

**UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO CEARÁ - UECE**

Av. Dr. Silas Munguba, 1700 -
Campus do Itaperi, Fortaleza/CE

**O USO DA TERRA APÓS A
DUPLICAÇÃO DA RODOVIA
MANOEL URBANO (AM-070) E
SUA INFLUÊNCIA NA
QUALIDADE DA ÁGUA DOS
IGARAPÉS (IRANDUBA-AM)**

Flavio Wachholz

Railine do Carmo Sampaio

Wallace de Sousa Santos

Rosimeire de Souza Barbosa

Citação: WACHHOLZ, F.;
SAMPAIO, R. C.; SANTOS, W.
S.; BARBOSA, R. S. O USO DA
TERRA APÓS A DUPLICAÇÃO
DA RODOVIA MANOEL
URBANO (AM-070) E SUA
INFLUÊNCIA NA QUALIDADE
DA ÁGUA DOS IGARAPÉS
(IRANDUBA-AM). **Revista
GeoUECE (online)**, v. 09,
número especial (2), p. 51- 62, jul.
2020. ISSN 2317-028X.



O USO DA TERRA APÓS A DUPLICAÇÃO DA RODOVIA MANOEL URBANO (AM-070) E SUA INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DA ÁGUA DOS IGARAPÉS (IRANDUBA-AM)

THE LAND USE AFTER DUPLICATION OF MANOEL URBANO ROAD (AM-070) AND ITS INFLUENCE ON WATER QUALITY OF STREAMS (IRANDUBA-AM)

EL USO DE LA TIERRA DESPUÉS DE LA DUPLICACIÓN DE MANOEL URBANO ROAD (AM-070) Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DEL AGUA DE IGARAPÉS (IRANDUBA-AM)

Flavio WACHHOLZ¹

Railine do Carmo SAMPAIO²

Wallace de Sousa SANTOS³

Rosimeire de Souza BARBOSA⁴

¹ Professor Adjunto do Curso de Geografia e Mestrado Profágua, Universidade do Estado do Amazonas, e-mail: fwachholz@uea.edu.br.

² Graduando do Curso de Geografia, Universidade do Estado do Amazonas, e-mail: rdcs.geo@uea.edu.br.

³ Mestrando do Profágua, Universidade do Estado do Amazonas, e-mail: wss.mgr17@uea.edu.br.

⁴ Graduando do Curso de Geografia, Universidade do Estado do Amazonas, e-mail: rdsb.geo16@gmail.com.

RESUMO

A rodovia Manoel Urbano (AM-070) interliga os municípios Manacapuru e Iranduba a capital Manaus (AM) e desde 2013 a rodovia está em processo de duplicação. O objetivo foi de verificar a interferência da duplicação da AM-070 na qualidade da água dos igarapés. A coleta dos dados limnológicos (30/06/2018) foi realizada em 16 pontos amostrais com evidência para temperatura e turbidez. As imagens de satélite PlanetScope foram utilizadas para realizar o mapa de uso da terra ao longo da faixa de domínio. A temperatura da água foi de $29,2 \pm 1,8^{\circ}\text{C}$, decorrente da maioria dos pontos já estarem represados pela rodovia. A turbidez com $12,1 \pm 6,4\text{NTU}$ apresentou aumento em bacias hidrográficas que já estão bastante ocupadas, porém os pontos com a duplicação mais recente, apresentaram maiores valores. A duplicação da rodovia também aumentou as áreas asfaltadas e de solo exposto na faixa de domínio que tem ocasionado o assoreamento dos igarapés.

Palavras-chave: Limnologia. PlanetScope. Solo exposto.



ABSTRACT

The Manoel Urbano highway (AM-070) connects the municipalities Manacapuru and Iranduba with the capital Manaus (AM) and since 2013 the highway has been in the process of duplication. The objective was to verify the interference of AM-070 doubling on the water quality of streams. Limnological data collection (06/30/2018) was performed in 16 sampling points with evidence for temperature and turbidity. PlanetScope satellite imagery was used to map the land use over the domain range. The water temperature was $29.2 \pm 1.8^{\circ}\text{C}$, due to most of the points already being dammed by the highway. Turbidity with $12.1 \pm 6.4\text{NTU}$ increased in already busy river basins, but the points with the most recent duplication showed higher values. The duplication of the highway also increased the paved areas and exposed soil in the domain strip that has caused the silting of the streams.

