

Diagnóstico da cobertura vegetal de APPs do Igarapé Nazaré (Rondônia)



Diagnostic of vegetation coverage of APPs in the Nazaré Stream (Rondônia)

Ricardo, Douglas Linz; Souza, Naara Ferreira Carvalho de; Rosa, Ana Lúcia Denardin da; Nascimento, Elisabete Lourdes do; Scoti, Marta Silvana Volpato

 **Douglas Linz Ricardo**
douglas.linz@gmail.com
Universidade Federal de Rondônia, Brasil

 **Naara Ferreira Carvalho de Souza**
naaraferreira94@gmail.com
Universidade Federal de Rondônia, Brasil

 **Ana Lúcia Denardin da Rosa**
analucia@unir.br
Universidade Federal de Rondônia, Brasil

 **Elisabete Lourdes do Nascimento**
elisabetenascimento@unir.br
Universidade Federal de Rondônia, Brasil

 **Marta Silvana Volpato Scoti**
martascoti@unir.br
Universidade Federal de Rondônia, Brasil

Revista Presença Geográfica
Fundação Universidade Federal de Rondônia, Brasil
ISSN-e: 2446-6646
Periodicidade: Frequência contínua
vol. 9, núm. 2, Esp., 2022
rpgeo@unir.br

Recepção: 05 Julho 2021
Aprovação: 30 Setembro 2021

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/274/2744715010/>

Resumo: As Áreas de Preservação Permanente – APPs são ambientes importantes para a manutenção do equilíbrio ambiental, porém, tendem a ser muito impactados pela ação humana, por isso é fundamental o monitoramento e proteção dessas áreas. Sendo assim, a pesquisa objetivou delimitar, caracterizar e avaliar a cobertura vegetal das APPs (mata ciliar) dos corpos hídricos da microbacia do Igarapé Nazaré, em Rondônia. A delimitação da microbacia e suas drenagens foi realizada por meio do *software* QGIS (versão 3.16.8), utilizando um Modelo Digital de Elevação (MDE) com resolução espacial de 12,5 m, e as APPs com a aplicação de *buffers*, conforme os limites estabelecidos pelo Código Florestal (Lei 12.651/2012). Para a caracterização e avaliação da cobertura vegetal nas APPs foi aplicada a técnica de Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), esse índice varia de -1 a 1, os valores menores que zero representam áreas não vegetadas e os mais próximos de 1 com vegetação densa. A partir da delimitação das APPs observou-se que a área coberta por APPs é de cerca de 9,21 km², aproximadamente 10,2% da área total da microbacia. Os valores de NDVI encontrados, nas APPs, variaram de -0,152 a 0,535, indicando que a área está coberta por algum tipo de vegetação, já que a maior parte dos valores obtidos foram positivos. A predominância da cobertura vegetal é do tipo rala, que cobre cerca de 38,64% das APPs existentes na microbacia.

Palavras-chave: Área de Preservação Permanente, corpos hídricos, nascentes, NDVI, geoprocessamento.

Abstract: The Permanent Preservation Areas - APPs are important environments for the maintenance of environmental balance, however, they tend to be highly impacted by human action, so it is essential to monitor and protect these areas. Thus, a research aimed to delimit, characterize and evaluate the vegetation coverage of APPs (riparian forest) of water resources in the microbasin of the Nazaré stream, in Rondônia. For delimitation of the microbasin was used QGIS software (version 3.16.8), using a Digital Elevation Model (DEM) with a spatial resolution of 12.5 m, and the APPs with the application of buffers, according to the limits defined by the Forest Code (Law 12.651 / 2012). For the characterization and evaluation of vegetation cover in APPs, the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) technique was applied, this index ranges from -1

to 1, values less than zero represent non-vegetable areas and those closest to 1 with dense vegetation. From the delimitation of APPs, it was observed that an area covered by APPs is about 9.21 km², approximately 10.2% of the total area of the microbasin. The NDVI values found in APPs ranged from -0.152 to 0.535, indicating that some type of vegetation covers the area, since most of the selected values were positive. The predominance of vegetation cover is of the thin type, which covers about 38.64% of the APPs existing in the microbasin.

Keywords: Permanent Preservation Area, water bodies, springs, NDVI, geoprocessing.

INTRODUÇÃO

Historicamente a ocupação do espaço no Brasil ocorreu de maneira desordenada. O aumento populacional e o crescimento econômico intensificaram a demanda por recursos naturais, o que resultou em inúmeros impactos ambientais negativos ao meio ambiente (COUTINHO et al., 2013; MATIELLO et al., 2017).

A pressão imposta aos recursos naturais pelas atividades humanas tem ameaçado o equilíbrio ambiental dos ecossistemas. Um dos ambientes mais impactados pela ação humana são as Áreas de Preservação Permanente - APPs, sobretudo com a ocupação no entorno dos recursos hídricos, comprometendo a qualidade e quantidade da água e dos solos, por meio de processos erosivos, assoreamento do leito dos rios e inundações (REZENDE; ARAUJO, 2016).

O Código Florestal, instituído pela Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012, define as áreas de Proteção Permanente (APPs) como uma área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012). Neste instrumento legal são definidas ainda as faixas mínimas de proteção ao longo dos cursos d'água e do entorno das nascentes, sejam eles perenes ou intermitentes, localizados tanto na área urbana quanto rural.

