

## **Geração de Modelo Digital de Elevação como subsídio no planejamento urbano de Manaus/AM – Brasil**

**Generation of a Digital Elevation Model as a subsidy in urban planning in Manaus/AM – Brazil**

**Generación de un Modelo de Elevación Digital como subsidio en planeamiento urbano en Manaus/AM – Brasil**

Recebido: 12/09/2022 | Revisado: 09/10/2022 | Aceitado: 16/11/2022 | Publicado: 04/12/2022

**Daiane Cardoso Lopes Batista**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7693-2208>

Universidade Federal do Amazonas, Brasil

E-mail: [dayane.capes@hotmail.com.br](mailto:dayane.capes@hotmail.com.br)

### **Resumo**

Grande parte das cidades brasileiras, os Planos Diretores Municipais Regionais, acabam afastando as questões ambientais da gestão urbana. Neste sentido, a proposta deste trabalho, foi gerar um Modelo Digital de Elevação, utilizando imagens SRTM - (Missão Topográfica Radar *Shuttle*) de Radar da cidade de Manaus, para subsidiar a política de uso da terra. A metodologia adotada seguiu quatro etapas: Na primeira foi realizado o levantamento do referencial teórico e cartográfico da área de estudo; Em um segundo momento foi adquirido os dados e posteriormente foram tratados para possíveis interpretações; Na terceira etapa ocorreu a extração de curvas de níveis a partir das imagens adquiridas; Por fim, na quarta etapa ocorreu a análise e discussões dos resultados alcançados. A área urbana de Manaus segundo as classificações pré-estabelecidas possui um relevo de forma suave e ondulada que apresentou variações de 3 a 8% de declividade e algumas áreas mais elevadas alcançando aproximadamente 117 metros de altitude, as formas das encostas viabilizam os processos superficiais e moldam o relevo dissecado do sítio urbano de Manaus. O estudo viabilizou o conhecimento e uma visão da topografia da região que está marcada por diversos problemas sociais que ordenam e segrega o espaço da cidade, estes conhecimentos influenciam diretamente no planejamento estratégico urbano da cidade.

**Palavras-chave:** Modelo digital de elevação; Planejamento urbano; Geotecnologias.

### **Abstract**

Most Brazilian cities, the Regional Municipal Master Plans, end up pushing away environmental issues from urban management. In this sense, the purpose of this study was to generate a Digital Elevation Model, using SRTM images - (Shuttle Radar Topography Mission) Radar in the city of Manaus, to support the land use policy. The methodology followed four stages: the first was performed a study of theoretical and cartographic reference of the study area; in a second moment was acquired the data and were subsequently processed for possible interpretations; in the third step was the extraction of contour lines from the acquired images; and, the fourth stage took place analysis and discussion of results. The urban area of Manaus according to pre-established ratings have a major soft, wavy form that showed variations 3-8% slope and some higher areas reaching about 117 meters, forms the slopes enable the superficial processes and shape relief dissected the urban site of Manaus. The study enabled the knowledge and insight of the topography of the region that is marked by various social problems that order and segregates the space of the city, this knowledge directly influence the strategic urban planning of the city.

**Keywords:** Numerical elevation model; Urban planning; Geotechnology.

### **Resumen**

La mayoría de las ciudades brasileñas, los Planes Maestros Municipales Regionales, terminan alejando los problemas ambientales de la gestión urbana. En este sentido, el propósito de este estudio fue generar un modelo de elevación digital, usando de imágenes SRTM - (Shuttle Radar Topography Mission) Radar en la ciudad de Manaus, para apoyar la política de uso de la tierra. La metodología seguida cuatro etapas: la primera se llevó a cabo un estudio de referencia teórico y cartográfica del área de estudio; En un segundo momento, los datos fueron adquiridos y posteriormente tratados para posibles interpretaciones; En la tercera etapa, la extracción de curvas de nivel se produjo a partir de las imágenes adquiridas; Finalmente, en la cuarta etapa, se llevó a cabo el análisis y las discusiones de los resultados obtenidos. El área urbana de Manaus según las clasificaciones preestablecidas tiene una importante forma suave y ondulada que mostró variaciones 3-8% de pendiente y algunas zonas más altas alcanzan aproximadamente 117 metros, forma las laderas permiten a los procesos y la forma superficiales alivio diseccionó el sitio urbano de Manaus. El estudio permitió el conocimiento y la comprensión de la topografía de la región que se caracteriza por diversos problemas

sociales que ordenan y segrega el espacio de la ciudad, este conocimiento influyen directamente en la planificación urbana estratégica de la ciudad.

**Palabras clave:** Digital elevation model; Planificación urbana; Geo.

## 1. Introdução

O uso de novas geotecnologias no contexto da ciência geográfica vem gradativamente se apresentando como uma proposta metodológica condizente nos estudos sobre o uso da terra. Esta proposta tem por finalidade compreender as inter-relações que envolvem um conjunto de processos articulados entre a sociedade e o meio. Neste sentido, a cada momento, há uma busca incessante por um novo instrumento técnico, em todas as áreas do conhecimento.

