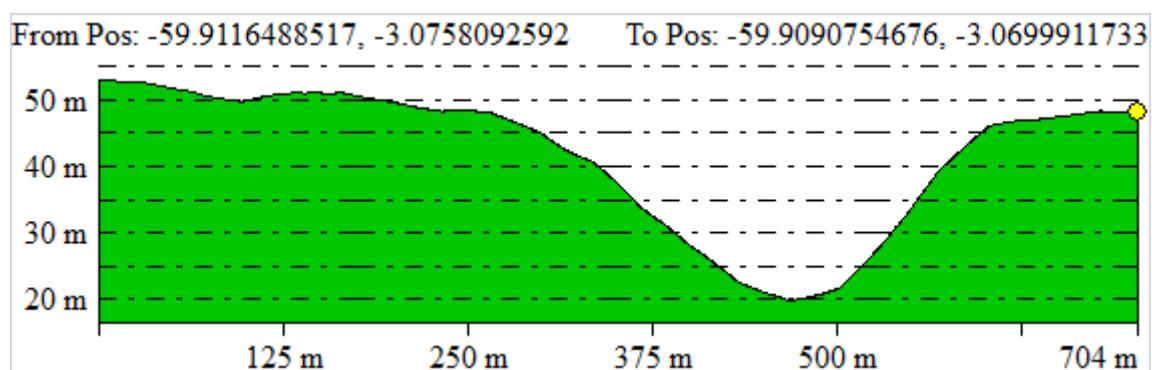
Sobreposição Google Earth e delimitação 3 - Área alagável bairro Mauazinho



Fonte: Elaboração própria a partir das imagens SRTM, disponibilizadas pela United States Geological Survey (USGS) com sobreposição da imagem do Google Earth.

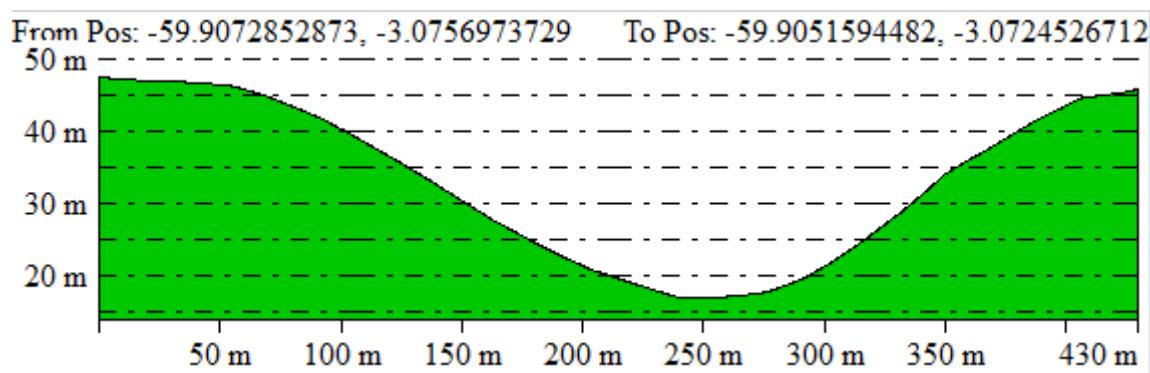
Por meio desta delimitação, foi possível obter perfis ao longo da área de estudo, nos quais observa-se a morfologia do canal (Figura 9 e 10). O perfil 1 é referente ao braço direito rio principal da bacia do bairro de Mauazinho e o segundo perfil, à área próxima ao encontro com o rio Negro.

Figura 9 – Perfil topográfico SRTM (perfil 1)



Fonte: Elaboração própria a partir do software Global Mapper.

Figura 10 – Perfil SRTM (perfil 2)



Fonte: Elaboração própria a partir do *software* Global Mapper.

Por meio dos perfis do canal e da elaboração da delimitação, nota-se que o corpo d'água do bairro Mauazinho apresenta um canal bem delimitado, ora menos amplo, quando está mais próximo à cabeceira, ora mais amplo, quando está mais próximo ao encontro com o rio Negro. Com esse tipo de perfil, ao longo do canal, observa-se uma maior propensão a alagamentos, uma vez que se trata de um rio pouco profundo.