As matas ciliares, também denominadas florestas ripárias ou florestas ribeirinhas, estão incluídas na categoria de APPs. Estas compreendem a cobertura vegetal nativa que ocorre às margens de rios e outros corpos d'água, como no entorno de nascentes, lagos e represas (FIORESE, 2021).

Oliveira et al. (2019) ressaltam que as matas ciliares possuem uma importância vital na proteção dos recursos hídricos, já que elas controlam a chegada de nutrientes, sedimentos e a erosão das margens, atuam na interceptação e absorção da radiação solar e contribuem para a estabilidade térmica da água, influenciando, desta forma, as características físicas, químicas e biológicas dos cursos d'água.

A medida que este tipo de cobertura vegetal é substituído por outros usos, como pastagens, plantações, solo exposto, entre outros, surgem diversos impactos, dentre eles destaca-se a desproteção do solo e um maior aporte de sedimentos no interior dos cursos d'água (MELO et al., 2019; GAEDEK et al., 2020).

Em razão de seu importante papel na conservação dos recursos hídricos, torna-se imprescindível a caracterização e monitoramento da cobertura vegetal das matas ciliares, de modo a identificar situações que possam ameaçar o equilíbrio das bacias hidrográficas e avaliar o cumprimento da legislação ambiental (LIMA, 2005; COUTO; GARCIA; SILVA, 2018).

As técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, em razão do custo e benefício, têm sido cada vez mais exploradas e aplicadas nos mais diversos campos, dentre eles o ambiental, como na análise, detecção e monitoramento da cobertura vegetal (BRAZ; ÁGUAS; GARCIA, 2015). O NDVI, abreviação inglesa para Índice de Vegetação da Diferença Normalizada, tem sido uma das principais ferramentas do campo das geotecnologias para quantificar e avaliar as características da vegetação de um determinado local.

Segundo Santos et al. (2017), o NDVI tem sido um importante indicador para monitorar e diagnosticar o estado de conservação ou preservação de APPs. Tagliari e Baptista (2020) ressaltam que este índice permite identificar a perda de vegetação em uma determinada área e indicar as possíveis causas para tanto, além de auxiliar na tomada de decisões de uma forma mais ágil e segura.

Neste contexto, o presente estudo busca fazer o uso das técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto com o objetivo de delimitar, caracterizar e avaliar a cobertura vegetal das APPs do entorno dos corpos hídricos da microbacia do igarapé Nazaré, situada no leste do estado de Rondônia.

DESENVOLVIMENTO

Área de Estudo

A área de estudo compreende a microbacia do igarapé Nazaré, uma sub-bacia tributária da margem direita do rio Machado (ou rio Ji-Paraná) e que faz parte do sistema fluvial da Bacia Amazônica. Localizada na porção leste do estado de Rondônia (Figura 1), a microbacia possui uma área de drenagem de 90,22 km², abrangendo os territórios dos municípios de Presidente Médici e de Ji-Paraná.

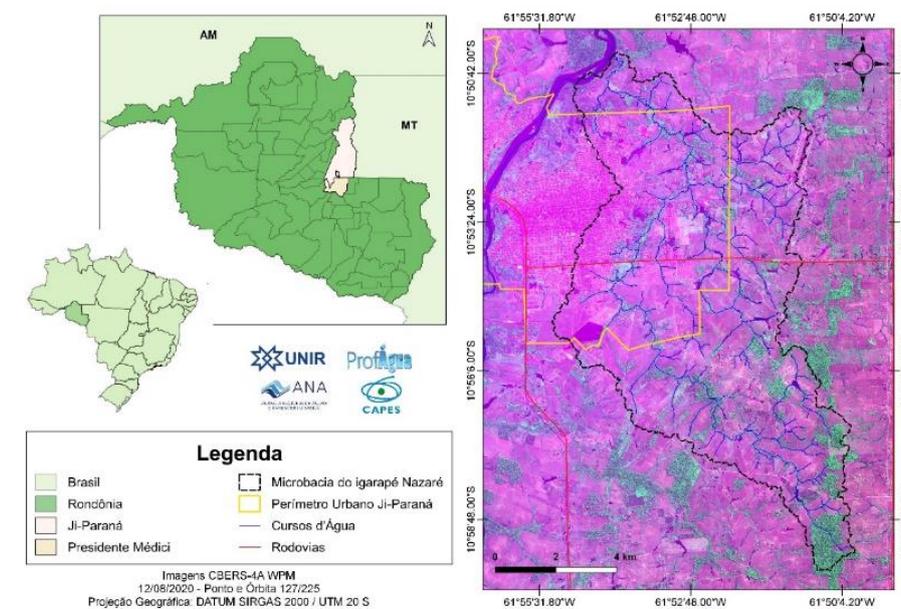


FIGURA 1
Localização da microbacia do igarapé Nazaré

A área do estudo possui clima tropical de monção (Am), segundo a classificação Köppen, com precipitação média variando entre 1.900 e 2.500 mm/ano e temperatura média anual oscilando entre 24° e 26°C (ALVAREZ et al., 2013). A cobertura vegetal prevalente na área da microbacia é formada por pastagens (pecuária) e pelas formações florestais do tipo Ombrófila Aberta de Submontana com palmeiras (Asp) e cipós (Asc) (IBGE, 1992; IBGE, 2006).

Os principais usos da microbacia correspondem a pecuária e o ambiente urbano, sendo apenas 16,4% do seu território coberto por vegetação (MENDONÇA et al., 2020). Com maior parte de sua área de drenagem estabelecida no município de Ji-Paraná, a microbacia tem grande relevância econômica para este município já que as principais atividades econômicas (pecuária, piscicultura e indústrias) estão estabelecidas nesta região.