Key-words: Limnology. PlanetScope. Exposed soil.

RESUMEN

La carretera Manoel Urbano (AM-070) conecta los municipios Manacapuru e Iranduba con la capital Manaus (AM) y desde 2013 la carretera ha estado en proceso de duplicación. El objetivo era verificar la interferencia de AM-070 duplicando la calidad del agua de las corrientes. La recopilación de datos limnológicos (30/06/2018) se realizó en 16 puntos de muestreo con evidencia de temperatura y turbidez. Las imágenes satelitales de PlanetScope se utilizaron para mapear el uso de la tierra en el rango de dominio. La temperatura del agua fue de $29.2 \pm 1.8^{\circ}\text{C}$, debido a que la mayoría de los puntos ya están represados por la carretera. La turbidez con $12.1 \pm 6.4\text{NTU}$ aumentó en cuencas fluviales ya ocupadas, pero los puntos con la duplicación más reciente mostraron valores más altos. La duplicación de la carretera también aumentó las áreas pavimentadas y el suelo expuesto en la franja de dominio que ha causado la sedimentación de las corrientes.

Palabras-clave: Limnología. PlanetScope. Suelo expuesto.

1. INTRODUÇÃO

A qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem (VON SPERLING, 2005; DREW, 2010). A crise atual da água tem muitos componentes de origem social, econômica e ambiental: usos excessivos da água, aumento de demanda, contaminação da água, eutrofização e alterações no ciclo hidrológico (TUNDISI, 2008).

A construção de rodovias pode causar vários impactos ambientais à rede de drenagem onde muitos aspectos na paisagem são modificados como o aceleração do processo de voçorocamento nas margens da rodovia, alteração da cobertura vegetação, do relevo e do lençol freático.



A interferência antrópica nos canais pode ser medida por meio de variáveis de qualidade da água como a temperatura, pH, condutividade elétrica e turbidez. A temperatura da água influencia na concentração de outras variáveis, como oxigênio dissolvido e matéria orgânica (PORTO et al., 1991) e também como indicador do nível de desmatamento. O pH além de fornecer a acidez da água, pode dar indícios do tipo de solo por onde a água percorre. A turbidez é o grau de dificuldade que um feixe de luz consegue atravessar a amostra da água, podendo seus resultados serem afetados pela cor da água e presença de partículas de carbono.

A construção da ponte rio Negro Phelippe Daou e a duplicação da estrada Manoel Urbano (AM-070) que liga Manaus à borda sul da Região Metropolitana (Iranduba e Manacapuru) motivaram a instalação de grandes empreendimentos imobiliários no município de Iranduba.

A rodovia Manoel Urbano possui em seu trajeto diversos corpos hídricos (SILVA, 2015). São encontrados lagos e igarapés modificados, sendo frequentemente apropriados pelo ser humano e transformados em balneários ou em outras formas de usos que gerem renda ao seu detentor, como o pesque e pague e viveiros de peixes.

Diante do exposto, é oportuno verificar a interferência do processo de duplicação da rodovia Manoel Urbano nos cursos d'água e a consequente alteração na qualidade da água. Além da Introdução, o artigo contém a metodologia com a localização da área de estudo e os procedimentos metodológicos; os resultados e discussões com as condições do tempo e limnologia, influência da duplicação da rodovia nos igarapés, igarapés (pontos observados) e a duplicação da rodovia; e por último as considerações finais.