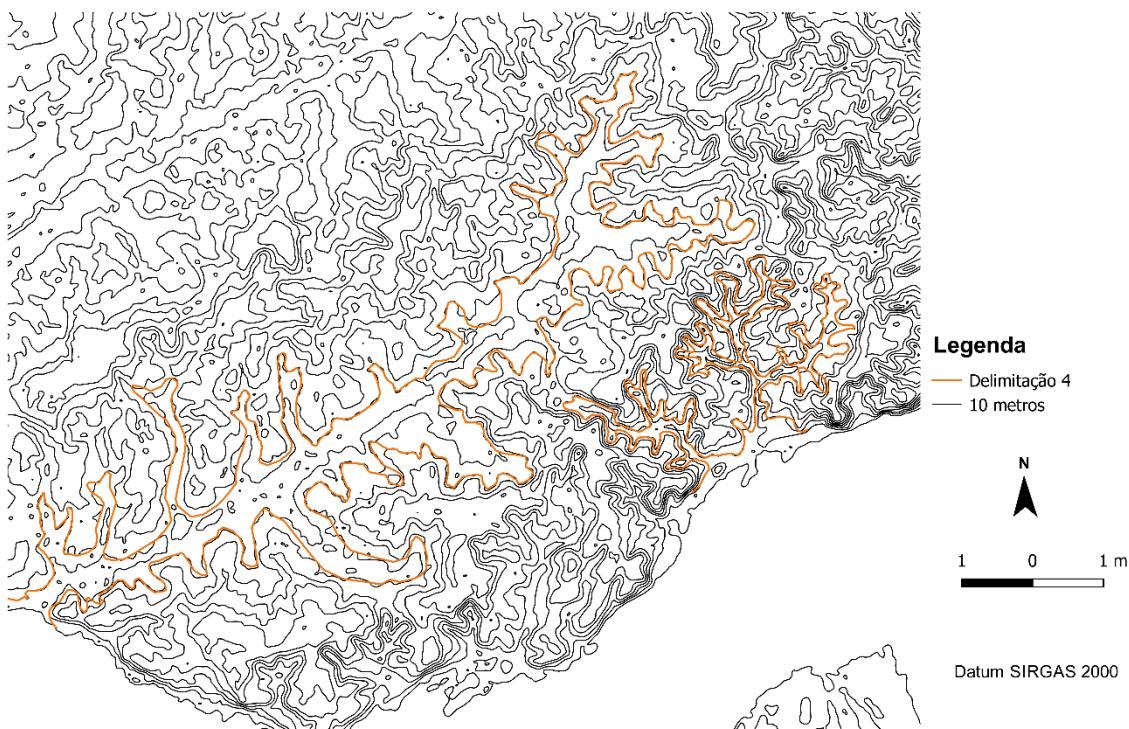
Quando o resultado da elaboração deste terceiro produto é sobreposto com imagens do Google Earth, nota-se que parte da área urbanizada do bairro encontra-se dentro dos limites do rio ou em áreas que bordejam a delimitação feita. O interessante neste produto é perceber que as áreas onde se localizam as indústrias estão bem no limite da delimitação feita, tanto a norte quanto a oeste, o que significa que não seriam afetadas por uma possível cheia do rio, embora estejam no seu limite.

Comparando-se a delimitação 3 com os registros de áreas alagáveis obtidos pelo INPA dentro do recorte do bairro Mauazinho, nota-se que, em 2006, não há nenhum registro que se encontre dentro da delimitação feita através dos perfis SRTM e, em 2008, há dois registro que se encontram dentro da delimitação. Entretanto, ao observar-se a mesma delimitação feita na área do porto, nota-se que alguns registros, principalmente aqueles próximos às margens e área mista (tanto indústrias, quanto residências), à noroeste do bairro Mauazinho, apresentam alto índice de pontos de alagamentos.

7.1.4 Delimitação Imagens SRTM

Mapa 8 – Delimitação 4: Área alagável bairro Mauazinho

Delimitação 4 - Área alagável bairro Mauazinho



Fonte: Elaboração própria a partir das imagens SRTM, disponibilizadas pela Unites States Geological Survey (USGS).

A quarta delimitação (Mapa 8) foi feita através das imagens SRTM, na qual, delimitou-se a área potencialmente alagável, por meio da variação altimétrica, representada através das diferentes cores. Observando o resultado vemos que se trata da maior área delimitada e, assim como a terceira delimitação, sua forma se assemelha muito ao curso do rio. Dentro da própria delimitação, existe uma parte ocupada por áreas residenciais, predominantemente a leste, o que significa que estas áreas seriam as possivelmente alagáveis (Mapa 9).

Mapa 9 – Sobreposição Google Earth e delimitação 4.

Sobreposição Google Earth e delimitação 4 - Área alagável bairro Mauazinho



Fonte: Elaboração própria a partir das imagens SRTM, disponibilizadas pela Unites States Geological Survey (USGS) com sobreposição da imagem do Google Earth.

