



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

## **MUDANÇA NO USO E COBERTURA DA TERRA COM IMAGENS PLANETSCOPE DE 2016 E 2018 NA BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ DO GIGANTE - MANAUS/AM**

Cristiane Nunes Fernandes<sup>(a)</sup>, Flavio Wachholz<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Universidade do Estado do Amazonas – UEA/ Escola Normal Superior – ENS Programa de Apoio à Iniciação Científica do Amazonas – PAIC, bolsista FAPEAM, graduanda de Licenciatura em Geografia e Técnica em Construção Civil, Avenida Djalma Batista, 2470 - Chapada, Manaus - AM, Brasil, cnf.geo17@uea.edu.br

<sup>(b)</sup> Universidade do Estado do Amazonas – UEA/ Escola Normal Superior – ENS, Professor Adjunto, Avenida Djalma Batista, 2470 - Chapada, Manaus - AM, Brasil, fwachholz@uea.edu.br

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

### **Resumo**

A zona oeste de Manaus/AM encontra-se em processo de expansão com a construção de condomínios e loteamentos nos bairros Planalto e Ponta Negra. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi de analisar o atual uso da terra e as mudanças no período de 2016 à 2018 da bacia hidrográfica do igarapé do Gigante. Duas imagens Planet foram utilizadas, sendo a de 18 set. 2018 para o mapa de uso da terra atual com a tipificação: floresta, solo exposto, água, área construída; e a de 17 set. 2016 para verificar as mudanças. Percebeu-se que, apesar de extensas áreas ocupadas no médio e alto curso, a bacia hidrográfica apresenta áreas preservadas com vegetação em 57% da área. O bairro Ponta Negra apresenta menor quantidade de áreas construídas, porém tem maiores mudanças no período, com a instalação de empreendimentos imobiliários de alto padrão.

**Palavras chave:** Uso do solo, NDVI, rio Tarumã-Açu, PlanetScope.

### **1. Introdução**

O crescimento urbano acelerado na cidade de Manaus/AM nas últimas décadas tem proporcionado impactos ambientais diversos em igarapés afluentes do rio Negro. A bacia hidrográfica do rio Tarumã-Açu apresenta dois igarapés bastante modificados, da Bolívia e do Gigante, onde a pressão decorre da falta de tratamento de esgoto, ocupação das margens e disposição inadequada de resíduos sólidos. Desse modo, a bacia hidrográfica que se pretende



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

abordar como objeto de estudo é a Bacia Hidrográfica do Igarapé do Gigante, que se destaca por um aumento no uso do solo.

Especificamente para proteger uma parcela da bacia hidrográfica do igarapé Gigante, foi criado o Decreto nº 1.500 de 27/03/2012 sobre a APA Parque Linear do Gigante, que abrange parte da bacia do igarapé do Gigante em uma área de 155,18ha, no bairro Tarumã, zona Oeste de Manaus (SEMMAS, 2018). Apesar de apresentar trechos preservados, o igarapé encontra-se ameaçado pelo crescimento da cidade.

Nesse contexto, o mapeamento do uso da terra possui elevada importância para o plano de manejo do território, pois ocupa um lugar de destaque na determinação da capacidade de uso da terra, onde retrata a forma como a área está sendo usada. A difusão do Geoprocessamento, do Sensoriamento Remoto e dos Sistemas de Informação Geográfica, abriu novas possibilidades de aplicação aos estudos geográficos e o uso dessas técnicas, tem permitido a análise de fenômenos cada vez mais complexos, antes inalcançáveis pela análise cartográfica tradicional. A utilização de imagens Planet sob licença pesquisa/educacional é de alcance por pesquisadores como ferramenta diferencial no processo de aquisição das imagens necessárias para desenvolver estudos em universidades. As imagens PLANET são adquiridas diariamente e tem resolução espacial de 3 metros (Planet Team, 2017). Nessa característica, as imagens Planet permitem o monitoramento de áreas urbanas.

O uso e ocupação do solo influenciam nas características de geração de escoamento de uma bacia hidrográfica, bem como o potencial de infiltração, interceptação e evapotranspiração que podem ser utilizados em estudos de disponibilidade hídrica, potencial energético e manejo de drenagem urbana, uma vez que grande parte dos processos de transformação de escoamento depende do tipo de cobertura existente (FINKLER, 2012).

