



Novos Cadernos NAEA

v. 26, n. 1 • jan-abr. 2023 • ISSN 1516-6481/2179-7536



ANÁLISE MULTITEMPORAL DA PERDA DE VEGETAÇÃO NA BACIA DO IGARAPÉ BELMONT, PORTO VELHO – RO

MULTITEMPORAL ANALYSIS OF VEGETATION LOSS IN THE IGARAPÉ BELMONT WATERSHED, PORTO VELHO – RO

Lídia Bruna Teles Gonzaga  

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO)

Fernanda Bay Hurtado  

Universidade Federal de Rondônia (UNIR)

RESUMO

A alteração da paisagem causada pelo homem ocasiona vários impactos negativos ao meio ambiente, como poluição das águas e solo, diminuição da flora e fauna, e a aplicação de indicadores de sustentabilidade ambiental como o Índice de Transformação Antrópica (ITA) ajuda a mensurar essas alterações. Deste modo, objetivou-se analisar as modificações da vegetação e o ITA na bacia do Igarapé Belmont no recorte temporal de trinta e quatro anos: 1985, 1989, 1999, 2009 e 2019. Os resultados indicaram, para o período inteiro, diminuição nos percentuais das classes: 16,08% de floresta, 8,29% de agropecuária, 1,41% de queimadas; aumento de 25,83% de área urbanizada; também se verificou que o ITA médio para a bacia aumentou de 4,47 para 5,88, passando de regular para degradada. Assim sendo, evidenciou-se a supressão da floresta pela agropecuária, e a agropecuária pela área urbana e consequente transformação antrópica, fragilizando os sistemas bióticos e abióticos.

Palavras-chave: Índice de Transformação Antrópica. Pressão. Geotecnologias. Bacia hidrográfica do rio Machado.

ABSTRACT

The alteration of the landscape caused by humans leads to various negative impacts on the environment, such as water and soil pollution, reduction of flora and fauna, and the application of environmental sustainability indicators such as the Anthropogenic Transformation Index (ITA) helps to measure these changes. Thus, the objective was to analyze the changes in vegetation and ITA in the Igarapé Belmont basin in a temporal range of thirty-four years: 1985, 1989, 1999, 2009 and 2019. The results indicated, for the entire period, a decrease in the percentages of forest (16.08%), agriculture (8.29%), and burning (1.41%); an increase in urbanized area (25.83%); and an increase in the average ITA for the basin from 4.47 to 5.88, changing from regular to degraded. Thus, the suppression of the forest by agriculture and the agriculture by the urban area and consequent anthropogenic transformation were evidenced, weakening the biotic and abiotic systems.

Keywords: Anthropic Transformation Index. Pressure. Geotechnologies. Machado river hydrographic basin.

1 INTRODUÇÃO

O desmatamento na Amazônia vem sendo causado por fatores antrópicos relacionados aos processos produtivos, tais como: expansão do sistema de produção agrícola, pecuária, produção de madeira, produção de carvão mineral, atividades de mineração, expansão urbana, construção de estradas, barragens e hidrelétricas (BARROS *et al.*, 2021). Essas ações vêm apresentando uma série de consequências ou impactos ambientais, como: extinção de animais e plantas; mudanças climáticas locais, regionais e globais; assoreamento ou extinção de corpos d'água; degradação dos solos; alteração no ciclo hidrológico da região, alterando a frequência das secas e inundações (SEIFFERT, 2014).

A fim de evitar esse desequilíbrio causado pelas ações antrópicas, a manutenção das florestas é fundamental, para manter os ecossistemas naturais equilibrados (SEIFFERT, 2014). Com isso, no Brasil, surgiram leis, normas e regulamentos ao longo dos anos, um desses é a Lei nº 9.985/2000 (BRASIL, 2000) que estabelece diretrizes para a criação de Unidades de conservação.

Segundo dados do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC), nas últimas três décadas aumentou o número de unidades de conservação (UC) no Brasil. Nesse cenário, em 1989, foi criado o Parque Natural Municipal de Porto Velho, sendo uma das duas unidades de conservação municipal criadas no Estado de Rondônia. Atualmente, o Estado possui 60 unidades de conservação, 20 federais e 38 estaduais (BRASIL, 2019).