2. METODOLOGIA

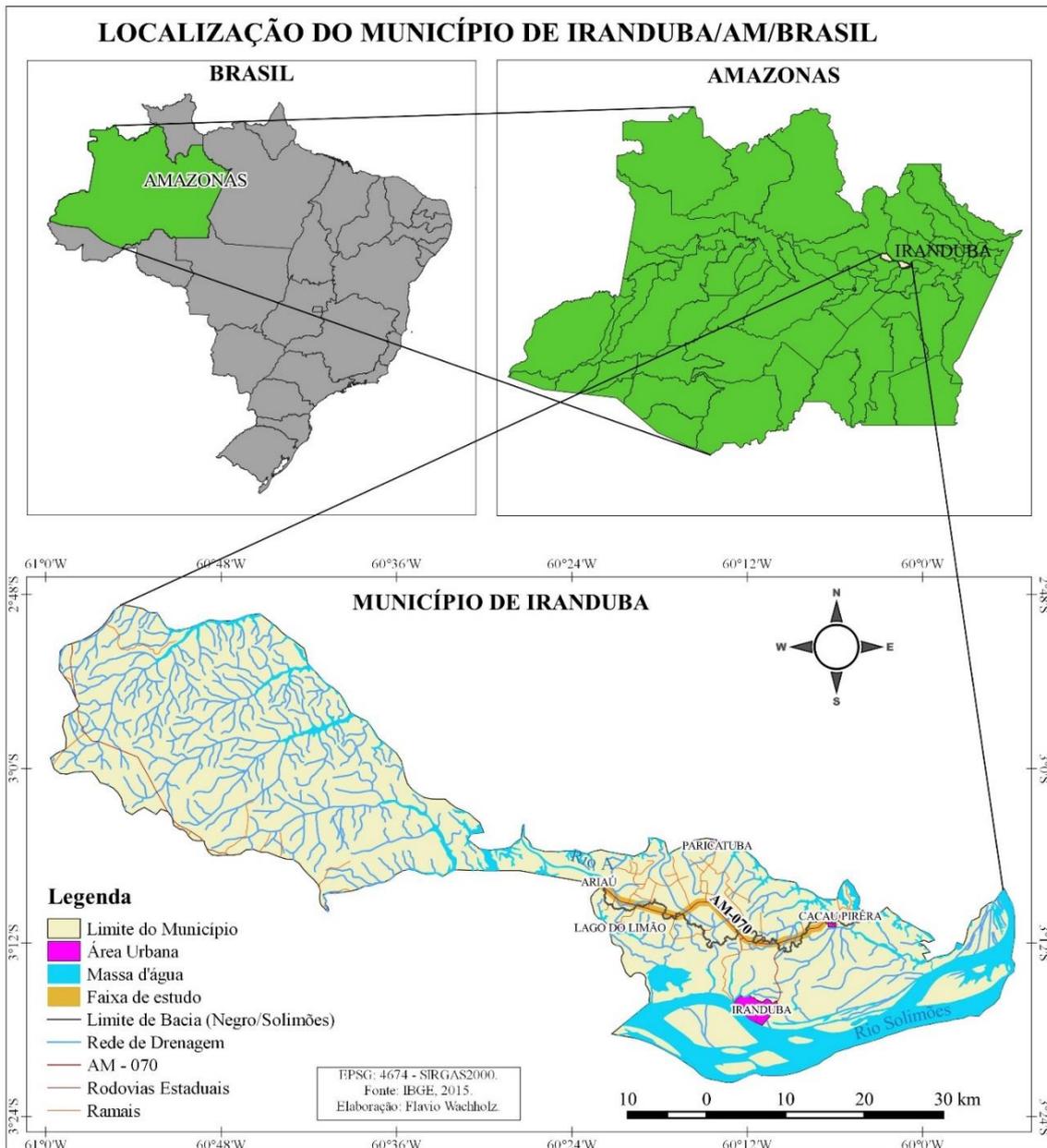
2.1. Localização da área de estudo

O município de Iranduba está localizado na mesorregião Centro-Amazonense e limita-se ao norte com a capital Manaus (Figura 1). Possui uma área de 2.216,82 km² se constitui o menor município do Estado do Amazonas e uma população estimada de 47.571 habitantes, sendo o 11º maior (IBGE, 2018). É um dos 13 municípios da Região Metropolitana de Manaus.



O município possui duas áreas tipicamente distintas de ocupação. O setor noroeste com baixa densidade demográfica e alta cobertura florestal. O setor sudeste apresenta maior densidade demográfica e muitos ramais. Na área estão localizadas a cidade de Iranduba e os distritos de Cacau Pirêra, Lago do Limão, Ariaú e Paricatuba.