O avanço tecnológico influenciou a inserção de tais tecnologias no âmbito da ciência geográfica. Desse modo, a disseminação dessa nova proposta tem possibilitado o desenvolvimento de estudos e mapeamentos com elevada precisão, transformando dessa maneira como uma nova ferramenta do geógrafo.

Nesse contexto o uso de Geotecnologias trabalha de modo interdisciplinar áreas correlatas como Sistema de Informação Geográfica – SIG, Sensoriamento Remoto, e Geoprocessamento e estas revolucionaram a era da Geografia em especial a Cartografia.

Atualmente a otimização das informações geográficas, torna ágil a confecção de produtos cartográficos, fato que torna possível o monitoramento das mudanças de áreas, as análises temporais dos processos de urbanização, os estudos geomorfológicos e as alterações nas paisagens, descobrindo fenômenos até então desconhecidos.

É válido ressaltar que o geoprocessamento, em especial, tem sido uma ferramenta bastante utilizada no meio acadêmico e científico, de acordo com Junior (2022), O geoprocessamento, ou processamento de informações geoespaciais, fornece ferramentas e subsídios para análises baseadas em evoluções espaciais e temporais de fenômenos geográficos e suas inter-relações, através do tratamento espacial da informação.

Sendo assim, o geoprocessamento é uma ferramenta que possui inúmeras técnicas matemáticas e computacionais, que possibilitam análises de fenômenos e a compreensão do espaço como um todo.

No estudo da Geomorfologia essa técnica tem conquistado espaço, uma vez obtendo os dados de altimetria, pode ser gerado diversos produtos da área de interesse, como mapa de declividade, extrair curvas de nível, mapa hipsométrico e Modelo Digital de Elevação, com aplicabilidade na área ambiental.

As imagens SRTM, adotam esta técnica de Interferometria, pois conseguem obter dados altimétricos ou de elevação do terreno, disponibilizando seus dados para o público e, várias instituições de pesquisa e ensino têm aprimorado esses dados como o projeto TOPODATA do Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE (apud Valeriano, 2005).

A escolha pelo uso destas imagens surgiu a partir da necessidade de estudar a configuração espacial com uma maior precisão, com maiores informações e detalhamento da região. Apesar da disponibilização das imagens de alta resolução espacial fornecidas, ainda não se tem uma efetiva utilização deste produto na cidade de Manaus.

Sendo assim, os dados geram informações que são sistematizadas, estas resultam em mapas temáticos, instrumentos importantes para o âmbito das políticas públicas que conseguem visualizar espaços excludentes, possibilitando melhor ordenamento e conciliação dos espaços (Moura, 2016).

Certamente os mapas temáticos como instrumentos, auxiliam em parte do processo, mas o fato da compreensão dos processos estruturantes das redes urbanas regionais e locais, estão associadas não só a questões territoriais e sim de cunho econômico, político e ideológico (Araújo, 2014).

Os processos estruturantes da rede urbana estão além de normativas, muitas vezes não compreendidas pelos atores sociais, até mesmo por profissionais da área que tratam a estrutura urbana dentro da cidade como setores meramente quantitativos. É necessário de fato integrar fatores como as barreiras naturais (relevo, hidrografia, unidades de terreno) e

antrópicas (centralidade, polos atratores e equipamentos de uso coletivo, dentre outros) que, juntamente com as características demográficas, de uso e ocupação e socioculturais dos assentamentos resultam em graus diferenciados de interdependências entre bairros e sua porção no contexto do território das administrações regionais, conferindo lhes identidade (Araújo, 2014).

### **1.1 Breves dimensões históricas socioespaciais de ocupações em Manaus**

As ocupações em Manaus decorrem da antiga estratégia de ordenamento e ocupação da Amazônia Brasileira, esta estratégia viabilizava planos de intervenções e desenvolvimento econômico para o país.

Assim como à cidade de Manaus e as demais cidades brasileiras, o processo de urbanização está associado aos períodos de hegemonia econômica distintos, que exerceram influência na configuração espacial da cidade, deflagrando uma segregação socioespacial de algumas classes da sociedade tornando distantes, expostas a exclusão e o não cumprimento de vários direitos constitucionais.

Cabe compreender o contexto histórico da cidade de Manaus, pois possui marcos de desenvolvimento e expansão; o primeiro marco de ocupação e expansão ocorreu no período da borracha. A propósito deste assunto, o autor Samuel Benchimol (2009), ressalta que nesse período ocorreu o primeiro impulso no crescimento demográfico da capital amazonense. Tal crescimento esteve relacionado ao progresso econômico derivado do comércio da borracha. No chamado “boom” desse período realizou-se a construção de ruas, avenidas e o Teatro Amazonas. As relações comerciais estabelecidas na cidade de Manaus estavam associadas muito mais ao mercado externo do que ao nacional.

Neste período áureo da borracha a maioria da população não estava nas poucas vilas existentes, mas embrenhada no interior da floresta. As vilas e as poucas cidades continuaram com as mesmas funções para as quais haviam sido criadas no século XVIII, quais sejam: representação do poder público para arrecadação de impostos, sede das missões religiosas, base para a circulação de produtos extrativos para exportação e internação de produtos alimentícios básicos que vinham de lugares externos a região e eram internalizados a começar de Belém e Manaus (Oliveira e Schor, 2009).