O PNMPV é popularmente conhecido como Parque Ecológico, foi criado na área do Projeto Fundiário Alto Madeira, Gleba Belmont (Decreto Municipal nº 3.818, de 27 de dezembro de 1989), com área total de 390,821 hectares (SILVA *et al.*, 2021), o qual está localizado na bacia do igarapé Belmont e bacia hidrográfica do rio Madeira.

O município de Porto Velho apresenta tendência de aumento do desmatamento, com taxas de 193,36 km² para 309,69 km², nos anos de 2012 e 2013, respectivamente, com queda em 2014 para 220,19 km², porém em 2015 voltou a subir, com taxa de 285,25 km², esse aumento pode ter sido efeito da construção das usinas hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau, no município (BRASIL, 2018).

Sabendo da importância das florestas nativas para o provimento dos serviços ambientais relacionados a preservação da flora, fauna e manutenção dos recursos hídricos, com o auxílio de geotecnologias, objetivou identificar

o nível de antropização da vegetação na bacia do igarapé Belmont, a qual engloba o PNMPV entre os anos de 1985 a 2019, por meio do Índice de Transformação Antrópica (ITA).

O ITA foi desenvolvido por Lèmechev (1982) aplicado por Mateo (1984), Nogueira et al. (2005), Teixeira e Cruz (2005) e Richter (2004), em estudos geoecológicos, com o objetivo de quantificar a pressão antrópica sobre unidades de paisagem.

Para melhor compreensão e análise da paisagem, estão sendo utilizadas nos últimos anos as tecnologias de análise multitemporais com o uso do Sensoriamento Remoto. Essa tecnologia pode ser utilizada para interpretar e monitorar áreas desflorestadas, entender a dinâmica do uso e ocupação do solo, e ainda utilizada como instrumento de monitoramento de UCs. Sendo importante para tomadas de decisões nas políticas públicas, como medidas de cessar a tendência a degradação pela ação antrópica (MIRANDA; NEVES; RAMOS, 2019).

Diante da importância das unidades de conservação em áreas urbanas como um espaço com função ecológica, paisagística e recreativa para a melhoria da qualidade ambiental das cidades, é necessário analisar como se encontra a dinâmica de uso e ocupação do seu entorno, deste modo, este trabalho objetivou analisar as modificações da vegetação na bacia do igarapé Belmont, com o uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG), na série histórica que compõe os anos de 1985, 1989, 1999, 2009 e 2019, para o cálculo do Índice de Transformação Antrópica (ITA).

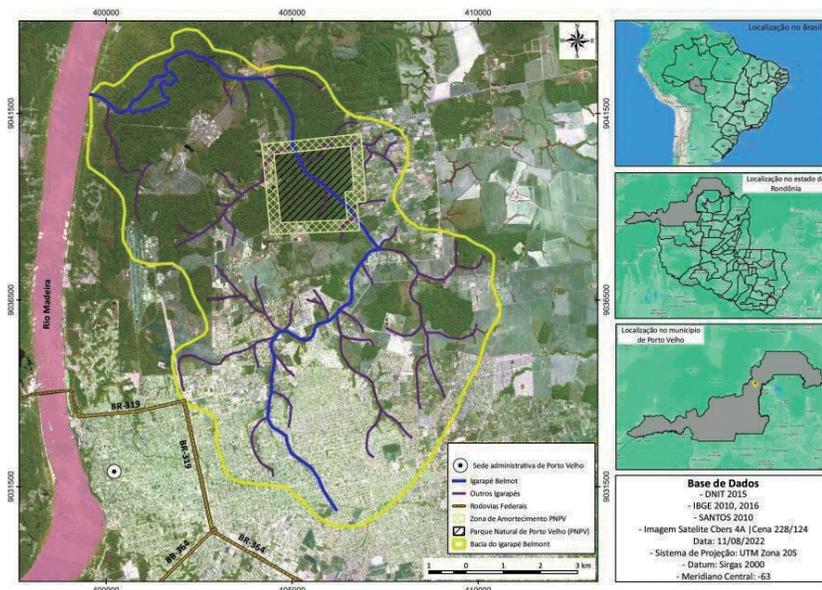
2 MATERIAIS E MÉTODO

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi conduzido na bacia do igarapé Belmont, esse igarapé é afluente na margem direita da bacia hidrográfica do Rio Madeira, localizado no Município de Porto Velho (RO) entre as coordenadas 08°39'02" S e 08°46'12" S; 63°48'41" O e 63° 54'48, com área de 8.761,34 hectares. As nascentes principais do igarapé Belmont estão incorporadas ao perímetro urbano, áreas descaracterizadas pela terraplanagem ou pavimentação, causando o estreitamento dos canais (PORTO VELHO, 2012).