Figura 1: Localização do município de Iranduba



A rodovia AM-070 atravessa o município de Iranduba em 36 km e mais 42km chegando à cidade de Manacapuru. O trecho em Iranduba encontra-se duplicado e corresponde ao trajeto estudado.



2.2. Materiais e Métodos

As medidas das variáveis temperatura e turbidez, utilizadas nesta pesquisa, deu-se com a sonda multiparâmetro (Hanna® HI98194) no dia 30 de junho de 2018, período em que os rios da região apresentam cotas máximas da cheia.

Os pontos de coleta foram definidos na imagem de satélite do ano de 2017 do Google Earth Pro, realizando-se a interpretação visual e perfil de elevação para a localização dos igarapés que atravessam a rodovia. Em trabalho de campo prévio em 17 de abril de 2018 definiu-se o local de coleta dos 16 pontos amostrais. No entanto, a coleta foi somente possível em 14 pontos, tendo em vista que o ponto 1 encontrava-se com altos níveis de efluentes domésticos e o ponto 6 estava sem água.

O perfil de elevação do Google Earth também foi utilizado para definir os comprimentos de rampa e declividade média em relação a cada ponto amostral (Figura 2).

Figura 2: Construção do perfil topográfico para a rodovia Manoel Urbano (AM-070)



Fonte: Google Earth Pro, 2018.



As imagens PlanetScope Analytic (ortorretificada, multiespectral, 16bits) foram utilizadas para verificação do uso da terra na faixa de domínio da rodovia. As imagens foram mosaicadas e a classificação supervisionada foi realizada com o algoritmo distância mínima.

Foi gerado um buffer para a rodovia de 30m do centro da rodovia para os dois lados. O buffer gerado foi utilizado para o recorte da imagem classificada. Posteriormente outro buffer foi gerado dos comprimentos de rampa da rodovia de cada ponto de coleta.

Os dados de uso da terra foram tabulados e relacionados estatisticamente com as variáveis temperatura e turbidez.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Condições do tempo e limnologia

As condições meteorológicas na data da realização do trabalho de campo para a coleta das análises estavam adequadas (Tabela 1), com período ensolarado permitindo avaliar esse fator externo sobre os corpos d'água, sem possível interferência do vento.

Nos pontos 1 e 6 não ocorreram medidas limnológicas. O ponto 1 encontrava-se com alta concentração de efluentes, advindo da ocupação do distrito de Cacau Pirêra. O ponto 6 não apresentava fluxo de água, devido a represamentos a montante.

Tabela 1: Condições meteorológicas no período de realização do campo no dia 30/06/2018 (14h16min a 17h22min)

Condição Meteorológica	Média ± Desvio Padrão
Condições do Céu	Ensolarado
Luminosidade (Lux)	> 20.000
Temperatura do ar (°C)	33,7 ± 1,6
Umidade (%)	60,5 ± 6,6
Velocidade do vento (km/h)	0

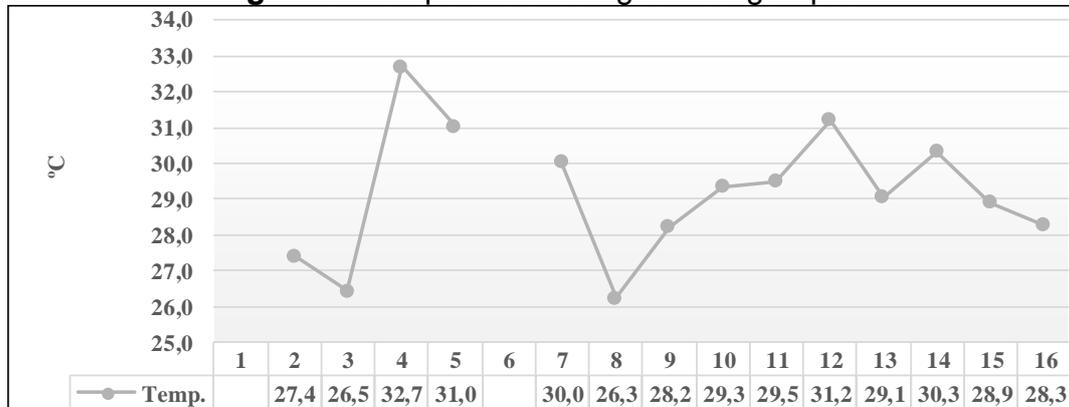
Fonte: Dados da Pesquisa.