Para detectar as mudanças de uso da terra do Igarapé do Gigante ocorridas no período de 2016 a 2018 é necessário o uso do sensoriamento remoto, principalmente em áreas extensas e urbanas como a região metropolitana de Manaus. A elaboração de mapas de uso da



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

terra, conforme proposto, poderá fornecer subsídios para o monitoramento de ocupação desordenada do espaço urbano.

## 2. Materiais e métodos

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica do Igarapé do Gigante que é afluente do rio Tarumã-Açu (Bacia rio Negro) e está totalmente inserida no município de Manaus/AM (Figura 1). As coordenadas geográficas limites da bacia hidrográfica são: 3°02'19,788" a 3°05'15,360" de latitude S e 60°02'17,269" a 60°06'48,276" de longitude W. O limite da bacia hidrográfica foi definido manualmente pela interpretação das curvas de nível de 5m e a rede de drenagem foi obtida com a digitalização vetorial no Google Earth Pro.

As mudanças da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do Igarapé do Gigante foram acessadas por meio de imagens PlanetScope, com data do imageamento de 17-09-2016 e 18-09-2018 e processamento no software QGIS 3.2. O *Semiautomatic Classification Plugin* (SCP) foi desenvolvido por Luca Congedo em 2013, é um complemento para classificação supervisionada de imagens, e é considerado completo, por permitir desde o download de imagens capturadas por diversos sensores/satélite, até a avaliação estatística dos mapas produzidos (Congedo, 2016 apud Pereira, 2019) envolvendo a seleção de agrupamentos de cobertura do solo a ser mapeada em combinação com o delineamento de pixels de treinamento para cada classe.

A classificação supervisionada por distância mínima foi realizada para imagem de 18-09-2018, gerando como produto final um mapa no qual as classes de uso (vegetação, corpos d'água, sombra, área construída, arruamento e solo exposto) são mostradas em diferentes cores, indicando de maneira sumária a capacidade de uso da terra localizado nesta bacia hidrográfica, podendo conter informações sobre a natureza da limitação da classe. Para validar a classificação, foi utilizado o coeficiente Kappa que apresentou o resultado de 0,99 (quase perfeita) para o mapeamento. A estimativa deste parâmetro fundamenta os critérios da análise, sendo a medida de concordância entre o mapa e a referência adotada para a estimativa



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

da exatidão, expressando o grau de interpretação dos dados obtidos nos produtos de sensoriamento remoto. O coeficiente Kappa quantifica a concordância entre a escolha de amostras realizada pelo observador e a escolha feita de forma aleatória, incluindo neste cálculo um fator que subtrai a interferência do acaso.