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da bacia, localizada na cidade de Porto Velho está submetido ao grupo de clima tropical chuvoso com o tipo Am. Caracterizado como tropical úmido, com elevados índices pluviométricos e um breve período de estiagem (BASTOS; SÁ DINIZ, 1982).

Figura 1 – Mapa de localização da bacia hidrográfica do Igarapé Belmont



Fonte: Organizado pelas autoras (2021).

O PNMPV situa-se ao norte da Capital do Estado (Porto Velho), a cerca de 7 km do perímetro urbano e a 15 km do centro da cidade, atualmente está associado à área vizinha da Colônia Penal Ênio Pinheiro e a outras áreas particulares, constitui a “última mancha verde” de dimensões significativas (cerca de 2.000 hectares) na área do Projeto Fundiário Alto Madeira, entre a área urbana de Porto Velho e o rio Madeira (SILVA *et al.*, 2021).

2.2 ANÁLISE MULTIEMPORAL

Estudos sobre as mudanças na cobertura vegetal baseiam-se frequentemente, no método de avaliação espaço-temporal (PESSOA *et al.*, 2013). Como material foram processadas as imagens dos satélites Landsat 5, sensor TM (*Thematic Mapper*) e Landsat 8, sensor OLI (*Operational Land Imager*), sendo:

- Landsat 5 sensores TM, para os anos de 1985, 1989, 1999 e 2009, com 4 bandas espectrais, sendo a banda 3 (vermelho); banda 2 (verde), banda 4 (infravermelho próximo) e banda 7 (infravermelho médio). Foram utilizadas as seguintes combinações de cores: cores naturais simuladas RGB 7,4,2; e infravermelho RGB 4,3,2.

- Landsat 8 sensores OLI, para o ano de 2019, com 4 bandas espectrais, sendo a banda 3 (verde), banda 4 (vermelha), banda 5 (infravermelho próximo) e banda 7 (infravermelho médio). Foram utilizadas as seguintes combinações de cores: cores naturais simuladas RGB 7, 5, 3; e infravermelho RGB 5, 4, 3.

As imagens fazem parte do banco de imagens do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS -*United States Geological Survey*), disponibilizadas pelo EARTH EXPLORE.

Utilizou-se também o mapa vetorial da delimitação da bacia do Igarapé Belmont, na escala de 1:25.000 realizada por Santos e Ferreira (2010), no sistema de projeção de coordenadas UTM e Datum SIRGAS 2000, Zona 20 Sul, Meridiano Central 63°.

A ferramenta de Classificação Supervisionada de imagens foi realizada com auxílio do software ARCGIS versão 10.6 com o algoritmo Máxima Verossimilhança (MAXVER SUPERV).

2.3 OBTENÇÃO DO MAPA DE COBERTURA DA TERRA

As imagens foram adquiridas no mesmo período sazonal do ano (período seco), no mês de julho, período em que ocorre menor presença de nuvens. Foi criado um *Buffer* de 300 metros do perímetro do PNMPV, denominado de zona de amortecimento.

Para a classificação do uso e cobertura da terra na área da bacia do Igarapé Belmont, utilizou-se da escala de 1:70.000, definida por interpretação visual pela resolução espacial e tamanho dos pixels da imagem utilizada.

Nas imagens foram realizadas a composição colorida RGB (cor natural simulada), mediante a composição de cor natural, em seguida a composição NIR (infravermelho próximo) para a coleta de amostras das classes para subsidiar a classificação.

Foram realizados dois recortes, sendo um para a composição colorida RGB e outra para composição NIR (infravermelho próximo) a partir do perímetro da bacia do Igarapé Belmont.

