



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## **USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA ESTUDO DO USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL NA CIDADE DE MANAUS (AM)**

Rebeca Teixeira Dantas<sup>(a)</sup>, João Cândido André da Silva Neto<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Mestranda em Geografia, Universidade Federal do Amazonas (UFAM), rtd.geo@uea.edu.br

<sup>(b)</sup> Prof. Doutor em Geografia, Universidade Federal do Amazonas (UFAM), joaokandido@yahoo.com

**Eixo:** Geotecnologias e modelagem aplicada aos estudos ambientais

### **Resumo**

O objetivo do presente trabalho foi analisar os diferentes tipos de uso da terra e cobertura vegetal no perímetro urbano de Manaus (AM) no período de 2006 a 2018. Para realizar esta análise utilizaram-se ferramentas como Sistema de Informação Geográfica (SIG) para a aquisição, o processamento e classificação das imagens. A classificação foi realizada a partir de imagens dos satélites do Landsat 5 TM e 8 OLI, processadas no software Spring 5.1. Os resultados alcançados mostram uma redução das áreas de floresta em 21%, representando uma perda de 919 km<sup>2</sup> de 2006 a 2018 e o aumento das áreas desmatadas que em 2006 correspondia a 16% e em 2018 corresponde a 24% da área da cidade, onde as principais causas é o crescimento demográfico de Manaus/AM após a implantação da Zona Franca de Manaus e posteriormente com a implantação do Programa Minha Casa Minha Vida e as ocupações multivariadas.

**Palavras chave:** Uso da Terra. SIG. Expansão Urbana.

### **1. Introdução**

Atualmente mais de 50% da população mundial vive em cidades, o que representa um crescimento significativo se comparado aos 15% existentes em 1900 (VEGTER, 2007). As interações socioespaciais advindas do êxodo rural e dos avanços tecnológicos ocorrem associadas a diversos contextos (sociais, políticos e econômicos) que dinamizam a relação sociedade e natureza, na busca de melhores condições de vida, de alimentação e de moradia, evidenciando profundas alterações no uso e ocupação dessas áreas num determinado tempo e espaço.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Santos (1994) corrobora que o espaço geográfico é uma totalidade que envolve a sociedade e a natureza, concebendo-a como um conjunto indissociável de um sistema de objetos e de ações. Cabe ressaltar que a natureza dos objetos e ações são naturais e sociais, e que a ação antrópica atua como agente transformador dos objetos naturais em sociais, isto é a humanização da natureza.

O entendimento dessa relação dialética sociedade e a natureza tem sido a proposta que desde o início permeia a Ciência Geográfica em âmbito acadêmico (MENDONÇA 2010). Diante disso Cruz et al. (2008) corrobora que “as alterações nas condições naturais comprometem o uso dos recursos naturais e reduzem a qualidade de vida das pessoas”.

A produção e a reprodução do espaço envolvem um conjunto de processos (econômicos, sociais, políticos e/ou tecnológicos) ainda mais articulados. A degradação ambiental que ocorre em consequência dessas práticas é caracterizada por desmatamentos para atender a demanda da população para novas áreas onde possam fixar-se a derrubada das florestas e a queima da vegetação, tendo por objetivo aumentar as áreas limpas, para a construção de moradias em terra urbana ou para a implantação de atividades econômicas, como agricultura e pecuária.

A necessidade de intervir nesse espaço, requer uma melhor compreensão das relações da sociedade com o ambiente onde vive, sendo necessária a utilização de novos instrumentos conceituais e técnicos. As inovações tecnológicas têm revolucionado o desenvolvimento da ciência, como por exemplo: a criação de vacinas para doenças que até então eram incuráveis, na pesquisa geográfica o maior avanço tem sido como com o advento das geotecnologias através dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e no avanço do Sensoriamento Remoto. De acordo com Fitz (2008):

As geotecnologias podem ser entendidas como as novas tecnologias ligadas às geociências, as quais vêm trazendo avanços significativos no desenvolvimento de pesquisas, nas ações de planejamento, no processo de gestão e em tantos outros relacionados à estrutura do espaço Geográfico (FITZ, 2008).

As geotecnologias embora partam de um entendimento geográfico dos espaços, ela possui um viés interdisciplinar em sua aplicabilidade nos múltiplos campos da ciência, o que facilita a integração de dados e a operacionalização dos estudos realizados. Porém, para melhores resultados de



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

aplicabilidade dos pesquisadores e cientistas é necessário que os profissionais busquem conhecer em detalhe esta tecnologia, avaliando os aspectos práticos e teóricos de sua utilização (FITZ, 2008).