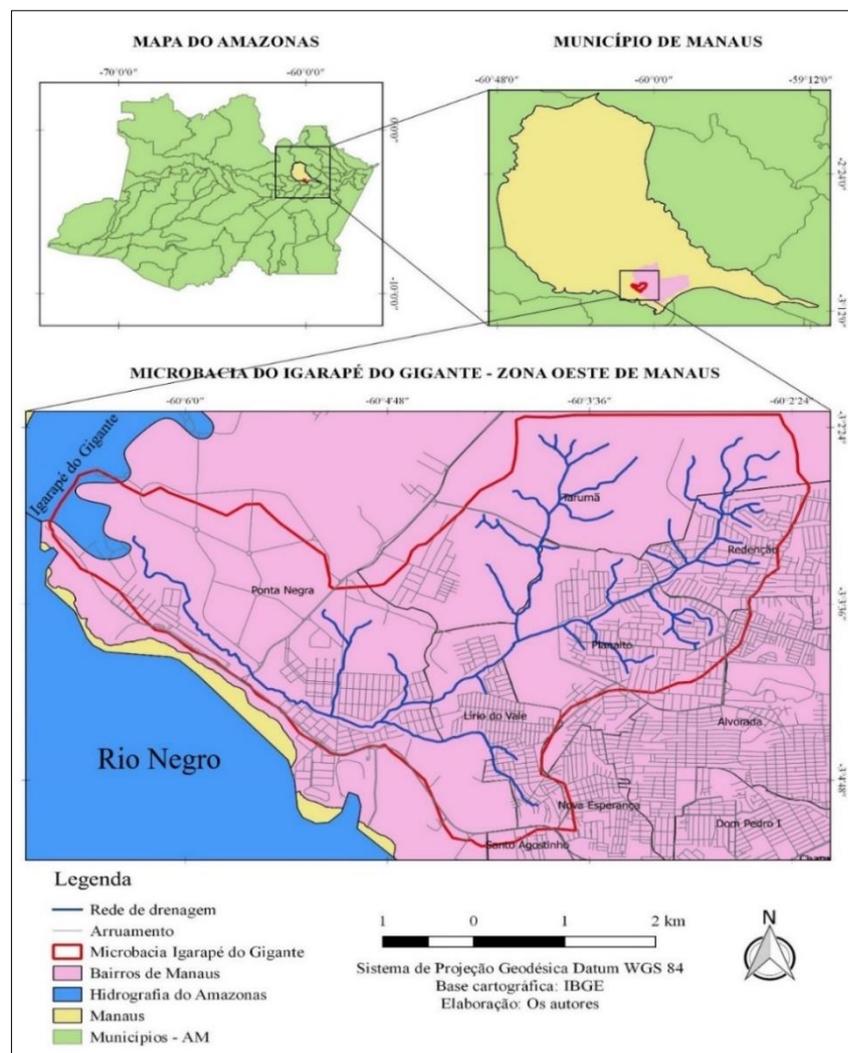


Figura 1. Mapa de localização da bacia hidrográfica do Igarapé do Gigante em Manaus

O índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), método automático baseado no comportamento espectro-temporal, foi realizado nas duas imagens de satélite, com a finalidade de detectar as mudanças de uso da terra pela subtração de bandas normalizadas



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

como metodologia de análise da cobertura da terra. O NDVI obtido pela subtração das imagens set/2016 e set/2018 foram individualizados em uma classe, para identificar os fragmentos suprimidos.

### 3. Resultados e discussões

#### 3.1 Uso da terra em 2018

O levantamento sobre a cobertura e o uso da terra é uma importante ferramenta de planejamento e de orientação à tomada de decisão. A falta de planejamento municipal em áreas urbanizadas de baixa à elevada densidade de ocupação levou à desorganização espacial de forma que se desenvolveu sem nenhum acompanhamento como observado nos Bairros Lírio do Vale e Redenção, localizados principalmente na margem esquerda do igarapé do Gigante (Figura 2).