À leste, seus limites encontram-se em áreas urbanizadas, enquanto, à oeste, os limites encontram-se em área de mata. Por esse método, as áreas das indústrias não se encontram dentro das áreas potencialmente alagáveis. Ao se comparar esta quarta delimitação aos registros elaborados pelo INPA (Figura 3 e 4), observa-se que na área de estudo os poucos registros que existem se encaixam na delimitação elaborada.

Ao se voltar o olhar para a segunda delimitação, na região do porto, por ela abranger uma área maior e próxima às margens, ela coincide com vários dos registros, tanto de 2006, quanto de 2008. Na região, segundo o produto, tanto a nordeste quanto a noroeste do rio principal, observa-se um grande número de registro de alagamentos.

7.1.5 Delimitação Google Earth

Mapa 10 – Delimitação 5: Área alagável bairro Mauazinho

Delimitação 5 - Área alagável bairro Mauazinho



Fonte: Elaboração própria a partir das imagens do Google Earth.

A quinta delimitação (Mapa 10) foi feita a partir das imagens do Google Earth. Nesse método, procurou-se delimitar a área potencialmente alagável a partir de marcas visuais que demonstram divisores de água e aspectos altimétricos visíveis na imagem. Esse produto teve uma área relativamente pequena, uma vez que sua delimitação está muito relacionada a aspectos visuais bem delimitados e observáveis, a partir de uma imagem de satélite pouco detalhada. Além disso, dentro de um ambiente urbanizado temos diversos aspectos na paisagem que camuflam um corpo d’água, tais como ruas, vielas, canalizações, entre outros.

Assim, a delimitação cinco não têm áreas urbanizadas dentro de seus limites (Mapa 11). Sua demarcação se restringe ao que é visível do corpo d’água e por isso se restringe basicamente ao que é observável a olho nu. O que nota-se é que em alguns trechos a linha da delimitação fica muito próxima a áreas urbanas, porém não em nenhum momento chega a conter essas áreas dentro de seus limites.

Mapa 11 – Sobreposição Google Earth e delimitação 5.

Sobreposição Google Earth e delimitação 5 - Área alagável bairro Mauazinho

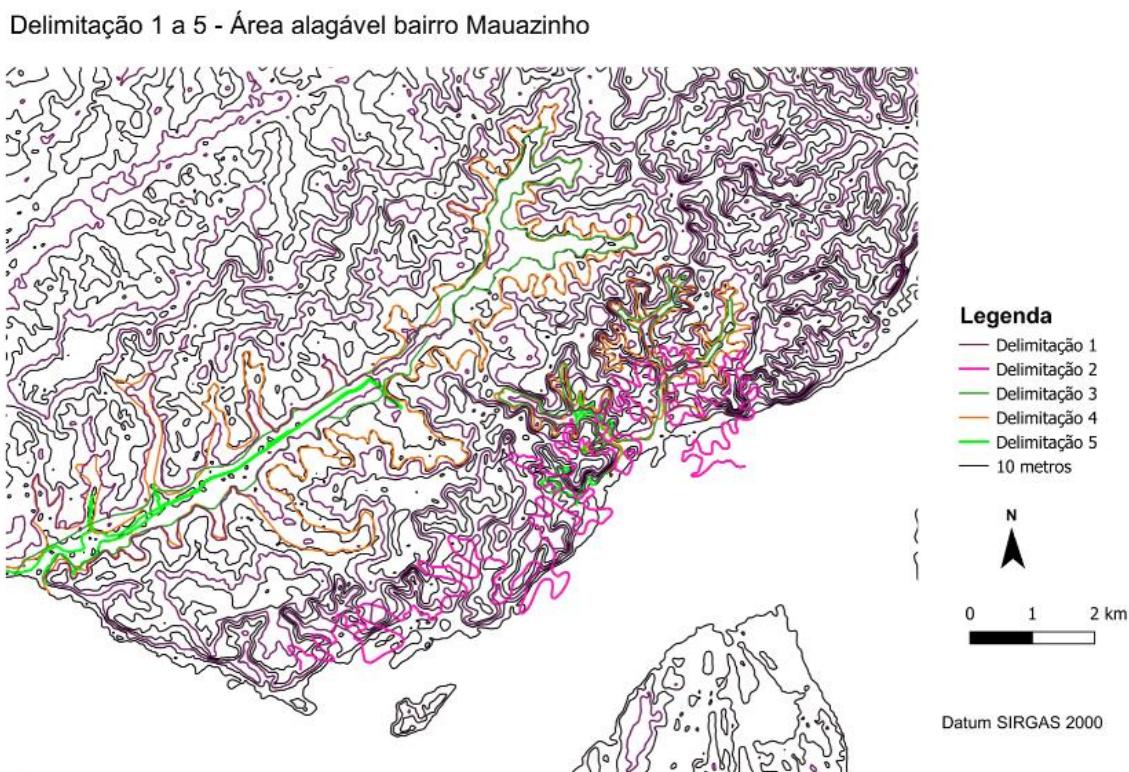


Fonte: Elaboração própria a partir das imagens do Google Earth, com sobreposição da imagem do Google Earth.