Entre as principais geotecnologias utilizadas nas pesquisas ambientais, destacam-se o sensoriamento remoto e os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs). Fitz (1999) e Lanz (2009) a respeito das tecnologias vinculadas aos SIGs, “hoje em dia, não se pode mais conceber pesquisas de caráter agrícola, geológico, ecológico, de planejamento urbano e regional desvinculadas de tais técnicas”.

Na perspectiva de contribuir com estudos desta natureza, o presente trabalho tem como objetivo geral aplicar o uso das geotecnologias em uma análise temporal do uso da terra e cobertura vegetal no perímetro urbano de Manaus em um período de 12 anos (2006-2018) por meio da classificação de imagem de satélite.

## 1.1 Objetivos

- ✚ **Geral** - Analisar os diferentes tipos de uso da terra e cobertura vegetal no perímetro urbano de Manaus – AM no período de 2006 a 2018.
- ✚ **Específicos** – 1) Classificar o uso da terra e cobertura vegetal por meio das imagens de satélite; 2) Comparar as transformações da cobertura vegetal no período estudado, por meio da classificação das áreas; 3) Compreender a dinâmica do uso da terra e dos processos de desmatamento na cidade de Manaus durante esse período.

## 2. Materiais e métodos

### 2.1 Área de estudo

A área de estudo compreende o perímetro urbano de Manaus, constituída até o ano de 2009 por 57 bairros, a partir do ano de 2010 de acordo com o com o decreto da Lei Municipal Nº 1.401, de 14 de janeiro de 2010, passa a se constituir por 62 bairros distribuídos em cinco zonas administrativas. A cidade de Manaus tem apresentado um crescimento urbano gradativo nos últimos anos, consagrando-se como uma das mais populosas cidades brasileiras e a maior dentre as cidades da região Norte do País, com 99,5% de sua população atualmente concentrada na área urbana, como ilustra a figura 3.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Em 2000, o quantitativo populacional segundo estimativas do IBGE era de 1.405.835 habitantes, em 2010 passou para 1.802.014 e em 2018 soma-se 2.145.444 habitantes. Esse crescimento demográfico desde a década de 1970 com a implantação da Zona Franca de Manaus atenuou o fluxo migratório e o êxodo rural de trabalhadores em busca de melhores condições de vida, movidos pela oportunidade de vínculos empregatícios para a cidade de Manaus.

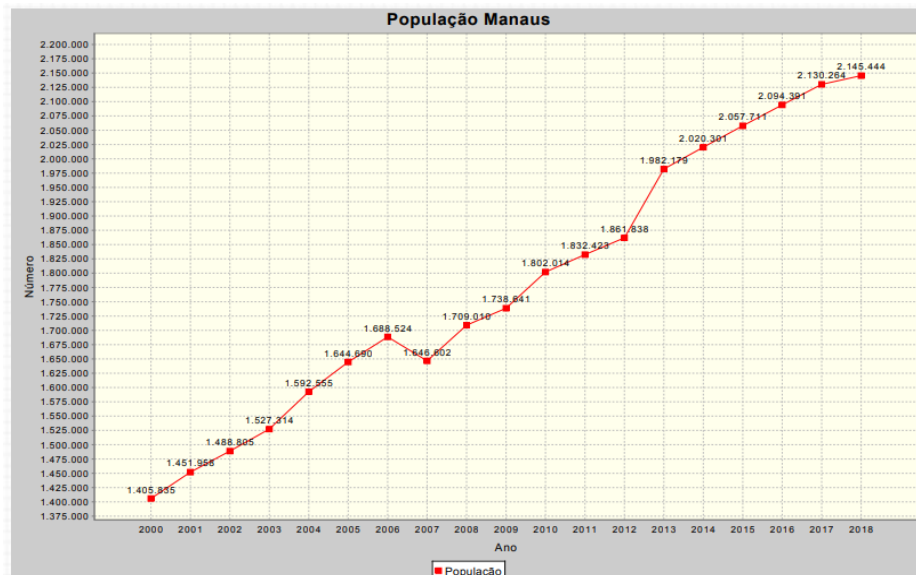


Figura 3. Crescimento demográfico da cidade de Manaus. Fonte: IBGE, 2018.