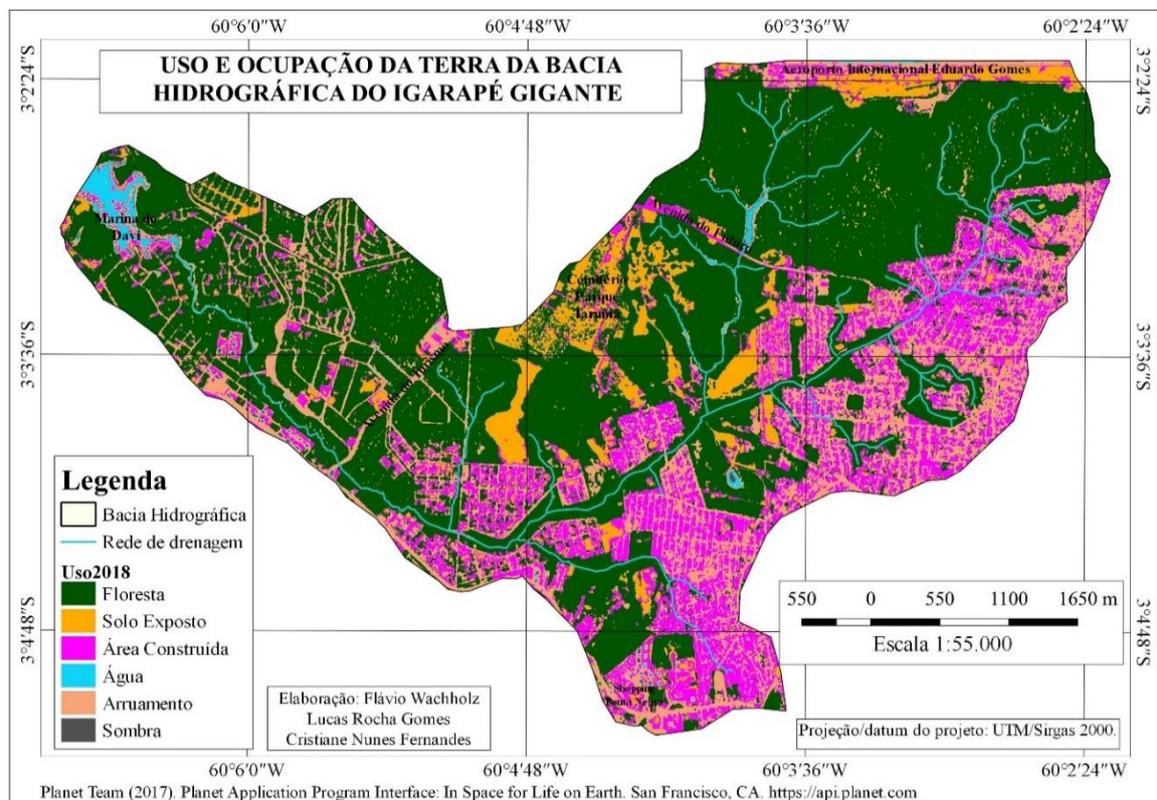


Figura 2. Mapa de uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do Igarapé do Gigante em Manaus



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 classe Floresta apresenta-se significativamente na margem direita do igarapé. Observou-se 2.672 fragmentos de vegetação, no total de 1295,87ha de área, apresentando predominância entre as classes com 57,01%, o que é importante para manutenção da rede de drenagem e recursos hídricos. Destaca-se o fragmento florestal de 394,98ha nas nascentes dos igarapés localizados nos bairros Redenção e Tarumã, compreendido pela área do aeroporto internacional Eduardo Gomes.

As áreas de solo exposto compreendem 171,33ha (7,54%) (Tabela 1), com ocorrências de afloramentos rochosos e por processos de morfogênese mecânica ou de transformação antrópica. Nesta classe observou-se uma degradação generalizada da cobertura vegetal, onde determinados fragmentos deste estudo já constavam na área sem cobertura vegetal como no bairro Tarumã na localidade próxima ao Cemitério Parque Tarumã e outros que foram desmatados para destinação principalmente de loteamentos e construção de residências.

Tabela 1 – Classes do Uso da Terra em 2018

Classe	Área		Fragmentos unidades
	Ha	%	
Vegetação	1295,87	57,01	2.672
Solo Exposto	171,33	7,54	3.068
Área Construída	408,54	17,97	5.109
Corpos d'água	21,80	0,96	1.563
Arruamento	370,38	16,29	5.471
Sombra	5,22	0,23	558
<b>Total</b>	<b>2273,14</b>	<b>100,00</b>	<b>18.441</b>

As áreas construídas representam 408,54ha, com 5.109 fragmentos, no total de 17,97% da área do estudo, predominantemente na margem esquerda do Igarapé do Gigante. Destas, tem áreas com moradias construídas de forma desordenadas e densamente ocupadas como os bairros Redenção e Lírio do Vale com impactos significativos sobre os igarapés, já



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

as construções mais espaçadas e de maior área encontram-se nos Bairros Planalto e Ponta Negra. Esses bairros sofrem uma forte pressão imobiliária, com a expansão dos espaços construídos, o que culminou com a redução da cobertura vegetal e a ampliação das áreas impermeabilizadas.

A massa d'água apresentou apenas 21,80ha ou 0,96% desde as nascentes próximas ao aeroporto até a sua foz no porto da Marina do Davi. A massa d'água na Marina do Davi é a principal, que apresenta redução no mapeamento em função da presença de flutuantes e embarcações diversas. No baixo curso, a vegetação é preservada nas margens, onde as copas das árvores e suas sombras sobrepõem em parte o corpo hídrico. No médio e alto curso, a largura é inferior de 10m, sendo o igarapé canalizado e que foram construídas valas com solo e/ou cimento ensacadas conhecidas também como "Rip-Rap" para proteger o talude, permitindo ocupações. Nestes locais, o esgoto produzido é despejado diretamente no canal.