A temperatura da água apresentou variação no trecho de 29,2±1,8°C. Os pontos 2 a 16 (Figura 3) foram medidos em horário sequencial e pelos dados obtidos não tiveram interferência evidente dessa variável externa. Os pontos 4 e



12 apresentaram os maiores valores, 32,7 e 31,2°C, respectivamente, associados a ausência da mata ciliar e represamentos.

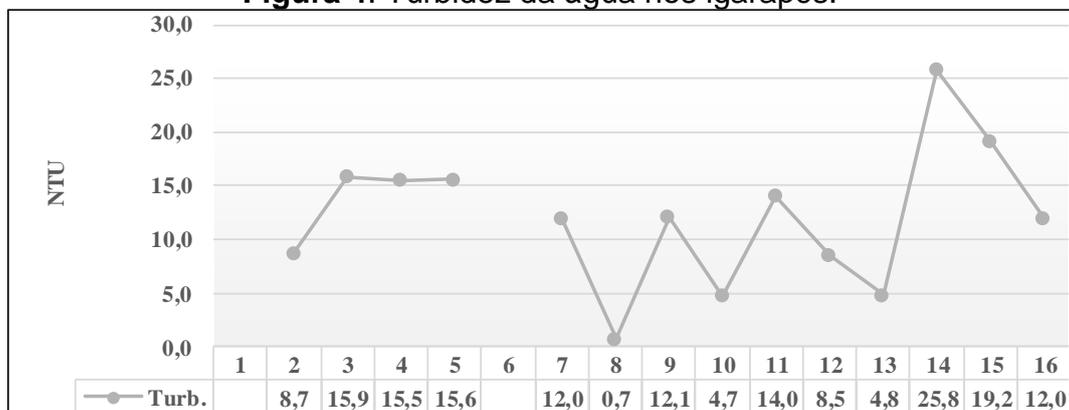
Figura 3: Temperatura da água nos igarapés



Fonte: Dados da Pesquisa.

A turbidez da água apresentou uma variação de $12,1 \pm 6,4$ NTU, demonstrando maior alteração nos pontos 14 e 15 (Figura 4). Os baixos valores de turbidez são atribuídos às águas pretas dos igarapés, devido à presença de matéria orgânica dissolvida e pouco material em suspensão. Essa característica resulta em águas muito transparentes.

Figura 4: Turbidez da água nos igarapés.



Fonte: Dados da Pesquisa.

3.2. Influência da duplicação da rodovia nos igarapés

A duplicação da rodovia Manoel Urbano foi iniciada em março de 2013 em Iranduba e a previsão é de atender os 78,14km de extensão, chegando à cidade de Manacapuru (ACRITICA, 2016). O trajeto duplicado concluído, entre o período de 2013 a 2018, inicia-se do distrito de Cacau Pirêra até ao rio Ariaú