Em virtude desse crescimento e a necessidade de novas habitações, o poder público investiu em construção de conjuntos habitacionais nas zonas Norte e Leste da cidade, implicando principalmente nas perdas de áreas florestas para o assentamento humano. A expansão da mancha urbana da cidade está associada também com as ocupações multivariadas que se se caracterizam como uma “indústria em ascensão”, localizadas principalmente em áreas fragilizadas ambientalmente, denominadas áreas verdes protegidas por lei pela União, ocasionando profundas alterações no uso da terra e na cobertura vegetal preexistente.

## 2.2 Procedimentos metodológicos

Para a realização deste trabalho, foram utilizadas as bases de dados do Instituto Municipal de Planejamento Urbano (IMPLURB), contendo os polígonos dos limites da área urbana de Manaus,



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

além de imagens do satélite Landsat baixadas do U.S. Geological Survey (USGS) para os anos de 2006, 2013 e 2018 (Tabela 1).

Tabela 1. Cenas utilizadas de 2006 a 2018.

Satélite/Sensor	Data	Orbita	Pontos	Bandas	Resolução espacial
Landsat 5 - TM	12/02/2006	231	62	3,4 e 5	30 m
Landsat 8 - OLI	07/09/2013	231	62	6,5 e 4	30 m
Landsat 8 - OLI	07/02/2018	231	62	6,5 e 4	30 m

Fonte: Autores, 2019.

O Sistema de Geoprocessamento classifica os sistemas computacionais capazes de capturar, processar e gerenciar dados geo-espaciais e/ou georeferenciados, isto é, objetos com atributos contendo informações sobre sua localização geográfica em relação a um sistema de coordenadas. Como exemplos de sistemas de geoprocessamento, podemos citar: Sistemas de Cartografia Automatizada (CAC), Sistemas de Processamento de Imagens, Sistemas de CAD e principalmente, os SIG (FREITAS, 2011).

Foram utilizadas técnicas de interpretação de imagens no programa do software Spring 5.1. Os dados vetoriais foram integrados e trabalhados por meio do uso do software Qgis 2.18. A classificação de imagens subdivide-se em supervisionada e não supervisionada, dependendo do algoritmo que será aplicado. Ambos os casos demandam duas fases: a do treinamento e a da classificação (Moreira, 2003).

Na etapa de treinamento do algoritmo faz-se necessário a criação dos temas para a classificação, onde as classes selecionadas foram: 1) Vegetação - inclusos nesta classe todos os tipos de formações vegetais; 2) Área Urbanizadas - sendo considerados complexos industriais, áreas urbano-industrial, habitações entre outras áreas urbanizadas; 3) Corpos hídricos – os igarapés que margeiam ou atuam como fronteira natural na cidade; 4) Desmatamento – Áreas que foram desflorestadas; e 5) Nuvens.

As classificações das imagens deste estudo foram realizadas no SPRING 5.1, resultando na elaboração de mapas temáticos de uso da terra e cobertura vegetal que permitiu a análise dos diferentes tipos de uso da terra por meio da classificação supervisionada por região Bhattacharya.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A classificação Bhattacharya é realizada por regiões, que utilizam a informação espectral de cada pixel e a relação espacial de vizinhança entre pixels (áreas homogêneas espectrais e espaciais da imagem). A figura 4 ilustra os procedimentos metodológicos realizados com a imagem de satélite no Spring, desde a segmentação é desfragmentação nesse caso, a partir da singularidade de seus pixels em regiões até o mapeamento das áreas que é obtida por meio do cálculo de medida de classe do Spring, onde foi possível obter os valores em quilômetros quadrados respectivos de cada classe para classificação geral.

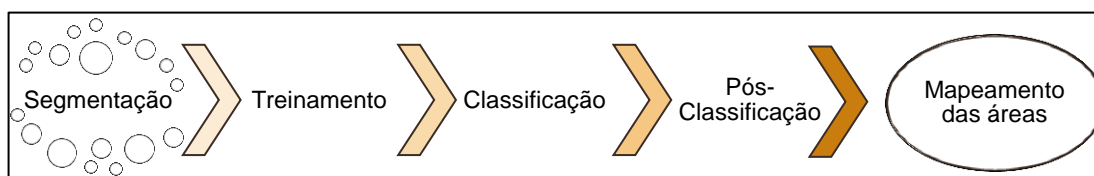


Figura 4. Etapas de classificação das imagens de satélites e mapeamento das áreas. Organização: Autores, 2019.