As áreas de arruamento representam 370,38ha ou 16,29% constituída por ruas asfaltadas. A impermeabilização de ruas e avenidas somadas à área construída pelas residências não permite que águas pluviais infiltrem no solo, levando a alagamentos.

As áreas de sombra representaram 5,22ha ou 0,23% são superfícies próximas a prédios localizados no Bairro Ponta Negra e também na interface água/vegetação.

### **3.2 Mudanças de uso da terra 2016 a 2018**

O mapa de mudança do uso e ocupação da terra entre os anos de 2016 e 2018 (Figura 3) demonstra as áreas que principalmente apresentaram suprimento de vegetação, bem como o acréscimo na exposição do solo e na área construída depois de 2016, no qual resultou em 210.333m<sup>2</sup> ou 21,03ha de área em 795 polígonos.



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

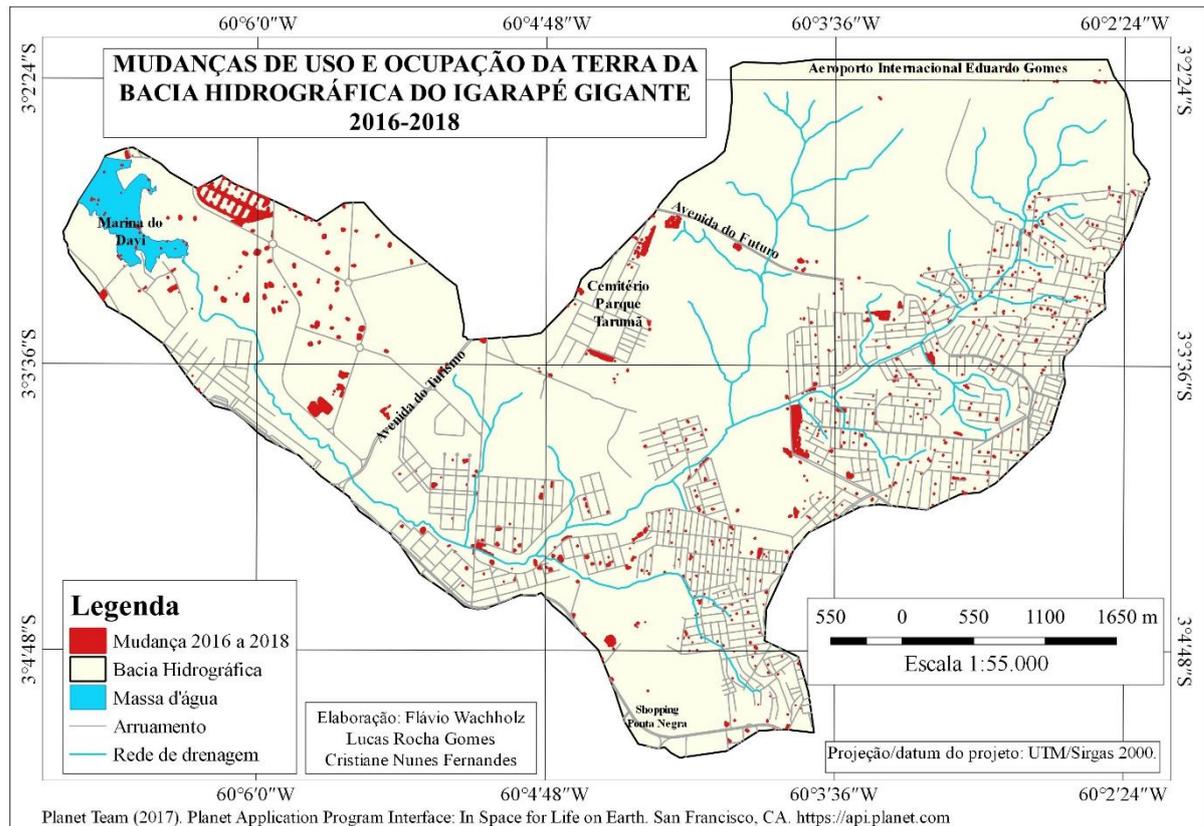


Figura 3. Mapa de mudanças do uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do Igarapé do Gigante

Nessa análise verificou-se que ocorreram 29 unidades de fragmentos de desmatamento com área entre 1000 à 30000m<sup>2</sup> relacionados a grandes empreendimentos; já a maior quantidade de fragmentos (255) tem entre 8 e 20m<sup>2</sup> espalhados pela bacia, indicando árvores suprimidas e ampliação de construções existentes (Tabela 2).