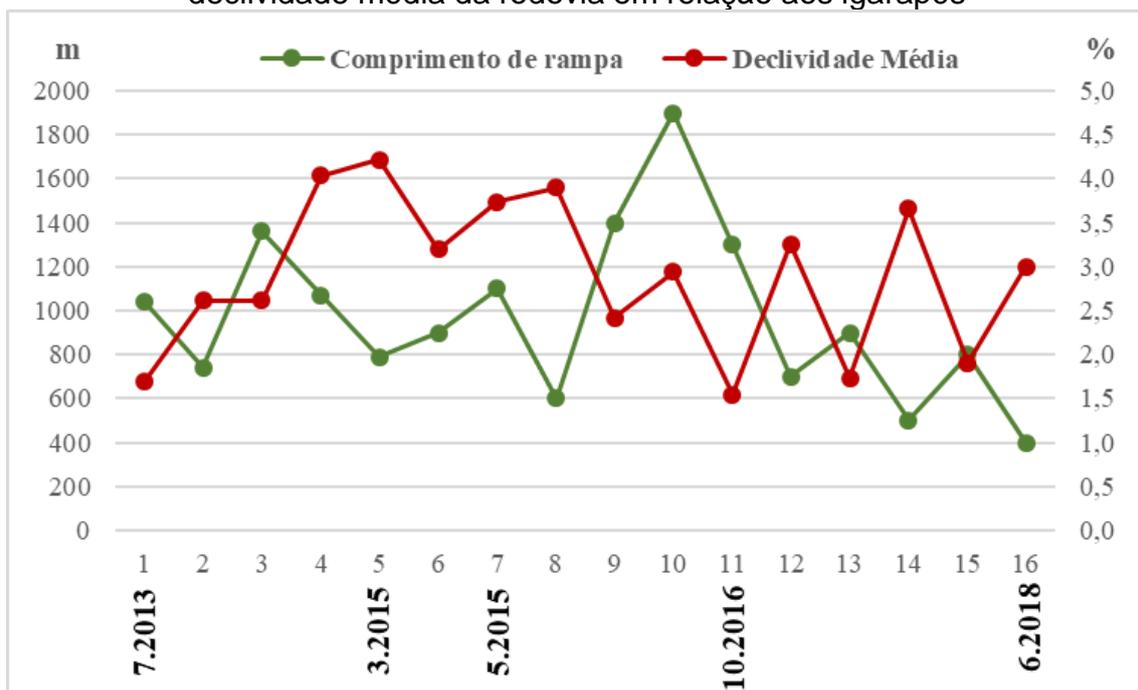


(km 34) no município de Iranduba. Durante a construção da rodovia foi realizada a retirada de vegetação, construção/ampliação do aterro e terraplanagem dentro da faixa de domínio.

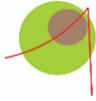
Apesar da rodovia atravessar diferentes sub-bacias os comprimentos de rampa em relação aos igarapés não são muito longos, sendo que somente 7 apresentam-se maiores do que 1000m (Figura 5). A declividade não tem uma correlação significativa com comprimento de rampa, mas tem alguns pontos que apresentam relação inversa. O trecho compreendido dos pontos 4 a 8 apresentam declividade média superior a 3%. O comprimento de rampa associado a declividade impactam no escoamento superficial na faixa de domínio.

Em trabalho de campo foi verificado que nos pontos 1 a 7, cuja duplicação ocorreu entre 2013 a 2015, já tem cobertura vegetal significativa. Nos pontos 11 a 16, duplicação mais recente, apresenta muito solo exposto. Destaca-se que na via construída na década de 1970 não havia pontes sobre os igarapés e essa condição foi mantida para a duplicação. Em decorrência da dimensão e altura da superfície inadequadas da tubulação, ocasionaram o represamento de vários igarapés.

Figura 5: Somatório do comprimento de rampa (anterior e posterior) e declividade média da rodovia em relação aos igarapés



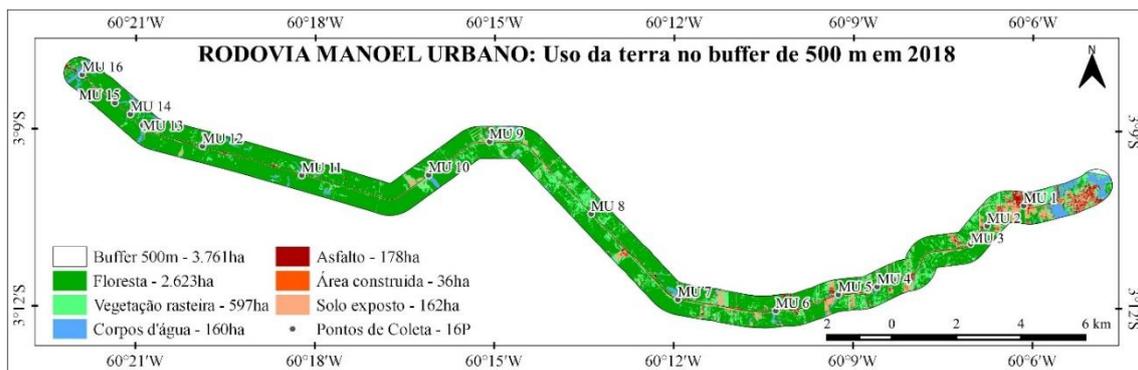
Fonte: Google Earth Pro, 2018.