O método de Operações Booleanas foi aplicado por meio do programa legal, esse método é utilizado para análise espacial qualitativa a partir de regras booleanas sobre os planos de informações existentes no projeto. Nesse estudo, as operações booleanas foram utilizadas com o objetivo de se gerar um mapa de uso da terra multitemporal dos anos 2006 e 2018, identificando as seguintes classes: Preservada, Desmatada, Regenerada, Corpos hídricos e Nuvens.

### 3. Resultados e Discussões

As imagens de satélite do perímetro urbano da cidade de Manaus, utilizadas neste estudo permitem uma visualização geral do ambiente nos anos de 2006, 2013 e 2018. Permitindo-nos compreender a forma pela qual era feito o uso da terra desta área no ano de 2006 e como é feito na atualidade, tornando possível de se realizar ações planejadas para o futuro do ambiente estudado.

A partir da imagem classificada foi possível a identificação de cinco classes de uso e cobertura da terra, segundo a proposta do Manual do Uso da Terra, IBGE 2006. Sendo assim os elementos que compõem a área de estudo, são as unidades de cursos hídricos, floresta, desmatamento, área antropizadas e nuvens, destacando, no entanto que a classe que compreende as nuvens e aos cursos hídricos não consta no Manual do Uso da Terra.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A expressão “uso da terra” pode ser entendida como a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem (ROSA, 1992). Através dessa técnica conseguimos visualizar como está ocorrendo a produção e reprodução desse espaço, o mapeamento do uso da terra, portanto auxilia na identificação das formas de uso do espaço, tornando-se um suporte importante para o auxílio de um estudo ambiental.

As classes temáticas foram analisadas e a partir disso foi feito a análise estatística de previsão linear da classe floresta, a fim de quantificar esses dados. A partir dessa linha de tendência identifica-se que as florestas no perímetro urbano da cidade de Manaus estão diminuindo gradativamente, estando relacionado principalmente com o aumento das áreas desmatadas que em 2006 correspondia a 16% e em 2018 corresponde a 24% da área da cidade.

Quanto ao processo de uso da terra na cidade de Manaus, observou-se a redução das áreas de floresta, o que desencadeia o crescimento das áreas de desmatamento e solo exposto. As áreas de florestas em 2006 representavam 55% da área, ou 2.577 km<sup>2</sup>, em 2013 esse número reduziu para 35%, ou 1.682 km<sup>2</sup> e em 2018 reduziu para 34%, ou 1.658 Km<sup>2</sup> da área da estudada (Figura 5).

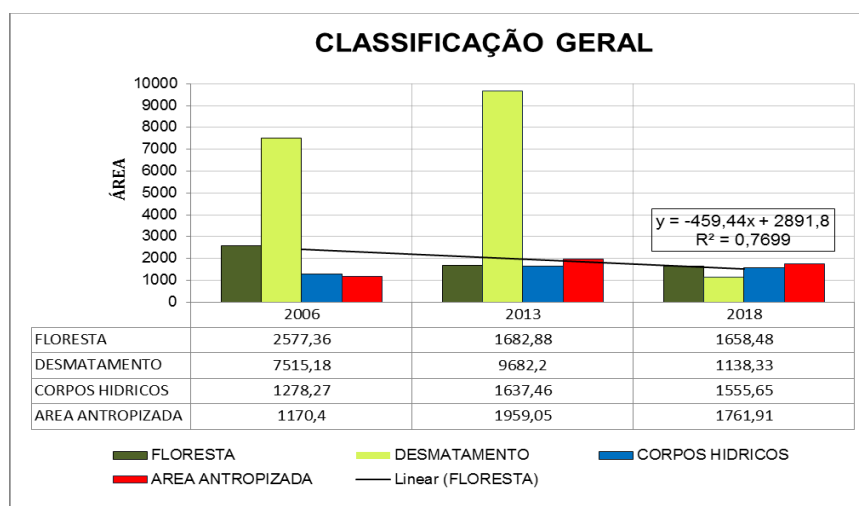


Figura 5. Classificação Temática: Redução das áreas de floresta. Fonte: Autores, 2019.