Tabela 2 – Fragmentos de mudança 2016/2018 conforme a dimensão

Fragmentos	
Área (m <sup>2</sup> )	Unidades
8 – 20	255
20 – 50	151
50 – 200	252
200 – 1000	108
1000 – 30000	29



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

Constatou-se que supressão vegetal no baixo curso do igarapé Gigante ocorreu em função da infraestrutura do loteamento com implantação de canteiro de obras, sistema viário e área de lazer. A maior área com alterações no solo exposto foi localizada na Avenida Perimetral Thales Loureiro ( $3^{\circ}03'0,954''S$  e  $60^{\circ}06'4,392''W$ ), próximo a Marina do Davi, com fragmentos somando 4,222 ha de solo exposto, correspondente ao empreendimento imobiliário AlphaVille III de alto padrão (Figura 4a) e que ainda encontra-se em intensa exposição do solo e entorno de baixa densidade demográfica.



Figura 4. a) Empreendimento imobiliário AlphaVille III. b) Área residencial no bairro Planalto. c) Cemitério Parque Tarumã. d) Área residencial construída sob curso d'água no bairro Redenção.

O segundo maior fragmento encontrado no resultado do estudo, com área de 2,24ha de desmatamento, se localiza no fim da Avenida Desembargador João Machado



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

( $3^{\circ}03'56,880''S$  e  $60^{\circ}03'47,520''W$ ), bairro do Planalto (Figura 4b), considerado área nobre com residências de alto padrão, sendo diferente de outras áreas a montante que ainda apresentam problemas de natureza espacial.

Nas proximidades do Cemitério Parque Tarumã, foram encontrados dois grandes fragmentos: 0,53ha ( $3^{\circ}03'3,780''S$  e  $60^{\circ}04'23,520''W$ ) e 0,69ha ( $3^{\circ}03'32,148''S$  e  $60^{\circ}04'34,572''W$ ) (Figura 4c). O cemitério está em expansão, pois é o único em atividade para novos sepultamentos, já que os demais de um total de 10 cemitérios públicos existentes em Manaus estão ocupados em sua totalidade e atendem somente sepultamentos em jazigos familiares (SEMULSP, 2019).

A intensa ocupação da margem esquerda do Gigante nos bairros Lírio do Vale, Nova Esperança, Planalto e Redenção, pode-se notar pequenos fragmentos de solo exposto, do total de 255 unidades de fragmentos ocorridos em toda área de estudo, considerando que o desordenamento das moradias é reflexo também no acréscimo de área construída neste estudo de análise com imagens de anos distintos. De acordo com Oliveira (2007), as ocupações são estratégias que os segmentos populares encontram para ter acesso à moradia a partir da organização de ocupações irregulares em lotes urbanos vazios, haja vista que essa configuração iniciou com o crescimento espacial e populacional significativos, devido à instalação da Zona Franca de Manaus a partir de 1960.

Conforme Andrade (2018), na cidade de Manaus a maior parte das formas de ocupação estão localizadas em regiões de fundo de vale e próximas às margens de rios, constituindo aglomerados de pessoas que moram em condições impróprias para habitação, reúnem populações excluídas, carentes de infraestrutura de serviços de saúde, segurança, transporte, educação e planejamento urbano. No bairro Redenção, Rua Goiânia ( $3^{\circ}03'27,335''S$  e  $60^{\circ}03'11,142''W$ ) (Figura 4d), pode-se observar a intensa ocupação de modo irregular e clandestino das bordas de cursos d'água e mata ciliar, sem medidas de mitigação da degradação ocorrida nas áreas de preservação permanente.