De acordo com Oliveira e Schor (2009), o declínio da Borracha levou à destruição, mas também criou os mecanismos da resistência e de reconstrução. Isso parece tanto mais verdadeiro quando comparado ao impacto ocasionado no interior da Amazônia e nos dois principais centros urbanos, Belém e Manaus.

Foram feitas várias de tentativas e ações de superar a crise com a dinamização e a Implantação da Zona Franca de Manaus em 1967 (Suframa & Santos, 2009).

A Zona Franca de Manaus foi criada pelo Decreto Lei nº 288, de 28 de fevereiro 1967 (Botelho, 2001). O objetivo era promover o desenvolvimento econômico da região, por meio do oferecimento dos incentivos fiscais para as empresas.

Estes relevantes processos contribuíram para configuração espacial da cidade de Manaus, refletem cada momento da história da cidade, a distribuição espacial responde ao seu passado.

O objetivo do presente estudo consistiu em gerar dados altimétricos, como diversos modelos tridimensionais, por meio de imagens SRTM- de Radar da cidade de Manaus como subsídios para o planejamento urbano.

Sendo assim, este estudo contribuirá com informações que serão úteis para o planejamento urbano e para as ações de controle das ocupações e prevenção do risco no poder público, e tomadas de decisões, dentre outros.

## **2. Metodologia**

Para a adquirir os dados que possibilitassem a construção deste estudo, foi adotado o método sistêmico com técnicas de levantamento e coleta de campo, laboratorial e experimental. De acordo Edgar Morim (2005), a análise sistêmica consiste em um método onde a natureza é proposta por elementos que não devem ser analisados de forma isolada uns dos outros e sim, analisados com suas inter-relações, pois há uma complexidade organizada entre os elementos.

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizados, câmera fotográfica, *notebook Acer icore 5*, *Software ArcGis 9.3*, licença temporária, imagens SRTM, com resolução de 30 metros, carta Imagem 03S615 e 03S60 disponibilizadas no site TOPODATA do Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE, utilizou-se as Cartas Topográficas da Região urbana de Manaus Folhas SA.20-Z-D-III-2/SA.21-Y-C-I-1 com escala 1: 50.000 do DSG (Diretoria do Serviço Geográfico).

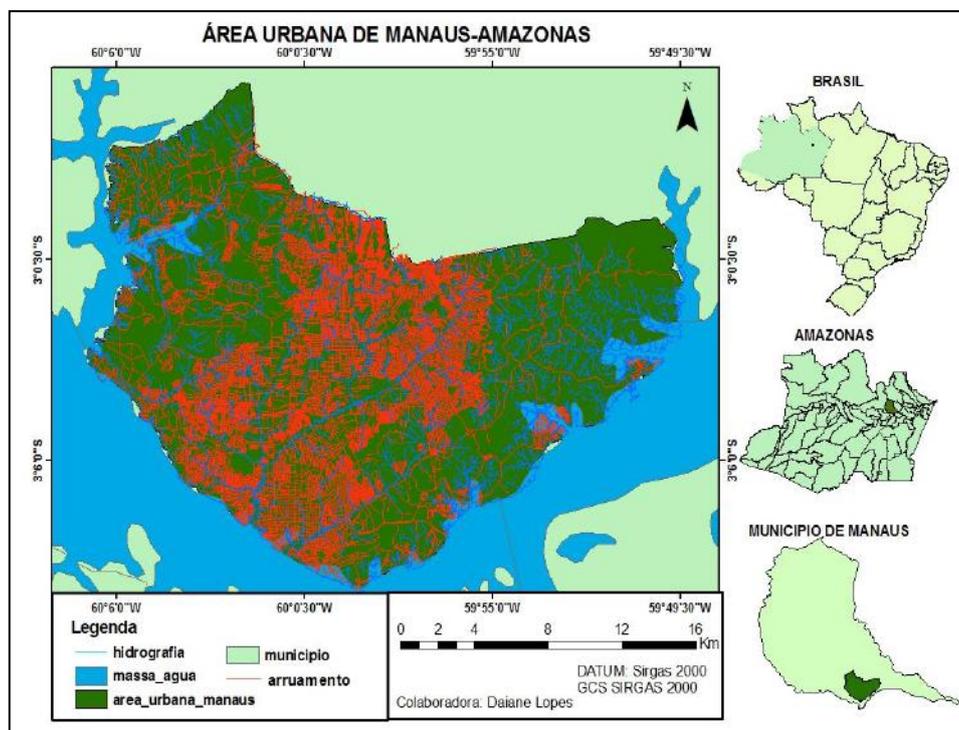
## 2.1 Caracterização geral da área de estudo

A área contemplada para o estudo foi a cidade de Manaus, localizada entre os pares de coordenadas geográficas 3° 06'00" a 3°00'00" de latitude Sul e 60° 08'00" a 69° 49'30" longitude Oeste, que estão dispostos na (Figura 1). A cidade é exemplo de típicas cidades brasileiras que expandiram sem ordenamento ou planejamento territorial, pois está integrada a uma rede de áreas drenadas por uma bacia hidrográfica maior, o que a torna com certo nível de complexidade e isto implica na configuração e articulação do espaço urbano.