A partir da análise das imagens de satélite, foi possível ter uma visualização geral do ambiente, por meio da elaboração do mapa tornando assim, possível analisar e quantificar os tipos de uso e ocupação da terra, e também identificar alterações ambientais ocorridas nos últimos anos na cidade de Manaus.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A cidade de Manaus tem apresentado intenso crescimento econômico e demográfico sem planejamento, atualmente possui cerca da metade da população do estado e aproximadamente 80% de seu PIB (FREITAS e GIATTI, 2010), Isso deve-se a fatores (sociais, econômicos e políticos) como: a elevada motricidade de mudanças a partir da década de 1970 por um intenso processo de fluidez do território nacional (SANTOS, 2009) e rápida industrialização promovida inicialmente pela Zona Franca de Manaus (GEO MANAUS, 2002), posteriormente com a implantação do Programa Minha Casa Minha Vida e as ocupações multivariadas (Figura 6).



Figura 6. Noticiário segundo os viés das ocupações multivariadas “invasões (A) e pelos conjuntos do programa Minha Casa minha Vida (B). Fonte: Jornais Acrítica e G1, 2019.

A cidade de Manaus também é destaque nos noticiários de jornais por seu crescimento exacerbado nos últimos anos, principalmente para as zonas norte e leste. Essas zonas outrora detinham as maiores áreas vegetadas da cidade, hoje sofre diretamente pressão antrópica causada por essas novas configurações, sobretudo habitacionais.

De acordo com a figura 7, podemos analisar temporalmente o uso do solo e a cobertura vegetal na cidade de Manaus, dentre os principais fatores identificou-se que:

- Em 2006 as áreas antropizadas ou urbanizadas que se referem ao “solo exposto urbano”, destinados as construções habitacionais, comerciais e industriais entre outros equipamentos urbanos, localizavam-se mais na zona oeste e centro-oeste e o desmatamento parte central da cidade zona sul e centro-sul.
- Em 2013, com a intensificação de programas habitacionais para a zona Norte e Leste da Cidade há um crescimento de desmatamento e principalmente de área antropizadas, que passaram a exercer pressão direta com a Reserva Adolpho Ducke, em 2013 a cidade já está





XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

articulada com a criação dos novos bairros, que passou de 57 para 67 bairros divididos nas zonas administrativas;

- Em 2018, observa-se uma drástica redução de cobertura vegetal, quando comparado aos anos de 2006 e 2013, as áreas que eram florestadas em 2006, e em 2013 encontram-se desmatadas, em 2018 já estão consolidadas como áreas antropizadas, cabe ressaltar que grande parte da cidade já se encontra urbanizada, restando apenas áreas florestais protegidos por lei como o Instituto de Pesquisa da Amazônia (INPA), Parque Sumaúma, Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e área do Comando Integrado dos Guerreiros da Selva (CIGS) e pequenos fragmentos florestais. Nas bordas leste e norte da cidade, encontra-se o atual foco de desmatamento para a extração de madeiras e posteriormente, a instalação de novas ocupações.