O uso da terra ao longo da rodovia em uma faixa de 500m mostra que a floresta é dominante (Figura 6). As áreas asfaltadas estão localizadas principalmente no distrito de Cacau Pirêra e linearmente da rodovia duplicada.

Espacialmente é possível fazer a seguinte distribuição por trecho: a) 1 a 7: maior quantidade de ocupações e presença de diversos empreendimentos imobiliários como consequência maior presença de áreas construídas, represamentos e maior quantidade de solo exposto; b) 7 a 10: maior ocorrência de áreas agrícolas, resultando maiores áreas de agropecuária e a presença de tanques de piscicultura (corpos d'água); e c) 10 a 16: maior cobertura florestal e a presença de lagos naturais.

Figura 6: Uso da terra em margens de 500 m da rodovia

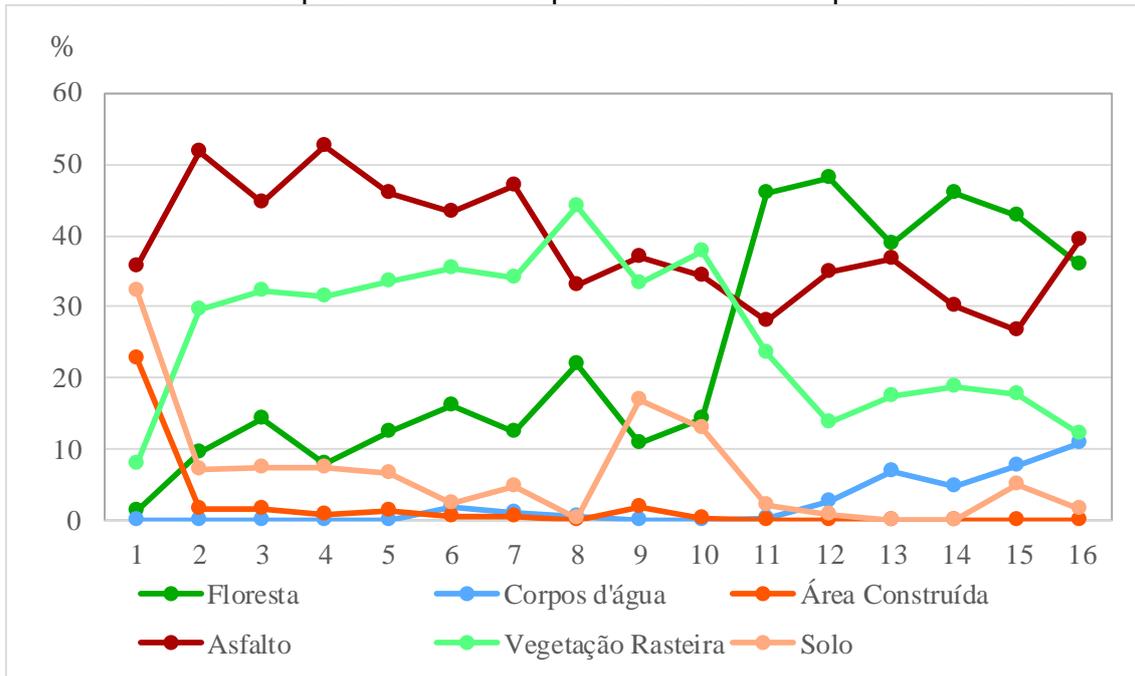


Fonte: PlanetScope, 2018.

Na faixa correspondente ao domínio da rodovia é possível destacar mudanças significativas no uso da terra (Figura 7), tendo com expressividade da área asfaltada, com maior largura do ponto 1 a 7 devido ao sistema de drenagem central e com redução entre o ponto 8 ao 16 devido o asfaltamento contíguo. Praticamente em toda faixa de domínio foi preservada uma parcela de floresta, porém dos pontos 11 a 16 a faixa desmatada foi menor, com preservação de 40%. Em relação as áreas construídas, solo exposto e agropecuária tem relação com classificação a, b e c anteriormente realizada.



Figura 7: Porcentagem do uso da terra em uma faixa de 60 m ao longo da rodovia em comprimentos de rampa relacionado aos pontos amostrais



Fonte: Dados da Pesquisa.