Procedimentos Metodológicos

A delimitação da microbacia do igarapé Nazaré foi realizada através do software livre QGIS versão 3.16.8, utilizando um Modelo Digital de Elevação (MDE) com resolução espacial de 12,5 m, sendo este obtido do conjunto satélite e sensor ALOS PALSAR do projeto da Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) para a órbita 27015. O processamento da imagem seguiu a metodologia descrita por Dias et al. (2004) e Sobrinho et al. (2010), a qual compreende respectivamente a execução das etapas de preenchimento de depressões (“fill sinks”), determinação da direção de fluxo (“flow direction”), fluxo acumulado (“flow Accumulation”) e bacia hidrográfica (“watershed”).

Os limites e as drenagens obtidas para a microbacia foram retificados com o auxílio do programa Google Earth Pro de forma que os cursos d’água tivessem o seu formato e sinuosidades representados o mais próximo da realidade. Após as correções foi executado o método descrito por Matiello et al. (2017) para a delimitação das APPs, que consiste na aplicação de um “buffer” (delimitador de distância) sobre as feições da rede de drenagem e das nascentes.

De modo que a área do leito dos cursos d’água não fossem computados como sendo APPs, a partir de medições realizadas no programa Google Earth Pro, adotou-se o valor de 5,8 metros como sendo a largura média do leito dos cursos d’água da microbacia. Assim, foi aplicado um buffer de 2,9 metros em cada lado das feições da rede de drenagem de forma a delimitar o leito dos cursos d’água.

Em seguida, considerando o que estabelece o Artigo 4º do Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012) foram executados buffers com os seguintes limites para as APPs: 30 metros de largura às margens de todos os cursos d’água da microbacia, assumindo que estes possuem menos de dez metros de largura; 200 metros na faixa marginal do rio Machado onde o igarapé Nazaré deságua, já que este possui largura entre 200 e 600 metros; e um raio de 50 metros no entorno das nascentes.

A caracterização e avaliação da cobertura vegetal nas APPs foi realizada através do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) proposto por Rouse et al. (1973), onde a partir de imagens de satélites é calculado a razão entre as bandas espectrais do vermelho e infravermelho próximo, conforme Equação 1 a seguir.

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR}-\text{R}}{\text{NIR}+\text{R}}$$

EQUAÇÃO 1

Onde, NIR é a refletância da vegetação na banda do infravermelho próximo e R é a refletância da vegetação na banda do vermelho.

O cálculo do NDVI resulta em valores que variam de -1 a 1, onde os valores inferiores a zero (negativos) representam feições com ausência de vegetação, enquanto que os valores positivos indicam presença de vegetação, sendo os valores mais próximos de 1 indicador de uma vegetação vigorosa e fotossinteticamente ativa (TAGLIARI; BAPTISTA, 2020; FILHO; BEZERRA; PESSOA, 2021).

O NDVI foi calculado utilizando-se as bandas espectrais 3 e 4 do sensor WPM do satélite CBERS-4A, as quais correspondem respectivamente a refletância R e NIR. As imagens utilizadas são referentes a órbita e ponto 127/225 com data de passagem no dia 12 de agosto de 2020. A escolha do sensor imageador se deve a boa resolução espacial das imagens (8 metros), fornecendo um maior nível de detalhamento, o que é indicado já que os limites das APPs são relativamente pequenos. Já o período de obtenção das imagens se deve ao fato do mês de agosto representar um período de estiagem na região, o que é recomendado por Aires (2018) visto que algumas formações de gramíneas podem apresentar valores de NDVI similares as de vegetação de maior vigor durante o período chuvoso.

Para a classificação da densidade da vegetação das APPs, foram definidos os intervalos do NDVI a partir da comparação entre a cobertura do solo observado em campo com os valores de NDVI obtidos para o

local, conforme metodologia proposta por Santos et al. (2017). As atividades de campo foram realizadas em 02/11/2020, em seis pontos da microbacia.

A densidade da cobertura vegetal das APPs seguiu a classificação empregada por Melo et al. (2019) e Filho et al. (2021) sendo elas classificadas em quatro classes, são elas: ausência de vegetação, que são as áreas com presença de água, solo exposto ou edificações; vegetação rala, representada pelas formações rasteiras (gramíneas), pastagens e agricultura; vegetação esparsa, constituída pelas formações secundárias, capoeira ou de reflorestamento; e vegetação densa, associadas as feições florestais.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através das ferramentas de geoprocessamento foi verificado que a microbacia do Igarapé Nazaré dispõe de aproximadamente 130 nascentes e 146,07 km de extensão de cursos d'água. As APPs identificadas para a microbacia totalizam uma área de 9,21 km², cerca 10,2% do seu território, sendo que 8,24 km² equivale as APPs das margens dos cursos d'água e 0,97 km² das APPs no entorno das nascentes.

A extensão das APPs se mostrou menor em comparação ao estudo realizado por Araujo; Andrade; Ribeiro (2018), que foi de 11,67 km² para a mesma microbacia. Tal diferença pode ser explicada pelas técnicas de delimitação empregadas, a exemplo do MDE, que neste caso foi utilizado um modelo com maior resolução espacial.