Em relação à comparação com os dados do INPA (Figura 3 e 4) nenhum registro de alagamento na área de estudo encontra-se dentro dos limites da delimitação elaborada, porém na região próxima ao porto alguns pontos de enchente localizam-se a margem dos limites da margem esquerda.

7.1.6 Comparação entre as delimitações

Mapa 12 – Delimitação 1 a 5: Área alagável bairro Mauazinho



Fonte: Elaboração própria a partir da junção das delimitações anteriores.

Comparando-se as cinco delimitações elaboradas (Mapa 12), nota-se que a que contempla maior área é a delimitação quatro. É nessa delimitação que observamos a maior área urbanizada dentro dos limites elaborados. Em contrapartida, o produto cinco foi o que apresentou menor área alagável, e é o único produto em que não há área urbanizada dentro de seus limites, em razão de sua delimitação estar muito atrelada a aspectos visuais bem delimitados.

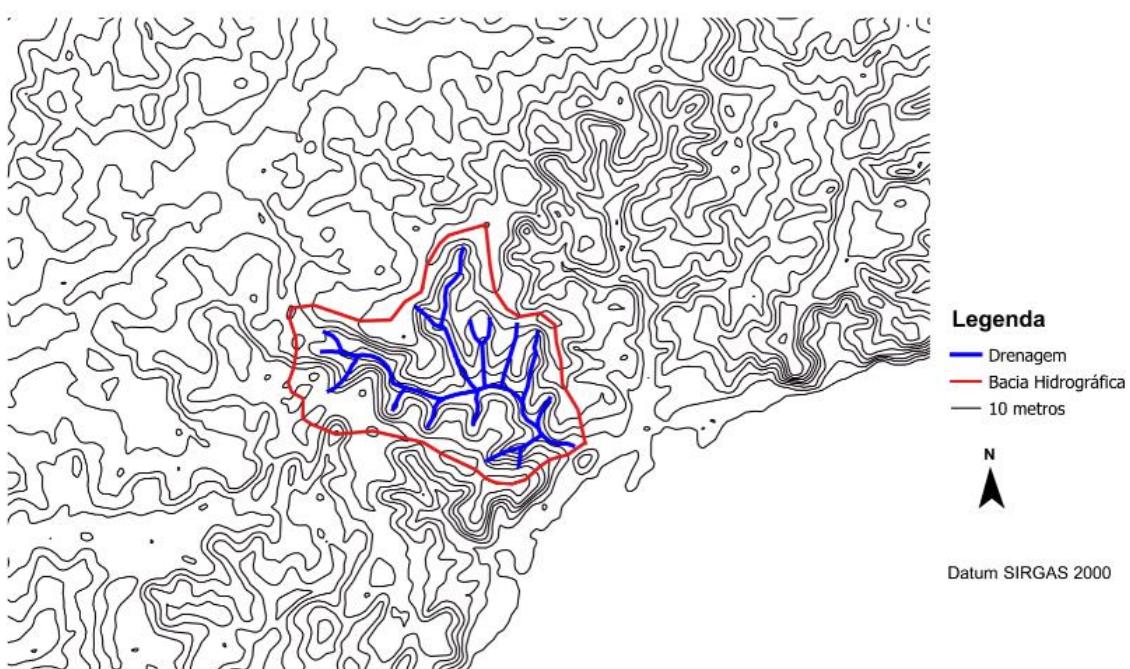
A delimitação três e quatro têm suas formas muito parecidas uma com a outra, respeitando e acompanhando a rede da drenagem. Ambos os produtos tem dentro de seus limites grandes áreas urbanizadas.

7.2 RESULTADOS A PARTIR DOS DADOS MORFOMÉTRICOS

A partir da delimitação da bacia delimitada (Mapa 13) e da hierarquização dos rios (Figura 11), foi possível extrair alguns dados morfométricos que foram organizados em uma tabela para compreender a dinâmica da bacia hidrográfica do bairro de Mauazinho.