3.3. Igarapés (pontos observados) e a duplicação da rodovia

A maioria dos igarapés sofreu mudanças com represamento proporcionado pela construção e duplicação da rodovia. Essa característica interfere diretamente na temperatura da água por se tratar de ambientes lânticos, aumenta a permanência da água e com incidência da radiação solar aumenta os valores. Enquanto os pontos 2, 3 e 8 são ambientes lóticos, os valores de temperatura foram inferiores a 28°C, já os demais pontos que estão represados, os valores foram superiores, e especialmente nos pontos 4, 5 e 12 foram maiores que 30°C. Para a turbidez da água, os represamentos causam a deposição dos materiais suspensos, por conseguinte a redução da variável medida.

As medidas de uso da terra na faixa de domínio foram relacionadas com a temperatura e turbidez e não foram estatisticamente significativas. Porém quando se observa os valores dos pontos 14, 15 e 16, verifica-se um aumento da turbidez decorrente da duplicação mais recente da rodovia, cuja faixa está na busca de estabilidade.



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As variáveis turbidez e temperatura da água registraram mudanças ambientais da duplicação e ações antrópicas da bacia hidrográfica. No que se refere a duplicação da rodovia:

a) Apresenta expressivas áreas de solo exposto correspondentes a construção do aterro e cortes na rodovia, que está com processo de retomada da vegetação rasteira e arbustiva.

b) As áreas asfaltadas são consideráveis e nas dimensões de comprimentos de rampa de cada igarapé, ampliam o escoamento superficial durante uma chuva que traz um aumento dos processos erosivos do canal.

c) A não realização da drenagem central depois do ponto 8 na rodovia ajudou a diminuir a largura da rodovia e, por conseguinte, a área a ser desmatada, sendo que mais de 40% da área florestal ficou preservada na faixa de domínio.

d) A maioria dos canais já tinham sido represados com a construção da rodovia em 1970 e foram mantidos ou ampliados com a duplicação.

Com a duplicação, os cursos d'água sofreram mais modificações e terão consequências mais diretas da rodovia. A vegetação tem conseguido fixar-se no aterro e tem reduzido a perda de material para os canais, diminuindo os valores de turbidez. A temperatura da água é maior em consequência dos represamentos, mas também em função da redução das matas ciliares no entorno amostral.

5. AGRADECIMENTOS

Pela concessão da Gratificação de Produtividade Acadêmica da Universidade do Estado do Amazonas ao autor. À Fapeam e ao CNPq pelas concessões de bolsas de iniciação científica às coautoras. Ao Profágua pelo empréstimo de equipamento para medida das variáveis da água.



6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACRITICA. **Duplicação da rodovia Manoel Urbano, a AM-070, inicia ano com apenas 27% de conclusão.** Disponível em:

<<https://www.acritica.com/channels/manaus/news/duplicacao-da-rodovia-manoel-urbano-a-am-070-inicia-ano-com-apenas-27-de-conclusao>>. Acesso em: 23 out. 2018.

DREW, D. **Processos Interativos: homem & meio ambiente.** 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

GOOGLE EARTH PRO. **Irاندuba, AM.** Google Earth versão 7.3.2, 2018.

IBGE. **Conheça cidades e estados do Brasil.** Disponível em:

<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/irاندuba/panorama>>. Acesso em: 23 out. 2018.

PLANET TEAM (2017). **Planet Application Program Interface:** In: Space for Life on Earth. San Francisco, CA. <https://api.planet.com>

PORTO, F.A.; BRANCO, S.M.; LUCA, S.J. Caracterização da qualidade da água. In: PORTO, R.L. (Org.). **Hidrologia ambiental**, São Paulo: EDUSP, 1991. p.375-390.

SILVA, C. S. da. **Impactos ambientais relacionados à duplicação da rodovia Manoel Urbano AM-070, no município de Irاندuba-AM.** 2015. 78 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia) - Escola Normal Superior, Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2015.

TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos no futuro:** problemas e soluções. Estudos avançados, São Paulo, v. 22, n. 63, 2008.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade de Federal de Minas Gerais, 2005.