De acordo com os estudos de Oliveira e Schor (2009), as zonas Norte e Leste são as que sofrem maior pressão por empreendimentos imobiliários autorizados e invasões, por apresentarem certo grau de vegetação e geralmente são áreas longínquas do centro da capital.

Decorrente da ausência de propostas efetivas de consolidação de sistemas integradores de planejamento e gestão urbana (Moura, 2016), alguns fatores trouxeram inúmeros problemas ambientais, sociais e econômicos para a região, como a perda da diversidade florística e faunística local e consequente contaminação dos recursos hídricos.

Figura 1 - Localização da área de estudo.



Fonte: Limite Municipal IBGE, 2000. Elaborado por Daiane Lopes (2000).

Parte das atividades e da ocupação do município de Manaus, está concentrada na capital manauara o sistema de arruamento (Figura 1) se delinea em homogeneidade com a redes de igarapés que funcionam como superfluxos de descargas de todo tipo de material no rio de maior volume e curso, o rio Amazonas.

Atualmente, segundo relatório do CPRM (2012), Manaus possui diversas áreas que diante de eventos pluviométricos acabam inundando e ocorrendo as enchentes que trazem inúmeros transtornos e perdas materiais nas áreas atingidas.

Além das enchentes, os solos uma vez fragilizados, compactados acabam ocorrendo o processo de aceleração do escoamento superficial e aumentando os processos de perda de solo e de sedimentos. A área de estudo constitui dentro da zona onde as áreas de risco são consideradas, de intensidade muito alta. O estudo apresenta as principais mudanças e alterações afetam diretamente na constituição do espaço geográfico.

Na constituição geológica da cidade de Manaus é composta pela ocorrência da formação Alter do Chão de Idade Cretáceo/Terciário com aproximadamente 65 milhões de anos, constituída por sedimentos continentais avermelhados sob a forma de Argilas, Siltes, Arenitos e Conglomerados.

O solo da cidade é constituído por Latossolo Amarelo, normalmente ácido e profundo, rico em alumínio, ocupam grandes extensões de terras no Baixo e Médio Amazonas (EMBRAPA, 2018). O relevo é caracterizado pela ocorrência de baixos platôs dissecados (Ab' saber, 2002).

Manaus está inserida no clima Equatorial Quente e Úmido, predominante na Amazônia (Nimer, 1989). Especificamente na classificação de *Koepen* (1948) apud Aguiar (1995, p.37) o clima amazônico é do tipo *Af*: clima tropical chuvoso.

Segundo Braga (2008), podem ser identificados diversos subtipos Florestais na Amazônia Brasileira: Floresta Ombrófila Densa; Floresta de Cipó; Floresta Aberta de Bambu ou de Palmeira; Floresta de Encosta; Campinarana dos subtipos Campina Sombreada e Alta; e Floresta Estacional, Floresta de Várzea, o Igapó e os demais tipos de comunidades vegetacionais.

O tipo de vegetação que predomina no sítio urbano de Manaus é do tipo Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 2012).

A metodologia adotada correspondeu a quatro etapas: a) As imagens SRTM do projeto TOPODATA foram adquiridas juntamente com as cartas topográficas da DSG; b) A manipulação e processamento das imagens e cartas ocorreram em ambiente SIG, onde pode extrair as curvas de níveis das SRTM, gerando mapas de declividade, Curvas de Níveis e Modelo Digital de Elevação - MDE; c) Em seguida houve uma comparação dos produtos por meio dos dados adquiridos.

## 2.2 Processamento de Imagens Digitais

O projeto Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), realizada em 2000 a bordo da nave Endeavour, incorpora a técnica InSAR e dispõe publicamente seus dados em escala global por intermédio do United States Geological Survey (USGS). Assim, diversas pesquisas vêm sendo conduzidas com o objetivo de analisar, comparar e atualizar informações da superfície terrestre por meio de dados do SRTM. Sendo assim diversos trabalhos, foram desenvolvidos por Dias et al. (2004), Santos et al. (2006), Valeriano e Abdon (2007), Luedeling et al. (2007), Fredrick et al. (2007), Berry et al. (2007) e Rennó et al. (2008).

Os modelos SRTM, do projeto TOPODATA, representam bem as formas de relevo, comparado à outros modelos digitais do terreno, pois apresentam melhor distribuição dos dados assimetria, mostrando áreas rebaixadas e terras firme do terreno (Grohmann, 2015).

Gerstenecker et al. (2005), avaliando várias bases para geração de MNTs, inclusive cartas topográficas, concluíram que a missão SRTM é um passo de importância considerável no detalhamento acurado dos MNTs do globo terrestre. Pinheiro (2006) concluiu que as altitudes medidas pelo MNT obtido dos dados do SRTM, após as devidas correções, apresentaram resultados melhores, comparados com os MNTs gerados a partir de cartas topográficas em escala 1:50.000.