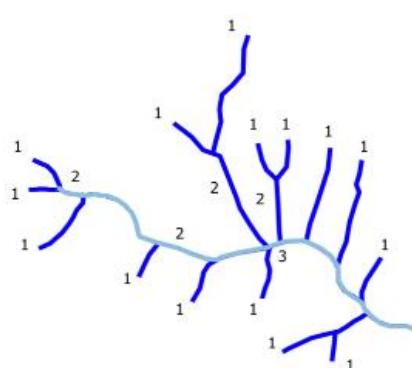
Mapa 13 – Bacia hidrográfica do bairro de Mauazinho

Bacia Hidrográfica Mauazinho



Fonte: Elaboração própria a partir dos divisores de água e dos pontos cotados.

Figura 11 – Hierarquização da bacia do bairro de Mauazinho.



Fonte: Elaboração própria a partir dos método propostos por Strahler (1952) e Shreve (1966).

Tabela 2: Resultados dos dados morfométricos

DADO MORFOMÉTRICO	RESULTADO
Área de drenagem	2,70 km ²
Perímetro da bacia	7,51 km
Coeficiente de compacidade	1,28
Índice de circularidade	0,601
Comprimento do rio principal	2,26 km
Comprimento total da drenagem	7,99 km
Densidade da drenagem	2,96 km/km ²

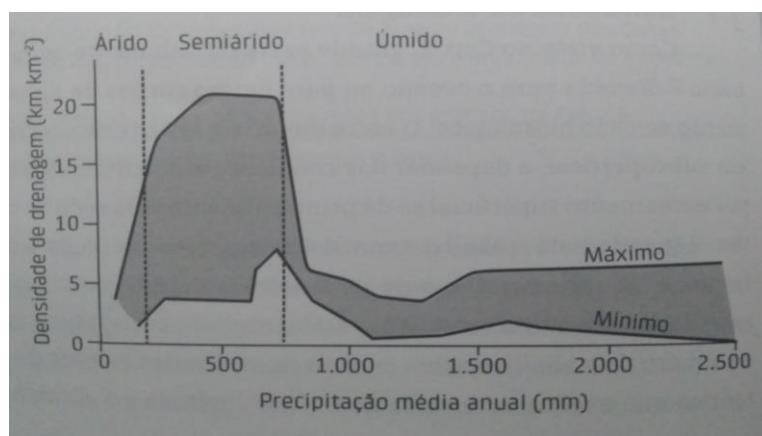
Fonte: Elaboração própria a partir

Com a produção dos mapas da delimitação da bacia (Mapa 13) e a hierarquização da rede de drenagem (Figura 11), retirou-se os dados propostos neste trabalho (Tabela 2). Os primeiros dados extraídos foram os dados base para o cálculo dos índices de coeficiente e densidade, foram eles: a área, o perímetro, comprimento do rio principal e o comprimento total da drenagem da bacia do bairro de Mauazinho. A área da bacia foi calculada em 2,70 km², seu perímetro em 7,51 km, o comprimento do rio principal em 2,26 km e a drenagem total tem comprimento em 7,99 km. Todos esses dados demonstram a pequena extensão da área de trabalho.

Com os dados básicos em mãos (área, perímetro e comprimentos), foi possível extrair o coeficiente de compacidade. A bacia em questão apresentou 1,28 de coeficiente. De acordo com Stevaux e Latrubesse (2017), valores de coeficiente de compacidade mais próximos a 1,0 representam bacias com formas mais circulares. Dessa forma, como a bacia apresenta valor de 0,28, acima de um, pode-se dizer que a bacia do Mauazinho apresenta forma mais próxima a um círculo.

A bacia do bairro de Mauazinho apresentou também densidade de drenagem de 2,96 km/km², o que condiz com os parâmetros observados por Abrahams (1972) (Figura 12). Como o bairro de Mauazinho está inserido na cidade de Manaus, que apresenta precipitação média anual de 2.368,9 mm, sua densidade deveria ficar entre 1,0 e 6,0 km/km², assim como o valor obtido.

Figura 12 – Variação da densidade de drenagem em relação à precipitação média anual.



Fonte: Stevaux e Latrubesse (2017).

Por último a bacia ainda possui um índice de circularidade de 0,601. Como o resultado observado foi maior do que 0,51, isso representa uma bacia com forma mais circular, o que favorece aos processos de inundação.