A Figura 2 apresenta os resultados do NDVI aplicado na área da microbacia e nas APPs existentes na mesma. O NDVI médio encontrado na microbacia foi de 0,209, valor este abaixo da média de 0,338 observada por Mendonça et al. (2020) no período de agosto de 2019.

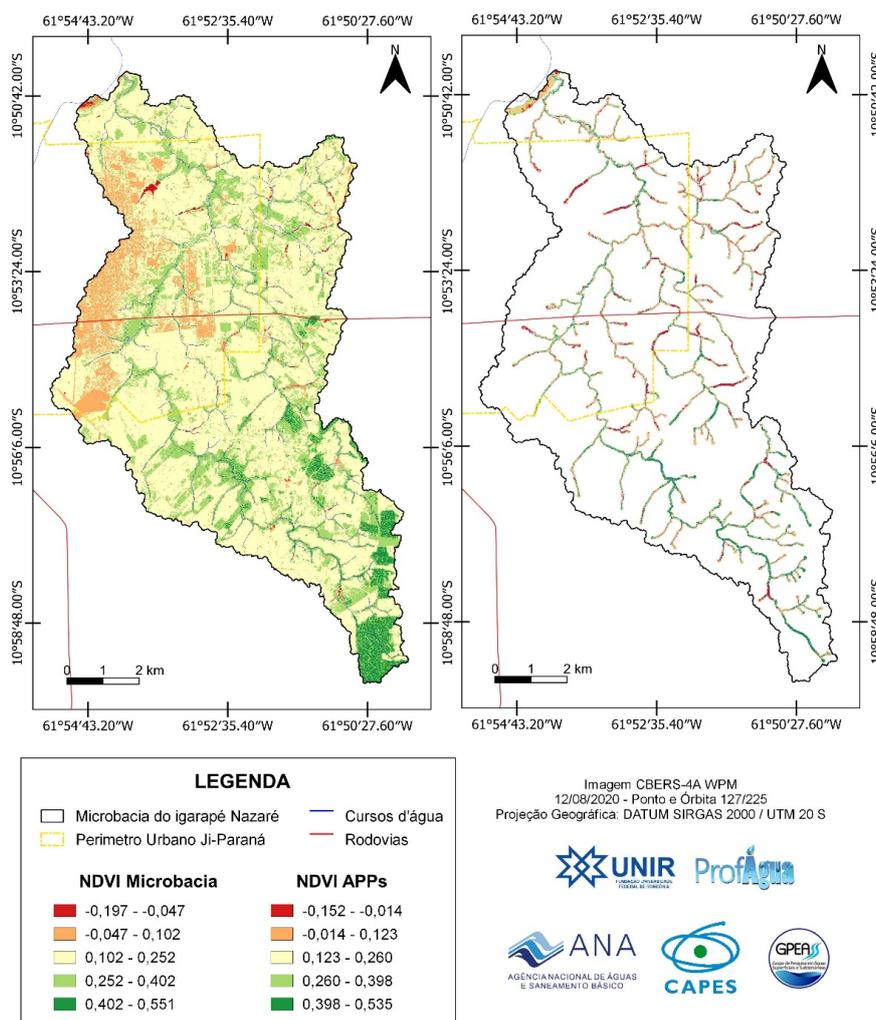


FIGURA 2
NDVI da microbacia e APPs do Igarapé Nazaré

Nas APPs o NDVI apresentou uma amplitude de -0,152 a 0,535, sendo seu valor médio calculado em 0,251 e desvio padrão em 0,09. O histograma apresentado na Figura 3 demonstra uma maior ocorrência de valores de NDVI (valor de pixel) no intervalo positivo, indicando assim que as APPs da microbacia estão predominantemente cobertas por algum tipo de vegetação.

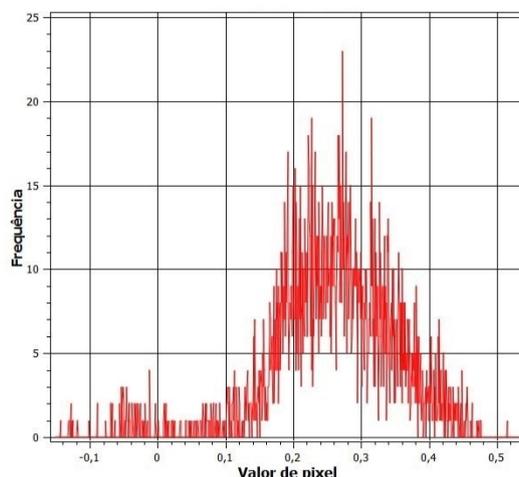


FIGURA 3
Histograma do NDVI nas APPs da microbacia do Igarapé Nazaré

O trabalho de campo possibilitou a verificação do tipo de cobertura vegetal existente em alguns pontos das APPs da microbacia e assim fazer uma associação com os valores de NDVI encontrados para estes locais. Os intervalos de NDVI definidos para cada classe de densidade vegetal é apresentada na Tabela 1.

TABELA 1
Intervalo de NDVI observado para as classes de cobertura vegetal nas APPs da microbacia do Igarapé Nazaré

Classes de cobertura vegetal	Intervalo do NDVI
Ausência de vegetação	< 0,150
Vegetação rala	0,150 a 0,250
Vegetação esparsa	0,250 a 0,350
Vegetação densa	> 0,350

Em relação aos intervalos obtidos, observa-se que os valores de NDVI negativo se mostram associados a presença de água, enquanto que o intervalo positivo de 0 a 0,150 correspondeu as áreas com solo exposto, pavimentadas ou edificadas. A vegetação rala, constituída predominantemente pelas pastagens, apresentou intervalo bem definido, sendo a transição desta classe para as de maior vigor vegetativo bem caracterizada.