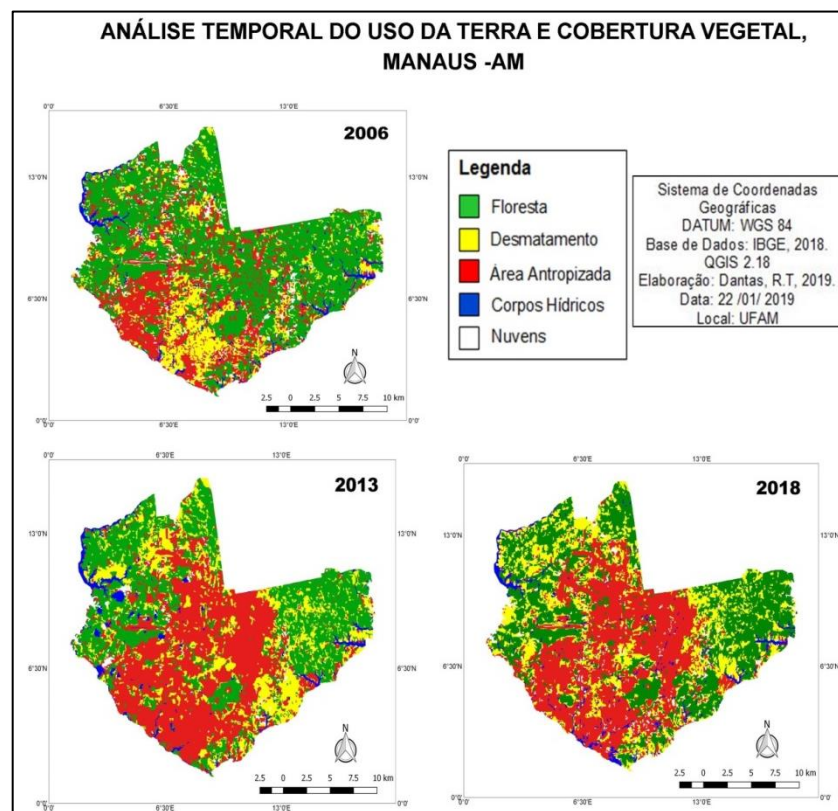


Figura 7. Análise temporal do uso da terra e cobertura vegetal, Manaus – AM (2006, 2013 e 2018). Fonte: Autores, 2019.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Com a intensificação das atividades antrópicas identificou-se também a diminuição de cursos hídricos, a rede hidrográfica em muitos projetos de construções de empreendimentos (comerciais e habitacionais) não é levada em consideração, ROSS (1990) corrobora que “as medidas cabíveis à jusante devem influir à montante, integradamente; ou haverá apenas gastos vultosos para medidas insatisfatórias a médio e longo prazo, registrando falha na Administração Pública, inconsistências na fase do planejamento, de gestão e operacionalização de tais projetos”.

Com o auxílio dos operadores booleanos no SIG, podemos identificar um mapeamento multitemporal da cidade de Manaus unindo as imagens de 2006 e de 2018, as classes definidas foram: Preservada, Regenerada, Desmatada, Corpos hídricos e nuvens (Figura, 8). Nas bordas das zonas oeste, norte e leste são as áreas que possuem maior quantidade de floresta preservada, no arco norte-leste da cidade identifica-se uma aglomeração de área desmatada e nas demais áreas da cidade há um predomínio de floresta regenerada (vegetação secundária).

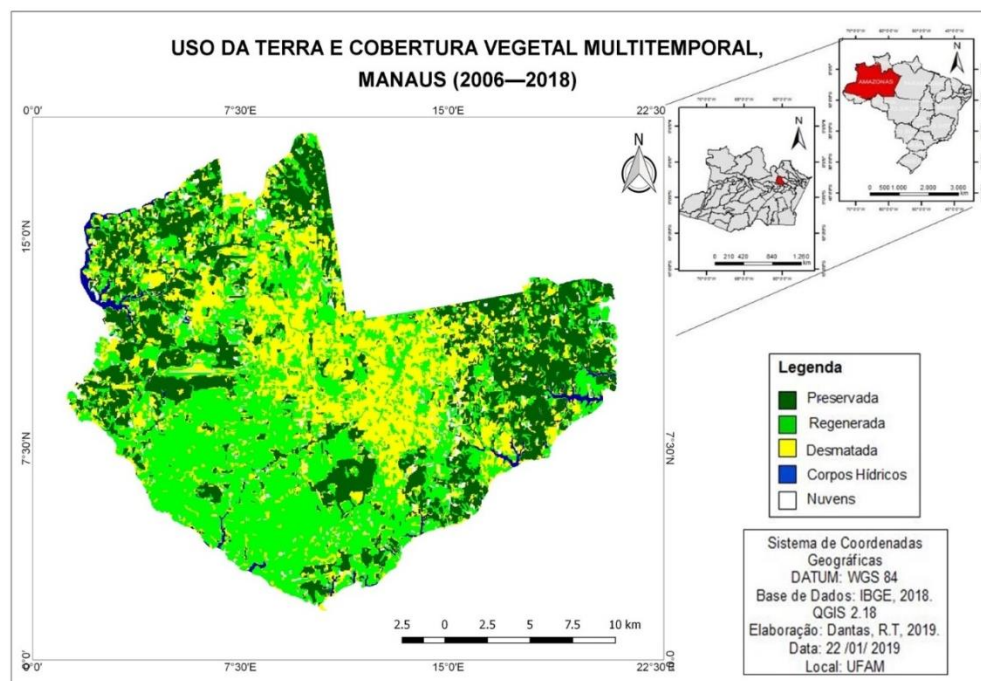


Figura 8. Uso da terra e cobertura Vegetal Multitemporal, Manaus – AM (2006 e 2018)  
Fonte: Autores, 2019.