8 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As inundações no bairro de Mauazinho estão subordinadas à planície de inundação, onde se observa melhor de acordo com os produtos 1, 3 e 4, já que essas delimitações coincidem melhor com os dados de enchente disponibilizados pelo INPA. Tanto a primeira delimitação, quanto a terceira e a quarta, contemplaram uma grande área potencialmente alagáveis próximas às margens dos rios. Dentro desses três diferentes limites, observou-se a ocorrência de registros de enchente (INPA), principalmente, próximas as regiões do porto, que se localizam também próximas a tributários do rio Negro. Entretanto, apesar das três delimitações contemplarem grandes extensões de áreas potencialmente alagáveis, na parte urbanizada do bairro Mauazinho, não há registros de inundações. Isso pode ser atribuído tanto à inexistência de enchentes de fato, quanto à falta de dados quantitativos sobre aquela região.

Os valores obtidos por meio dos dados morfométricos, de área, perímetro, comprimento total da drenagem e rio principal, demonstram que se trata de uma área pequena. Já o valor de coeficiente de compacidade em 1,28, demonstra que a bacia em questão apresenta uma forma mais próxima a um círculo, favorecendo os eventos de inundação, tendo em vista que bacias mais arredondadas tem maior propensão a planícies fluviais mais largas, enquanto bacias mais longitudinais têm maior capacidade de escoamento. Segundo Stevaux e Latrubesse (2017), a presença de morfologia mais circular,

apresenta relação direta com a maneira como a água escoa e a concentração de água da bacia. Bacias circulares são mais propensas à inundação, uma vez que a água vinda da rede de drenagem tende a atingir o canal principal simultaneamente, na medida em que as distâncias entre a cabeceira e o tronco da drenagem são aproximadamente equivalentes.

O índice de circularidade obtido foi de 0,601, o que representa uma relação entre a área da bacia e seu perímetro. Como o valor observado foi maior que 0,51, isso representa uma bacia que tende a uma forma mais circular, assim como expressado pelo coeficiente de compacidade, o que favorece os processos de inundação, uma vez que a água advinda da rede de drenagem tende a atingir o canal principal simultaneamente, já que as distâncias entre a cabeceira e o tronco de drenagem são praticamente equivalentes.

A densidade de drenagem obtida foi de 2,96 km/km². Esse dado morfométrico expressa a eficiência do escoamento, relacionando as precipitações médias, a influência do clima, da geomorfologia, do tipo de rocha e solo, da cobertura vegetal e do uso e ocupação de uma bacia. Assim, a variação de seus valores apresenta relação com a precipitação e o escoamento superficial que obedece aos parâmetros observados por Abrahams (1972) (Figura 7).

Como a área de estudo encontra-se em uma região com clima úmido, com precipitações acima de 2.000 mm, sua densidade de drenagem deveria se manter entre 6,0 e 1,0 km/km² (ABRAHAMS, 1972). Como o valor obtido foi de 2,96 km/km², entende-se que o dado representa as características da bacia. É importante frisar que Stevaux e Latrubesse (2017) apontam que a alteração do gráfico em áreas úmidas ocorre devido ao aumento de chuva estar associado a um aumento da vegetação, que inicialmente retém o escoamento superficial, mas que, em regiões com precipitação média anual acima de 1.400 mm, apesar da existência de densas vegetações, não conseguem evitar o escoamento superficial. No caso do bairro Mauazinho ainda existe o agravante de parte da região da bacia ser urbanizada e impermeabilizada, dificultando ainda mais o escoamento.

Os dados morfométricos obtidos corroboram, de diferentes maneiras, a ideia de que a bacia do bairro Mauazinho é uma área que está muito suscetível a eventos de inundações. Entretanto, os registros no bairro não demonstram isso. Nas imagens obtidas pelo INPA, observam-se poucos registros de enchentes no bairro, não condizendo com os dados obtidos.

9 CONCLUSÃO

O bairro de Mauazinho apresenta como características geológicas o predomínio de arenitos avermelhados, argilitos, conglomerados e brechas intraformais. Sob esta geologia, encontram-se platôs que terminam em encostas de grande declividade, curtas e com predominância de formas convexas. Além disso, o clima é quente e úmido, com altos índices pluviométricos. Tais características, apesar de não determinantes, já corroboram para a predisposição a eventos de inundação.