Os valores de NDVI obtidos nas APPs da microbacia do Igarapé Nazaré se mostraram abaixo dos valores encontrado por Duarte; Ramos; Maciel (2017) em APPs de um município localizado no oeste do Pará e similares aos intervalos utilizados por Melo et al. (2019) para a caracterização da cobertura vegetal em uma Área de Proteção Ambiental no norte de Minas Gerais.

Os intervalos de NDVI encontrados na literatura para a caracterização da cobertura vegetal apresentam muitas variações, sendo muitas destas decorrentes das características da região e do bioma estudado, o que pode ser observado nos trabalhos realizados por Alves; Oliveira (2020) na região do Pantanal Norte e Ribeiro et al. (2014) na Caatinga, onde os intervalos de NDVI utilizados para a classificação da vegetação densa são respectivamente de 0,7 a 1,0 e de 0,31 a 1,0. Teramoto et al. (2018) observam ainda que os valores de NDVI são influenciados pela variação da disponibilidade de água no solo, os quais podem aumentar e diminuir respectivamente nos períodos chuvoso e de estiagem.

A situação da cobertura vegetal das APPs da microbacia é apresentada na Tabela 2, sendo cada classe de cobertura quantificada em área e percentual de acordo com os intervalos de NDVI definidos. Cabe observar que a área total das classes de cobertura não coincide com a das APPs, já que os pixels das imagens de satélite não preenchem totalmente os limites das mesmas.

TABELA 2
Áreas e percentuais das classes de cobertura vegetal das APPs da microbacia do igarapé Nazaré

Classes de cobertura vegetal	Área (km ²)	%
Ausência de vegetação	0,85	9,40
Vegetação rala	3,51	38,64
Vegetação esparsa	3,48	38,28
Vegetação densa	1,24	13,67
Total	9,09	100

Como percebe-se na Tabela 2, as APPs da microbacia são predominantemente cobertas pela vegetação do tipo rala, as quais são representadas principalmente pelas pastagens, como é evidenciado na Figura 4. Tal resultado é similar ao que foi encontrado por Araújo; Andrade; Ribeiro (2018) na mesma microbacia. Comportamento semelhante foi encontrado nas APPs urbanas de Ji-Paraná – RO, onde Silva; Andrade; Webler (2019) observaram que aproximadamente 40% da extensão destas áreas eram compostas por vegetação rasteira.

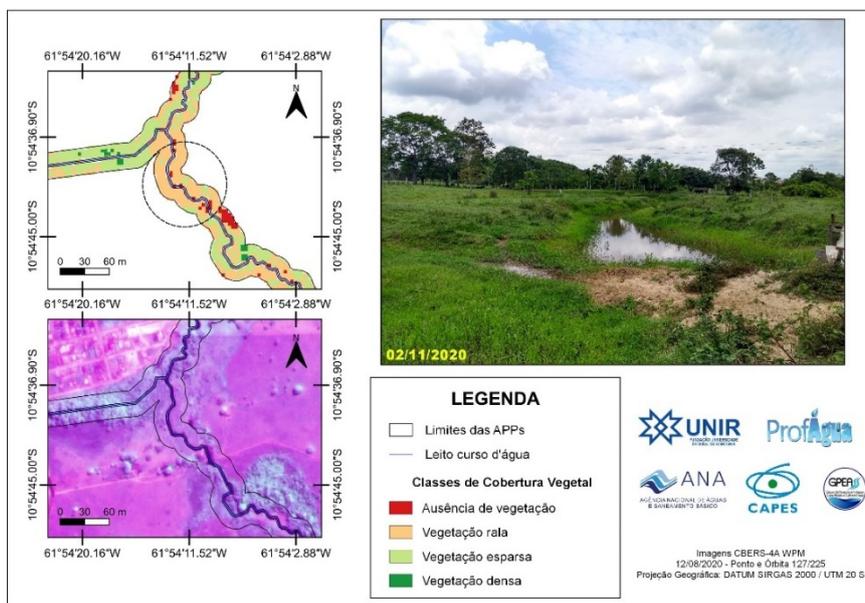


FIGURA 4

Vegetação rala representada pelas pastagens em um ponto das APPs da microbacia do igarapé Nazaré

De acordo com Mendonça et al. (2020), cerca de 70% da microbacia do igarapé Nazaré é ocupada por áreas de pastagem, tal informação atrelada aos resultados observados neste estudo evidenciam um avanço desta atividade sobre as APPs, desvirtuando essas áreas de sua função principal de preservar os recursos hídricos, uma vez que os mesmos ficam mais vulneráveis ao assoreamento.

A área coberta pela vegetação densa nas APPs é relativamente pequena comparada as de menor vigor, estas são constituídas por algumas espécies arbóreas, prevalecendo a palmeira Buriti (*Mauritia flexuosa*) conforme

pode ser observado na Figura 5. Pequenos fragmentos deste tipo de vegetação é identificado ao longo de quase toda a extensão da microbacia, sendo as maiores concentrações localizadas em áreas de acesso mais difícil.