Nesta etapa foram trabalhadas especificamente, as imagens adquiridas 03S615 e 03S60, por meio da aplicação de um realce nas mesmas em sobreposição para visualização da área de estudo.

Em seguida com a extração das curvas de nível a partir das imagens SRTM, com a utilização de um SIG específico o *ArcGis* 9.3, foi possível extrair a equidistância vertical das curvas de níveis de 20 metros.

A comparação das curvas em formato digital com a carta topográfica da região urbana de Manaus ocorreu de maneira que houvesse a sobreposição das informações altimétricas em um mapa providenciando uma análise visual instantânea.

A comparação foi efetivada pela escolha de um plano topográfico qualquer (altitude constante) que deveria ser coincidente, considerando os dados da carta topográfica.

Para gerar o MDE, utilizou uma ferramenta dentro do ambiente SIG *ArcGis 9.3* onde também foram gerados os mapas de declividade de hipsometria.

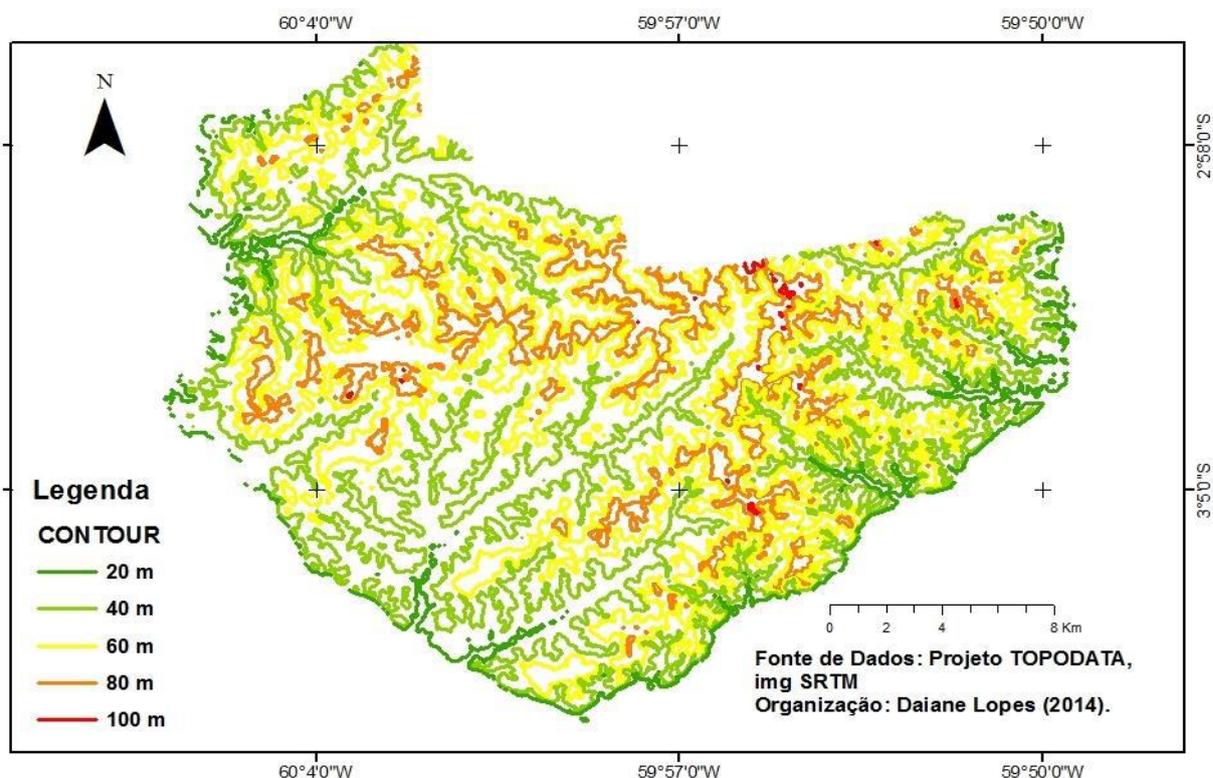
Em relação ao mapa de hipsometria este foi gerado utilizando a estrutura de grade triangular, (TIN “*Triangular Irregular Network*”), que é uma estrutura do tipo vetorial com topologia do tipo nó-arco possibilitando representar a superfície.

No processo de constituição do mapa de relevo, a base foi MDE como informações de entrada, em seguida a mesma foi dividida em 4 classes de declividades, discriminadas em seis intervalos distintos com base na proposta da Embrapa (1999), que varia entre: plano (0 a 2,9%); Suave Ondulado (3 a 7,9%); Ondulado (8 a 19,9%); Forte Ondulado (20 a 44,9%).

### 3. Resultados e Discussão

As imagens SRTM, no projeto TOPODATA do INPE, estiveram sua resolução ajustada de 90 metros para 30 metros, por métodos de interpolação *krigagem* (Topodata, 2008. Apud. Valeriano, 2005). O limite da área urbana está sendo representado na (Figura 2) com as curvas de nível que estão com equidistância vertical de 20 metros.