Adicionalmente a isso, o bairro possui planícies ocupadas por diferentes tipos de intervenções humanas, que foram instaladas na região sem um planejamento adequado e sem a participação do Estado. A partir dessas características físicas e humanas, é razoável considerar o bairro de Mauazinho como uma área de possíveis inundações. No entanto, também é necessário entender se os eventos de inundações registrados ali ocorrem porque a área do bairro localiza-se na planície de inundação da bacia, área de inundação natural do rio, ou porque são eventos associados a outras condicionantes como, impermeabilização, ocupação do solo e altos volumes de precipitação. Dessa forma, é possível avançar no entendimento sobre a maneira como as dinâmicas de alteração no nível do rio Negro afetam as populações que ocupam essas áreas e outras áreas próximas às margens.

Por meio da elaboração das diferentes delimitações e da comparação com os pontos de inundação obtidos pelo INPA do município de Manaus, observou-se que três, das cinco delimitações (delimitações 1, 3 e 4), não condizem com os registros de inundação disponibilizados pelo INPA. Tanto o índice de circularidade quanto o coeficiente de compacidade mostram que a bacia hidrográfica do bairro Mauazinho é uma bacia com forma mais próxima a um círculo e que, portanto, apresenta maior facilidade nos processos de inundações. Além da forma circular, a bacia ainda apresenta coeficiente de compacidade condizente com um alto índice de escoamento superficial, ou seja, uma parte da água infiltra, pelas características do geomorfológicas e pedológicas, porém, uma grande parte da água, devido ao grande volume pluviométrico, escoa e inunda o bairro.

Dessa forma, os dados morfométricos e as delimitações conversam e concordam entre si, demonstrando uma grande área potencialmente alagável na bacia do bairro Mauazinho e um alto impacto na população que ali reside. Entretanto, esses dados não estão de acordo com aquilo que foi registrado na cidade de Manaus pelo INPA (2009), o que pode ser atribuído a uma ineficácia do método ou à falta de registro no bairro.

Como o objetivo deste trabalho era entender as dinâmicas de alteração no nível do Rio Negro e se está afeta a população e a área urbanizada no bairro Mauazinho, pode-se concluir que, por meio dos métodos utilizados, há um grande potencial para as áreas do bairro Mauazinho serem afetadas, porém, a magnitude deste potencial não é representada pelos dados obtidos pelo INPA (2009).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SÁBER, A. N. (1953). **A cidade de Manaus.** In: Boletim Paulista de Geografia. No. 15. São Paulo: AGB / Seção Regional de São Paulo.
- ALVES, N. **Mapeamento hidromorfodinâmico do complexo fluvial de Anavilhas. Contribuição aos estudos de geomorfologia fluvial de rios Amazônicos.** Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015.
- BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física global: esboço metodológico.** São Paulo, Instituto de Geografia, USP. Cadernos de Ciências da Terra, 1972.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas (ANA) e Serviço Geológico do Brasil (CPRM). **Monitoramento Hidrológico.** Boletim ° 21. Brasília, 2012.
- CASSIANO, K.R.M.; COSTA, R.C. **Análise Geográfica das Áreas de Risco de Manaus.** In: Seminário Latino-Americanano de Geografia Física e II Seminário Ibero-Americanano de Geografia Física, 6., 2010, Coimbra – PT. Anais... Coimbra, 2010.
- CESARINO, F. **Do outro lado do rio: Tradições e modernidades entre os pescadores artesanais do bairro Mauazinho, em Manaus – AM.** Tese (Mestrado em Sociologia) – Departamento de Ciências Sociais, Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2013.
- COSTA, E. ; SILVA, C. ; Silva, M. **Caracterização Física de Bacias Hidrográficas na Região de Manaus - AM.** In: Caminho de Geografia Uberlândia, 2013, Uberlândia:: UFU.
- CHRISTOFOLLETTI, A. **Geomorfologia fluvial : o canal fluvial.** São Paulo: Edgard Blücher, 1981.
- CRUZ, D.; CASSIANO K.; COSTA R. **Áreas de Risco em Manaus: inventário preliminar.** Manaus: INPA, 2009.
- CRUZ, D.; COSTA, R. **Inundações em Bacias Hidrográficas Urbanas de Manaus - Comunidades Bairro União e N. S. de Fátima.** In: REVISTA GEONORTE, 2012, Manaus: INPA.
- CPRM, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Monitoramento Hidrológico,** Manaus-AM, 2012.
- CPRM, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Relatório de Cheias,** Manaus-AM, 2012.

CUNHA, E. da. Amazônia – um paraíso perdido. Manaus: Editora Valer; Governo do Estado do Amazonas; EDUA (Coleção Poranduba), 2003.

CUNHA, P. R. C., GONZAGA, F. G., COUTINHO, L. F. C., FEIJÓ, F. J. **Bacia do Amazonas. Boletim de Geociências da Petrobrás**, v. 8, n.01, p. 47-55, 1994.