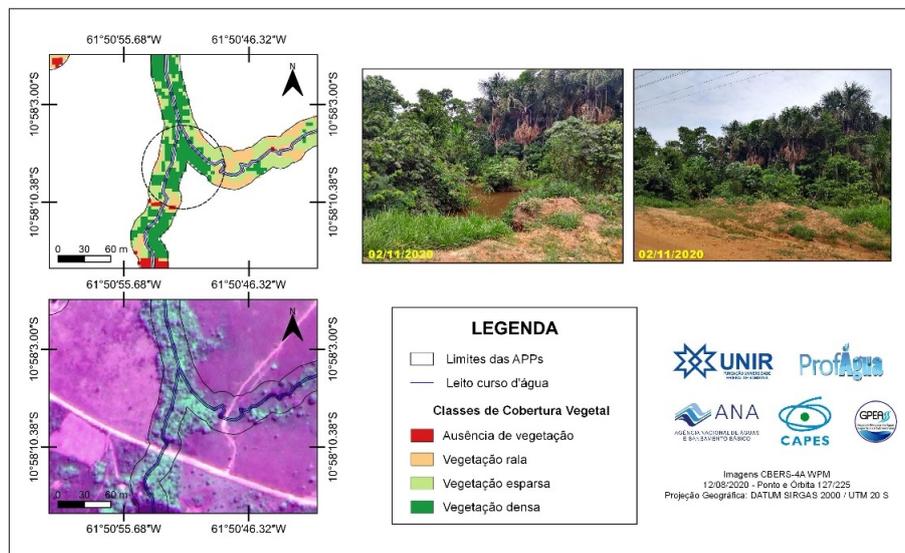


FIGURA 5

Vegetação densa identificada nas APPs da microbacia do igarapé Nazaré

A conservação da vegetação de maior densidade e vigor nas matas ciliares são fundamentais para controlar o escoamento superficial e a entrada de material sólido no leito dos rios, diminuindo assim a ocorrência do assoreamento e gerando efeitos positivos na qualidade da água no que tange a concentração de sólidos e turbidez (SILVA; ANDRADE; WEBLER, 2019; BOTELHO; VIEIRA; MORAIS, 2019).

A importância das APPs cobertas por vegetação densa para com a qualidade das águas superficiais é evidenciada pelo estudo realizado por Mendonça (2020), visto que no período chuvoso o igarapé Nazaré apresentou valores menores de turbidez no ponto P1 (entre 8,6 e 9,3 NTU), que corresponde a região de maior densidade vegetativa (Figura 5), em comparação ao ponto P2 (entre 10,1 e 12,4 NTU), com vegetação rala (Figura 4).

Outra classe que merece destaque é a de ausência de vegetação, a qual corresponde a aproximadamente 9,5% das APPs. A água corresponde a 31,5% (0,27 km²) desta categoria. Ainda que em alguns trechos a presença de água represente uma largura maior do curso d'água, na maior parte do que foi observado é que a mesma é um indicativo de intervenção antrópica voltada a acumulação das águas das nascentes e cursos d'água (Figura 6). Comportamento este também observado por Araújo; Andrade; Ribeiro (2018), tal indício é corroborado por Mendonça et al. (2020) ao terem identificado ao menos 205 reservatórios na microbacia possivelmente voltados a prática da piscicultura.

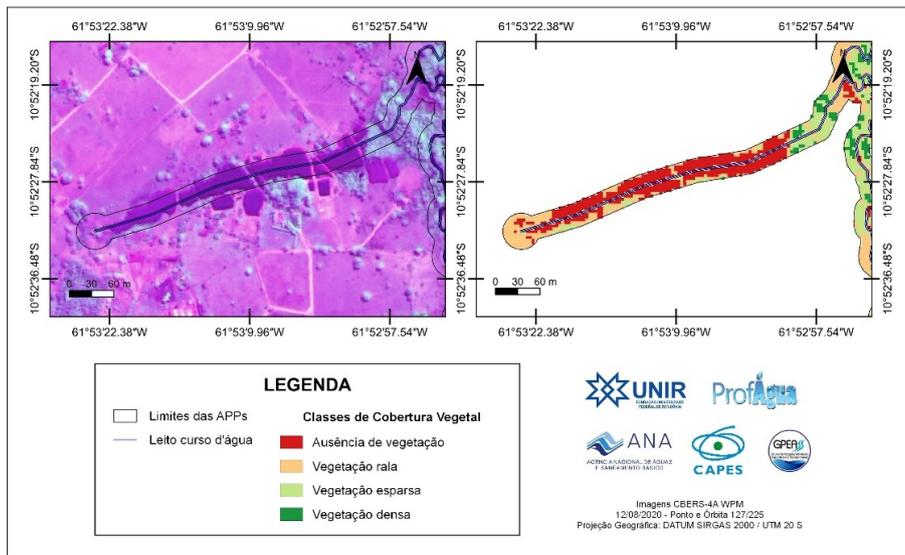


FIGURA 6

Reservatórios identificados no interior das APPs da microbacia do igarapé Nazaré

Já o remanescente das áreas não vegetadas (0,58 km²) é constituído principalmente por ruas/estradas com ou sem pavimento e edificações no perímetro urbano (Figura 7) e por solo exposto na zona rural.