**Figura 2 -** Constituição de Isolinhas do terreno.



Fonte: Organizado por Daiane Lopes (2014).

Observando o mapa de curva de nível da cidade de Manaus as cores claras de pouca intensidade, representam áreas baixas do terreno com 20 a 40 metros de altitude, conseqüentemente são áreas próximas as planícies de inundações, consideradas como microbacias urbanas, e as áreas de cores mais intensa ou vibrantes, são os platôs dissecados ou seus interflúvios que

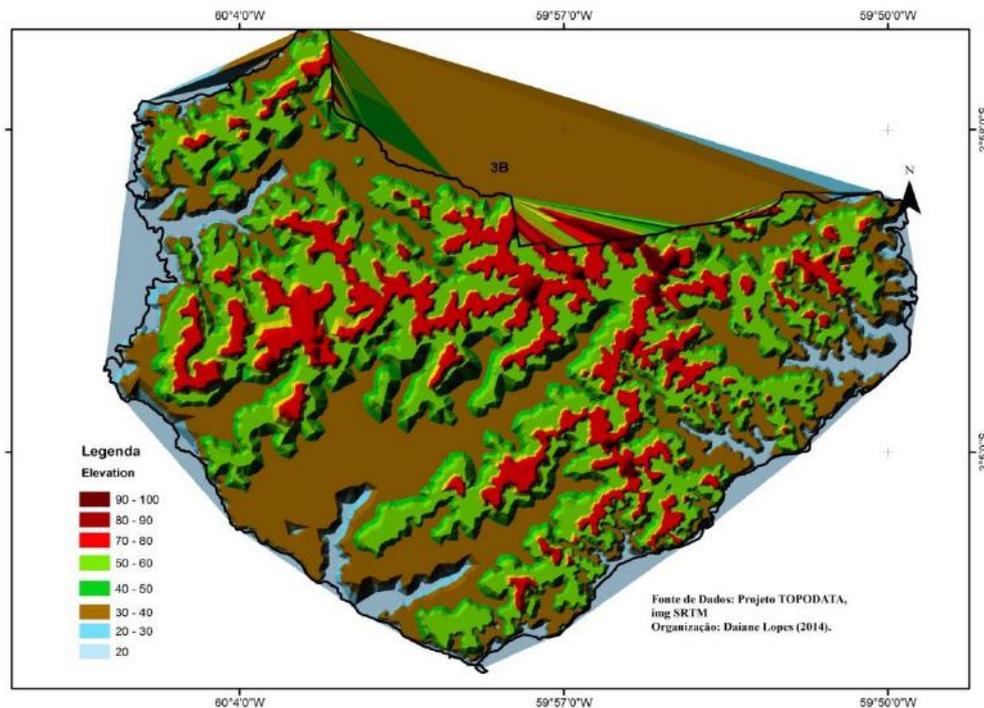
alcançam de 80 a 100 metros de altitudes, todas as microbacias urbanas possuem atividades antrópicas, perturbações ambientais, poucas possuem vegetação natural, as áreas de menor altitude são consideradas insalubres.

Em comparação com a carta topográfica (DSG) as elevações do terreno variam de 60 a 105 m de altitude, foram observadas que as áreas que têm uma maior altitude são as mesmas áreas que correspondem ao modelo de elevação do TOPODATA, de fato evidenciando semelhanças e coerência nos dados representados.

No desenvolvimento do mapa de hipsometria foi possível estabelecer o valor, conforme os anseios da pesquisa, no caso foram escolhidos intervalos com classes que iniciaram em 20 metros para o mapa de elevação e intercalando até atingir o valor máximo encontrado na SRTM, 100 metros.

A Hipsometria sendo uma representação da elevação de um terreno por meio de cores é utilizada por possuir uma equivalência com a elevação do terreno. Geralmente utiliza um sistema de graduação onde as cores frias (ex. verde) representam uma baixa altitude enquanto as cores quentes (ex. laranja, vermelho) representam uma alta altitude da área e melhora a percepção tridimensional do relevo como está ilustrando a (Figura 3) no formato *TIN*.

**Figura 3** - Dados de altimetria do Terreno da cidade de Manaus.



Fonte: Organizado por: Daiane Lopes, (2014).