Em um estudo realizado sobre o crescimento urbano da cidade de Manaus, Souza e Alvalá (2009) identificaram que processos de urbanização apresentam grande influência nas tendências de



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

aumento da temperatura em Manaus, dentre as diferenças observadas nas duas últimas décadas estiveram acima dos 2°C, evidenciando que a intensa urbanização e o crescimento da população neste período influenciaram de forma direta as tendências de aumento de temperatura em Manaus.

O uso da terra em Manaus, foi produzida sem planejamento ambiental e política pública específica para essa área de expansão, principalmente em relação à infraestrutura de saneamento básico associadas a esse crescimento, possibilita um ambiente urbano fragilizado pela coexistência de riscos, aumentando a vulnerabilidade da população que ocupa essas áreas.

#### **4. Considerações finais**

A aplicação de geotecnologias na análise da paisagem, utilizando a classificação de imagens de satélites e a aplicação dos operadores booleanos por meio do programa LEGAL do software Spring 5.1, possibilitou a análise das transformações da paisagem ao longo de 12 anos na cidade de Manaus, onde foi identificada uma redução de 21% das áreas florestadas.

A expansão da malha urbana na cidade de Manaus está relacionada ao aumento populacional, e o conseqüentemente maior quantidade de ocupações multivariadas, muita das vezes por pessoas de menor poder aquisitivo, que vem dos municípios e procura sobreviver na metrópole atraída por novas oportunidades de emprego nas indústrias e comércio de Manaus, havendo o espraiamento para novas áreas da população, porém os serviços de infraestrutura e saneamento básico nessas áreas e precário e/ou inexistente.

Esse estudo apresenta algumas limitações, sendo estas: 1) referente a avaliação qualitativa de classificação da imagem, pode apresentar-se satisfatória quanto à análise visual, porém, não é suficiente quando se deseja avaliar corretamente o resultado desta técnica, sendo necessário incorporar outras metodologias como o índice de Kappa que mostrar a confiabilidade da classificação realizada; 2) Referente a aquisição de imagens coletadas em uma única data não são suficientes para mapear as alterações do uso e ocupação da terra, por grande parte das imagens estarem com grande cobertura de nuvens, não foi possível conseguir outras imagens para comparar o uso da terra em diferentes sazonalidades.

#### **4. Agradecimentos**



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Ao Laboratório de Climatologia e Hidrografia da Amazônia pelo espaço cedido e a bolsa CAPES pelo custeio na organização desse trabalho.

## 5. Referências

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos. INPE-10506-RPQ/249, 2001.

FITZ, P.R. Geoprocessamento sem complicação. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FLORENZANO, T.G. Iniciação em Sensoriamento Remoto - 3ª edição ampliada e atualizada. São Paulo: Oficina de textos, 2013. 128p.

FLORENZANO, Tereza Gallotti (org.). Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FOSTER, J. B. A ecologia de Marx: materialismo e natureza. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2011.

Freitas CM, Giatti LL. Indicadores de sustentabilidade ambiental e de saúde na Amazônia Legal, Brasil. Cadernos de Saúde Pública 2009; 25:1251-1266.

GEO MANAUS. Projeto geo cidades: relatório ambiental urbano integrado: informe GEO: Manaus/Supervisão: Ana Lúcia Nadalutti La Rovere, Samyra Crespo, 2002.

LONGLEY, P. A. GOODCHILD, M. F. MAGUIRE, D. J. RHIND, D.W. Sistemas e ciência da Informação geográfica. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman. 2013.

MENDONÇA, Francisco de Assis. Geografia e meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2010.

\_\_\_\_\_. Geografia socioambiental. In: Terra Livre, 2011, São Paulo, n. 16, p. 113-132, 1º semestre, 2001.

MOREIRA; M. A. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação - 4. ed. Editora UFV: Viçosa, 2011.

MULLINS, C. E. Physical properties of soils in urban áreas. In: BULLOCK, P.; GREGORY, P. J. Soils in the urban environment. London: Blackwell, 1991.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia, ambiente e planejamento. São Paulo: Contexto, 1990.

SANTOS, M. A urbanização Brasileira: São Paulo: Edusp.2009.

SCALENGHE, R.; MARSAN, F. A. The anthropogenic sealing of soils in urban areas. Landscape and Urban Planning, 90, p. 1-10, 2009.

SOUZA, D. O.; Alvalá, R.C.S. A expansão urbana e a evolução do microclima de Manaus. INPE, Repositorio de artigos científicos, 2012.

VEGTER, J. Urban soils: an emerging problem? Journal of Soils and Sediments. v. 7, n. 2, p. 63, 2007.