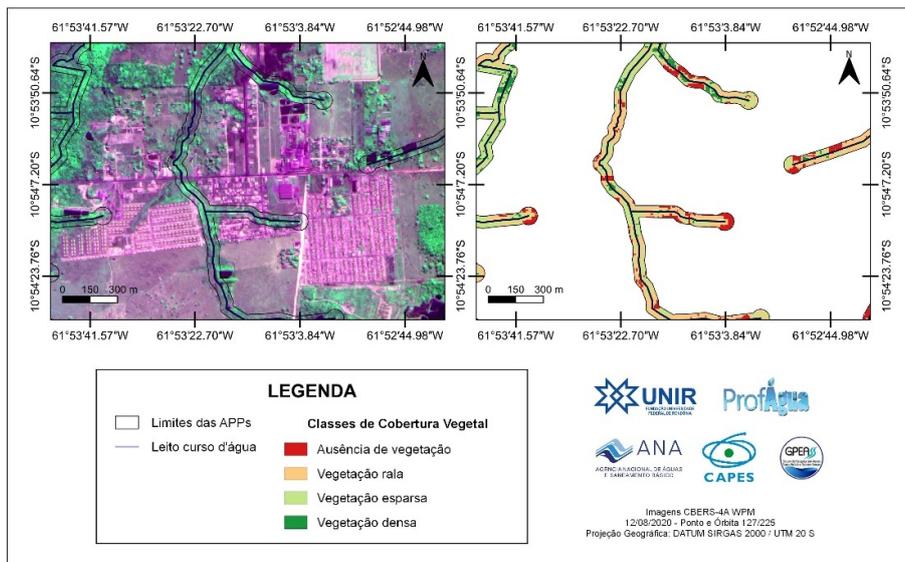


FIGURA 7

Destaque das áreas não vegetadas nas APPs do perímetro urbano da microbacia do igarapé Nazaré

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a análise realizada, os valores de NDVI obtidos demonstraram que em 84,5% das APPs da microbacia do igarapé Nazaré estão cobertas por vegetação, entretanto a predominância é da vegetação rala (38,64%), sobretudo pastagens. As áreas com vegetação densa consistem em fragmentos ao longo da microbacia, que estão mais concentrados em locais isolados.

Desta forma, a microbacia vem sendo impactada pelo crescimento das atividades agropecuárias, principalmente áreas cobertas por pastagens para a criação de gado, onde foram observados impactos

advindos da substituição da vegetação natural, como o assoreamento dos cursos hídricos e alteração na qualidade da água.

Diante do exposto, verifica-se a importância das geotecnologias para a gestão dos recursos hídricos, tendo estas revelado a necessidade da recuperação e conservação da cobertura vegetal nativa das APPs da microbacia, áreas essas que exercem um papel fundamental na preservação da qualidade das águas.

Uma alternativa à recuperação das APPs degradadas pode se dar através dos chamados sistemas agroflorestais, fazendo assim o plantio de espécies nativas da região e espécies agrícolas e frutíferas que além de ajudarem na preservação podem ser usadas para gerar renda para os moradores locais.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, agradecemos também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015, pelo apoio científico aportado até o momento.

Ao Grupo de Pesquisa em Águas Superficiais e Subterrâneas-GPEASS e à equipe do Laboratório de Limnologia e Microbiologia-LABLIM.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. *Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ALVES, G. B. M.; OLIVEIRA, S. M. L. Uso do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para Análise da Distribuição e Vigor da Vegetação no Pantanal Norte. *Geografia (Londrina)*, v. 29, n. 1, p. 175-190, 2020.
- ARAUJO, R. R.; ANDRADE, N. L. R.; RIBEIRO, J. G. S. Uso e ocupação do solo em áreas de preservação permanente do município de Ji-Paraná-RO. *In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental – CONGEA*, 9., São Bernardo do Campo, 2018.
- BRASIL. *Lei n. 12.651*, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, e dá outras providências. Brasília: DOU, 2012.
- BRAZ, A. M.; ÁGUAS, T. A.; GARCIA, P. H. M. Análise de índices de vegetação NDVI e SAVI e índice de área foliar (IAF) para a comparação da cobertura vegetal na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho, município de Selvíria – MS. *Revista Percurso – NEMO*, v.7, n. 2, p. 05-22, 2015.
- BOTELHO, A.; VIEIRA, E.; MORAIS, A. A. Avaliação temporal do NDVI como subsídeo ao plano de recursos hídricos: estudo de caso na bacia do rio do Tanque – MG. *In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 19., 2019, Santos. *Anais eletrônicos*[...]. São José dos Campos: INPE, 2019. Acesso em: 25 jul. 2021.
- COUTINHO, L. M.; ZANETTI, S. S.; CECÍLIO, R. A.; GARCIA, G. O.; XAVIER, A. C. Usos da Terra e Áreas de Preservação Permanente (APP) na Bacia do Rio da Prata, Castelo-ES. *Floresta e Ambiente*, Rio de Janeiro, v. 20, n.4, p. 425-434, 2013.
- COUTO, R.; GARCIA, K. J.; SILVA, M. L. Conflitos de uso e ocupação do solo nas áreas de preservação permanente do Município de Inconfidentes – MG. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.11, n.7, p 2244-2259, 2018.
- DUARTE, J. F. S.; RAMOS, A. J. R.; MACIEL, M. N. M. Avaliação da cobertura vegetal em áreas de preservação permanente em Mojuí dos Campos – PA através do NDVI. *SEAF – Revista do Seminário Estadual de Águas e Florestas*, Belém v.1, n. 1., 229 p., 2017. Trabalho apresentado no 5º Seminário Estadual de Águas e Florestas, 2017, [Belém, PA].
- DIAS, L. S. O.; ROCHA, G. A.; BARROS, E. U. A.; MAIA, P. H. P. Utilização do radar interferométrico para delimitação automática de bacias hidrográficas. *Bahia Análise & Dados*, v. 4, n.2, p.265-271, 2004.