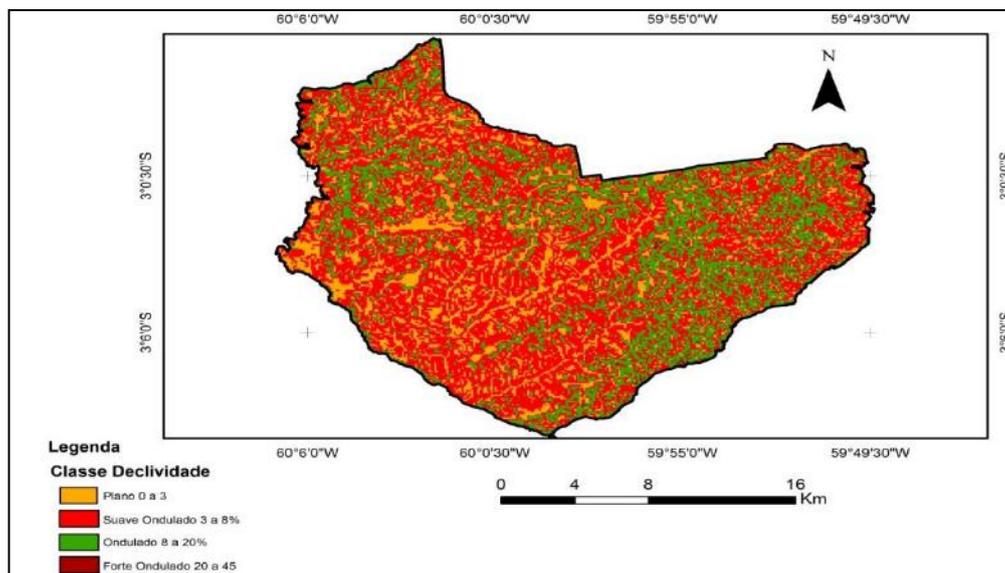
O modelo digital do terreno produzido (Figura 3) representa a realidade da superfície da área estudada, facilitando a interpretação visual e a verdadeira constituição do terreno, em dimensões 3d.

Com os dados de elevação de terrenos da área de estudo foi possível gerar também o mapa de declividade, pois este é relevante para compreender as formas do terreno, principalmente as direções das vertentes urbanas, terraços fluviais e áreas de inundações, no caso são áreas propícias a ocupação, geralmente a população recém estabelecida na cidade e com baixo recurso financeiro apropriam -se dessas áreas. O processo de ocupação em encostas urbanas acarreta a erosão das vertentes, contribuindo para transporte de material e assoreando as microbacias. A declividade é um fator indispensáveis no planejamento urbano de uma cidade.

Por isso, a variável declividade combinada, com outras informações podem fornecer novos dados derivados principalmente para as questões de legislação ambiental, como institui a Lei Federal 6766/79. Esta lei estabelece que: “em áreas com declividade acima de 30% (15°) não será permitido o loteamento do solo”. “Áreas com declividade acima de 30% são consideradas bastante declivosas, o que dificulta e onera a urbanização, pela sua maior suscetibilidade à erosão e pela instabilidade das encostas, quando da retirada da vegetação e dos trabalhos de movimentação da terra”.

Associada com a carta hipsométrica permite um resultado ainda mais preciso, pois se reconhecem as áreas potencialmente inundáveis. Considerando apenas as características físicas da bacia, as inundações são mais frequentes nas áreas de baixas altitudes e de declives baixos, pois são os locais onde, ocorre a saturação do solo e a água deixa de escoar (Figura 4).

**Figura 4 - Dados de altimetria do Terreno.**



Fonte: Organizado por: Daiane Lopes, (2014).

De acordo com a (Figura 4) aproximadamente 85% da área urbana de Manaus, apresentou formas *Suave ondulada* com declividade de 3 a 8% o restante demonstrou formas planas com aproximadamente 10% da área e 4% com *Ondulação* de declividades 8 a 20% e apenas uma pequena parte da área apresenta declividade *forte ondulação* e declive de 20 a 45%.

Estas informações são essenciais, pois quanto maiores a amplitude altimétrica e a declividade de uma vertente, mais volumosos e energéticos são os fluxos, tendendo à maior erosão das rochas (Junior, 2022). Para um planejamento urbano adequado de uma cidade, uma vez conhecida essas informações são bases para decisões no que diz respeito a construções de moradias, conjuntos habitacionais, instituições de ensino e diversas outras instituições.

No caso da cidade de Manaus as ocupações que ainda estão em fase de expansão apropriam-se principalmente de terrenos baldios, próximo do arruamento, nas encostas e no fundo do vale. Suas instalações e edificações são precárias não existe infraestrutura básica. O que a cidade reflete atualmente é a consequência de fatores históricos ligados a explorações de terras e recursos, apropriações que desde o princípio surgiram de forma inadequada, sem planejamento, e respeito com os recursos naturais.

#### 4. Considerações Finais

O estudo discutiu a geração de modelos de elevação da área urbana de Manaus, por meio de métodos que foram adequados aos objetivos da pesquisa, procurou explorar um pouco a respeito do uso desse suporte Geotecnológico para o planejamento urbano, na melhoria principalmente da qualidade de vida da população.

A cidade de Manaus vivência diversas mudanças em sua configuração, grandes partes dessas mudanças não tornaram a mesma organizada, mas todos os atores sociais, os objetos e indivíduos constituem simetrias ou criam arranjos necessários para a sua atuação no espaço, com tudo o geoprocessamento como uma ferramenta auxiliou na compreensão do espaço urbano da cidade de Manaus. A entender que as classes sociais segregadas a maioria ocupam áreas insalubres e se distribuírem aleatoriamente ao longo das encostas.