EIA/RIMA PROSAMIM. WAICHMAN, Andrea Viviana et al. **Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus - Relatório de Impacto Ambiental – RIMA**. Manaus – Igarapé do Educandos, 2004.

FERREIRA, C.; LIMA C.; CAVALCANTI L.; SANTOS, A. **Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Açude Cachoeira II, no Município de Serra Talhada - PE Brasil**. Seminário Ibero Americano de Geografia Física. Pernambuco, 2010

GUERRA, A. T.; CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

INPA, Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas. **Áreas de risco em Manaus: Inventário preliminar**. Manaus, 2009.

LANA, C.; ALVES, J.; CASTRO P. **Análise morfométrica da bacia do Rio do Tanque, MG - Brasil**. Revista Escola de Minas. Ouro Preto, 2001.

LATRUBESSE, E. M.; STEVAUX, J. C.; SINHA, R. Grandes sistemas fluviais tropicais: uma visão geral. Revista Brasileira de Geomorfologia. Ano 6, n.1, 2005.

LEMOS, L.. **Áreas de risco nas bacias hidrográficas urbanizadas de Manaus**. 2016. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.

LESSA, R. **Análise antropogeomorfológica da bacia hidrográfica do Mauazinho (Manaus - AM)**. Tese de mestrado. Manaus: UFAM, 2019.

LOUREIRO, K; CARLO, J.; LAMBERTS, R. **Estudos de estratégias bioclimáticas para a cidade de Manaus**. In: Encontro Nacional de Tecnologias do Ambiente Construído, Foz do Iguaçu, 2002.

MACENA, L. S. L.; COSTA, R. C. A cidade como espaço do risco: estudo em bacias hidrográficas de Manaus, Amazonas – BR. **Revista Geonorte, Edição Especial**, v.1, n.4, p. 318–330, 2012.

MACENA, L.S.S. Estudo das Áreas de Risco na Bacia Hidrográfica urbanizada do Mauazinho. Uso e valor do solo na paisagem – Manaus, AM. 2012. TCC (Monografia). Universidade do Estado do Amazonas – UEA-ENS. Manaus – AM, 2012.

MOLINIER, Michel et all. Hidrologia da Bacia do Rio Amazonas. Companhia de Pesquisas de Recursos minerais, 1995.

NAZARETH, T.; SANTIAGO, D.; SANTANA, E. **Pobreza e acesso a programas de transferência de renda na periferia de Manaus: o caso do bairro Mauazinho.** In: 13º Congresso Internacional da Rede Mundial de Renda Básica de Cidadania, BIEN, 2010, São Paulo.

NOGUEIRA, A.; SANSON, F.; PESSOA, K. **A expansão urbana e demográfica da cidade de Manaus e seus impactos ambientais.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis: INPE.

OLIVEIRA, P.; ALVES, T.; STEFFEN, J.; RODRIGUES, D. **Caracterização morfométrica de bacias hidrográficas através de dados SRTM.** Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental. 2010, vol.14, n.8.

PISSINATI, Mariza C.; ARCHELA, Rosely S. **Geossistema Território e Paisagem - Método de Estudo da Paisagem Rural sob a ótica Bertrandiana.** In: Geografia (Londrina), 2009, Londrina, Universidade Estadual de Londrina (UEL).

PORTO DE MANAUS. Nível do Rio Negro: Níveis Máximos e Mínimos. Manaus, 2019. Disponível em: <<https://www.portodemanaus.com.br/?pagina=niveis-maximo-minimo-do-rio-negro>>. Acessado em: fev/2019.

STEVAUX, J.; LATRUBESSE, E. **Geomorfologia Fluvial.** São Paulo: Oficinas de Textos, 2017.

TUCCI, C. M. **Inundações Urbanas.** Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007.

VIEIRA, A.F.G. **Desenvolvimento e distribuição de voçorocas em Manaus (AM): Principais fatores controladores de impactos urbano-ambientais.** Tese de doutorado. Florianópolis: UFSC, 2008.

VIEIRA, A.F.S.G.; ABREU, N.R.P. Histórico das voçorocas em Manaus – Amazonas – Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA – SINAGEO, 10., 2014. Manaus. **Anais...** Manaus, 2014. Disponível em: < <http://sinageo.org.br/2014/trabalhos/4/4-480-683.html> >. Acesso em> 14 de jan. 2020.

VILAR, F. **Famílias do Mauazinho: levantamento dos arranjos familiares em um bairro popular de Manaus.** Programa CNPq. Manaus: UFAM, 2014.