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

#### **4. Considerações finais**

As informações apresentadas descrevem não só a situação atual, mas as mudanças recentes e o histórico de ocupação da área de estudo no caso, a bacia hidrográfica. Os loteamentos urbanos vêm modificando a paisagem do local. A definição dos usos e ocupação do solo é um mecanismo de importância para drenagem de águas, pois o acompanhamento das mudanças na cobertura vegetal é de fundamental importância para garantir o desenvolvimento sustentável, a preservação do meio-ambiente e poder auxiliar no planejamento ambiental no âmbito da bacia.

Na possibilidade deste trabalho em fazer uma integração de dados usando imagens de satélite PlanetScope com as informações capazes de gerar representações cartográficas passíveis de interpretação. Pôde-se observar que a cobertura vegetal corresponde ainda a 57,01% da área, mas em processo de antropização na bacia hidrográfica, com 795 fragmentos de mudanças ocorridos entre 2016 e 2018.

A retirada da cobertura vegetal poderá gerar impacto direto na desestruturação e desagregação do solo, resultando em impermeabilização e erosão. Portanto, há a necessidade de se fiscalizar e envolver ações direcionadas à recuperação, conservação e preservação do solo, bem como a atuação integrada entre os órgãos públicos e a sociedade.

#### **Agradecimentos**

À Fapeam pela bolsa de iniciação científica (PAIC) a primeira autora. À UEA, FAPEAM e CNPq pelo auxílio financeiro a pesquisa.

#### **Referências Bibliográficas**

ANDRADE, J. M. B. **Estudo sobre doenças e desigualdades sociais em aglomerados subnormais do bairro da Redenção–Manaus (AM)**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

MANAUS. **Decreto nº 1.500, de 27 de março de 2012**. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/am/m/manaus/decreto/2012/150/1500/decreto-n-1500-2012->



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

cria-a-area-de-protecao-ambiental-parque-linear-do-igarape-do-gigante-e-da-outras-providencias?q=area+de+preservação+permanente. Acesso em: 10 fev. 2019.

FINKLER, R. **Planejamento, manejo e gestão de bacias**. A Bacia Hidrográfica. Agência Nacional de Águas – ANA: Flávia Carneiro da Cunha Oliveira. 2012. Disponível em: <https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/handle/ana/201>. Acesso em: 15 jan. 2019.

GOMES, A.; SILVA, M.; PASCOALOTO, D.; SANTOS, H. Efeitos da contribuição antrópica sobre as águas do Rio Negro, na cidade de Manaus, estado do Amazonas. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia v. 9, n. 28, pp. 26-32. 2008.

NASCIMENTO, W. H. S. **Impactos ambientais provocados pela implantação de loteamentos urbanos na área de proteção ambiental Tarumã/Ponta Negra no município Manaus-AM**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2009.

OLIVEIRA, J. A.; COSTA, D. P. A análise da moradia em Manaus (AM) como estratégia de compreender a cidade. **Scripta Nova**: revista electrónica de geografia y ciencias sociales, v. 11, 2007.

PEREIRA, L. F.; GUIMARÃES, R. M. F.. Mapeando usos/coberturas da terra com Semi-automatic Classification Plugin: quais dados, classificador e estratégia amostral?. **Nativa, Sinop**, v. 7, n. 1, pp. 68-74, 2019.

PONZONI, Flávio Jorge; ALMEIDA, Eugênio Sper de. A estimativa do parâmetro kappa (k) da análise multivariada discreta no contexto de um sig. In: **Anais VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Salvador, Brasil, 14-19 abril 1996, INPE, p. 729-733.

Planet Team. **Planet Applicaton Program Irteface**: In Space for Life on Earth. San Francisco, CA. Disponível em: <https://api.planet.com>. Acesso em: 10 fev. 2017.

SEMMAS - Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade. **Áreas Protegidas**. Disponível em: [semmas.manaus.am.gov.br/areas-protegidas/](http://semmas.manaus.am.gov.br/areas-protegidas/). Acesso em: 16 set. 2018.

SEMULSP - Secretaria Municipal de Limpeza Urbana. **Cemitérios Públicos de Manaus**. Disponível em: [semulsp.manaus.am.gov.br/cemiterios/](http://semulsp.manaus.am.gov.br/cemiterios/). Acesso em: 5 fev. 2019.