Sabendo que a questão de ordenamento urbano territorial é bastante discutida em meio acadêmico e político, mas o que percebemos ainda é uma prática bem diferenciada e longe do discurso exposto. A pesquisa sugere práticas e uma maior utilização dessas geotecnologias, principalmente em cidades urbanas, com projetos, ações, estudos que possam minimizar a complexidade das relações urbanas, homogeneizando geotecnologias, mapas, informações sistematizadas a processos político-sociais efetivando ou aperfeiçoando participação justa e democrática da sociedade dentro do espaço urbano.

#### Referências

- Ab'sáber, A. N. (2002). Bases para o estudo dos ecossistemas da Amazônia brasileira. *Estudos Avançados*, 16(45),7-30.
- ABNT. NBR 10520 (2002): informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). RJ.
- Araújo, R. P.Z.A & Campante, A. L. G. (2014). *Avaliando a capacidade de suporte e o estoque de potencial qualitativo no espaço urbano*. In: 15º Encontros Nacionais da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional, Recife, Brasil.
- Aguiar, F. E. O. (1995). *Alterações climáticas em Manaus no século XX*. Dissertação. (Mestrado em Geografia) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Braga, I. S. (2008). *A vegetação das comunidades da área de influência do projeto Piatam e do gasoduto Coari-Manaus – (2. ed. rev.)* Manaus: Instituto piatam.
- Benchimol, S. (2009). *Amazônia Formação Social e Cultural*. Editora Valer, Manaus.
- Botelho, A. J. L. (2001). *Projeto ZFM: vetor de interiorização ampliado*. Manaus, 2001.
- CPRM. (2012). *Mapeamento das áreas de Risco Geológico da zona Urbana de Manaus-AM*. Manaus Energia. Manaus-AM.
- Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG). (1963). Vila Militar. DSG, Folha MI (578-579). Escala 1: 50.000.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. (2018). Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, Serviço de Produção de Informação, (p.195).
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. (2006). Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, (p.412).
- Fredrick, K. C.; Becker, M .W.; Matott, L. S.; Daw, A.; Bandilla, K.; & Flewelling, D. M. (2007) *Development of a numerical groundwater flow model using SRTM elevations. Hydrogeology Journal*, Heidelberg, 15(1), 71-181.
- Gerstenecker, C.; Laufer, G.L.; Steineck, D.; Tiede, C.; & Wrobel, B. (2005). *Validation of digital elevation models around Merapi Volcano, Java, Indonesia. Natural Hazards and Earth System Sciences*, Perugia, 5(6), 863-876.
- Grohmann, C. H. (2015). Análise comparativa preliminar entre os dados SRTM, Topodata, ASTER GDEM e Modelos de superfície do terreno do projeto radiografia da Amazônia. Anais do Simpósio de Sensoriamento Remoto. João Pessoa, PB, Brasil. 5726-5732.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010). Pesquisa Nacional de População por Município. Manaus: disponível em [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas\\_pdf/total\\_populacao\\_amazonas.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/total_populacao_amazonas.pdf).
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2012). Pesquisa Nacional de População por Município. Manaus: disponível em <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>
- Junior, A. P. M.; & Lopes, F. W. A (2022). *Recursos Hídricos as águas na interface sociedade – natureza*. Oficina de Texto, São Paulo.
- Moura, A. C. M. (2016). *Tecnologia de Geoinformação para Representar e Planejar o Território urbano*. Interciência,
- Morim, E. (2005). A organização (do objeto ao sistema). In: O método 1: a natureza da natureza. 2. ed. Sulina. (p. 122-34).

Nimer, E. (1989). *Climatologia do Brasil*. IBGE, Rio de Janeiro. 2ed. 422.

Oliveira, J. A.; Schor, T. (2009). *Manaus: transformação e permanências, do forte à metrópole regional*. In: CASTRO, E. (org.) Cidade na Floresta. SP. 59-98.

Pinheiro, E. S. (2006). Comparação entre dados altimétricos Shuttle Radar Topography Mission, cartas topográficas e GPS: Numa área com relevo escarpado. *Revista Brasileira de Cartografia*, Rio de Janeiro, 58 (1),1-9.

Sobrinho, T. A.; Oliveira, P. T. S.; Rodrigues, D. B. B.; & Ayres, F. M. (2010). Delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados SRTM. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, São Paulo, 30 (1), 46-57.

Sobrinho, T. A.; Oliveira, P. T. S.; Rodrigues, D. B. B.; & Ayres, F. M. (2010). Delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados SRTM. *Revista Scientific Electronic Library Online*. Eng. Água e Solo. 30 (1), fev. 2010, disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/BCFw7SYRfd8scZBTt7pKmsG/?lang=pt>

Superintendência da Zona Franca de Manaus - SUFRAMA. (2009). Histórico da Zona Franca de Manaus. Disponível em <http://www.suframa.gov.br/ acesso em 13 de junho 2009>.

Valeriano, M. M. (2005). Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, GO. Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005. 1-8.

Valeriano, M. M.; Rossetti, D. F.; & Albuquerque, P. C. G. (2009). Topodata: desenvolvimento da primeira versão do banco de dados geomorfométricos locais em cobertura nacional. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal, RN. Anais, São José dos Campos, SP: INPE. v. CD-ROM. 1-8.