- FILHO, D. F. F.; BEZERRA, P. E. S.; PESSOA, F. C. L. A dinâmica da vegetação e suas influências hidroclimáticas no município de Paragominas-PA. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica*, v. 14, n. 1, p. 46-69, 2021.
- FIGLIANO, C. H. U. Análise quantitativa da cobertura vegetal da área de preservação permanente urbana do rio Veado, em Guaçuí-ES, no ano de 2014. *Revista Brasileira de Pesquisas Agrícolas*, v.2, n. 01, 2021.
- GAEDEK, P. S.; LOHMANN, M.; GALVÃO, R. P.; FERREIRA, W. H. K. Sistema de monitoramento aplicado ao uso do solo de áreas de preservação permanentes (APPs) na bacia do rio Pirapó-PR. *Revista Continentes*, [S.I], n. 17, 2020.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Manual Técnico da Vegetação Brasileira*. Rio de Janeiro: IBGE, 1992.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Mapa de Vegetação do Estado de Rondônia*. 1 ed. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais: IBGE, 2006.
- LIMA, W. P. Floresta natural protege e estabiliza recursos hídricos. *Visão Agrícola*, v. 1, n. 4, p.30-33, 2005.
- MATIELLO, S.; CERRI, F.; PAGANI, C. P.; LIMA, J. S. O uso do geoprocessamento para delimitação e análise das áreas de preservação permanente de um córrego em nova Mutum Paraná – RO. *Revista Presença Geográfica*, v.1, n. 1, p. 40-50, 2017.
- MELO, B. M. D.; MIRANDA, P. R. S.; GONÇALVES, T. S.; ASSIS, A. L.; CABACINHA, C. D.; MARCATTI, G. E.; CASTRO, R. V. O.; JÚNIOR, C. A. A. Análise temporal do NDVI como ferramenta para o planejamento do ecoturismo na APA do Rio Pandeiros, norte de Minas Gerais. *Caderno de Ciências Agrárias*, v.11, p. 1-9, 2019.
- MENDONÇA, A. G. Diagnóstico ambiental da microbacia do igarapé Nazaré (Rondônia): subsídios para o enquadramento. *Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Fundação Universidade Federal de Rondônia, Ji-Paraná, 2020*.
- MENDONÇA, A. G.; LAUREANO, J. J.; COSTA, I. D.; LOPES, D. S.; SOUSA, L. M.; LIMA, T. O.; ROSA, A. L. D.; NASCIMENTO, E. L. Uso e ocupação do solo da microbacia do Igarapé Nazaré, Ji-Paraná, Rondônia: subsídios para o enquadramento. *Gaia Scientia*, v.14, n. 3, p. 189-209, 2020.
- OLIVEIRA, G. L. X.; COUTINHO, B. A.; CICALISE, B. G. G.; AOKI, C. Florística da mata ciliar do rio Aquidauana (MS): subsídios à restauração de áreas degradadas. *Oecologia Australis*, v. 23, n. 4, p. 812-828, 2019.
- REZENDE, G. B. M.; ARAÚJO, S. M. S. As cidades e as águas: ocupações urbanas nas margens de Rios. *Revista de Geografia*, Recife, v.33, n. 2, p. 119-135, 2016.
- RIBEIRO, G. N.; FRANCISCO, P. R. M.; NETO, J. M. M.; ARAGÃO, K. P. Análise temporal da vegetação de Caatinga utilizando NDVI. *Revista Educação Agrícola Superior*, v. 29, n. 1, p. 3-6, 2014.
- ROUSE, J. W., HAAS, R. H., SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In: *Third ERTS Symposium, NASA*, p. 309-317, 1973.
- SANTOS, G. T.; SILVA, R. C.; KUROKI, L. Y.; SOUSA, J. A. P.; LOPES, E. R. N.; SOUZA, J. C.; LOURENÇO, R. W. SIG e índice de vegetação aplicados a análise ambiental de um trecho de APPs da bacia do rio Pirajibú-Mirim, Sorocaba, São Paulo. In: *Simpósio Brasileiro de Geomática – SBG, 4., 2017, Presidente Prudente. Anais [...]. Presidente Prudente: [S.I], 2017, p. 161-167*.
- SILVA, D. P. P.; ANDRADE, N. L. R.; WEBLER, A. D. Qualidade da água de nascentes urbanas: estudo de caso em microbacia Amazônica, município de Ji-Paraná/RO. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 10, n. 3, p. 90-102, 2019.
- SOBRINHO, T. A.; OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B.; AYRES, F. M. Delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados SRTM. *Engenharia Agrícola*, v.30, n.1, p. 46-57, 2010.
- TAGLIARI, P. D.; BAPTISTA, G. M. M. Monitoramento de áreas de preservação permanente (APP) interceptadas pela ferrovia norte-sul em um trecho do estado de Goiás/Brasil, por meio de dados de sensoriamento remoto. *Revista Brasileira de Geomática*, Curitiba, v. 8, n. 3, p. 181-201, 2020.
- TERAMOTO, E. H.; BENJUMEA, M. T.; GONÇALVES, R. D.; KIANG, C. H. Séries temporais do índice NDVI na avaliação do comportamento sazonal do aquífero Rio Claro. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 70, n. 3, p. 1135-1157, 2018.