Para a classificação foram realizadas as coletas de amostras dos pixels para cada classe temática, a ser classificada pelo algoritmo da classificação por máxima verossimilhança, a partir do software ARCGIS 10.6., nesta etapa foram coletadas amostras de cinco classes distintas identificadas na imagem, limitadas pela sua resolução, estas foram divididas nas seguintes categorias: uso agropecuário; área urbana; áreas de queimadas; floresta e corpos d'água (Tabela 1).

Tabela 1 – Classes de Cobertura das Terras

| Classes | Descrição |
|--------------------|---|
| Área Urbanizada | Áreas antropizadas para construções e edificações urbanas. |
| Agropecuária | Áreas antropizadas para uso de atividades agrossilvipastoris, como pastagens para pecuária e plantios de culturas para agricultura. |
| Áreas de Queimadas | Áreas de conversão da vegetação para uso do solo através de um processo de degradação florestal por queimadas. |
| Floresta | Áreas de maciços florestais que representam remanescentes de vegetação nativa. |
| Corpos D'água | Rios e Igarapés. |

Fonte: Organizado pelas autoras (2021).

Em seguida aplicou-se a classificação sobre a imagem na composição NIR e realizou-se a filtragem a partir do ARCGIS 10.6. através da ferramenta *Majority Filter*, que consiste em remover pixels isolados ou ruídos da imagem *raster* classificada, com o objetivo de melhorar e suavizar a classificação.

A partir das classes Tabela 2 geraram-se os mapas temáticos finais, com a extração quantitativa das áreas de cada classe temática na série histórica.

A confecção dos mapas temáticos e cartas-imagens foram elaborados a partir do software ARCGIS 10.6, com dados vetoriais do IBGE (2010, 2016), Santos e Ferreira (2010), USGS (1985, 1989, 1999, 2009, 2019) e SEDAM (2002).

A fim de verificar a confiabilidade dos mapas de cobertura da terra para a série histórica, foi gerada a matriz de confusão e calculado o índice Kappa. Foram selecionados 15 pontos de amostras para cada classe da imagem.

A matriz de confusão oferece uma medida efetiva do modelo de classificação, ao mostrar o número de classificações corretas versus as classificações preditas para cada classe.

O índice Kappa corresponde à razão entre a soma da diagonal principal da matriz de erros e a soma de todos os elementos dessa matriz, representada pelo número total da amostra, tendo como referência o número total de classes, considerando assim a proporção de amostras corretamente classificadas (SCHMIDT *et al.*, 2016). O índice Kappa é calculado por meio da equação (1).

$$K = \frac{N \sum_{c=l} X_{cl} - \sum_{cl=A}^U (X_c \times X_l)}{N^2 - \sum_{cl=A}^U (X_c \times X_l)} \quad (1)$$

Onde:

K = coeficiente Kappa de concordância;

N = número de observações (pontos amostrais);

X_{cl} = observações na linha i e coluna j, respectivamente;

X_l = linha;

X_c = coluna.

O valor do índice Kappa varia de 0 a 1, sendo tanto mais preciso quanto mais próximo de 1 estiver. Valores superiores a 0,75 são considerados adequados, pois possuem concordância elevada (FERNANDES, 2009).

2.4 ÍNDICE DE TRANSFORMAÇÃO ANTRÓPICA (ITA)

A avaliação do Índice de Transformação Antrópica foi calculada a partir das classes temáticas do mapa de uso e cobertura da terra, essas classes receberam um peso que variou de 1 a 10, em que o menor valor indica menor pressão antrópica e, o maior valor, significa uma maior pressão antrópica (GOUVEIA; GALVANIN; NEVES, 2013; RODRIGUES *et al.*, 2014). O cálculo foi aferido a partir dos valores de área em percentagem (%) de cada classe temática pela equação (2):

$$ITA = \sum \frac{(\% \text{ uso} \times \text{peso})}{100} \quad (2)$$

Onde:

Uso = área em valores percentuais da classe de uso da terra e cobertura vegetal;

Peso = peso dado aos diferentes tipos de uso e cobertura quanto ao grau de alteração antrópica, que varia de 1 a 10, em que 10 indica as maiores pressões.

Os valores dos pesos atribuídos para cada classe, seguiram o que menciona Mateo (1984) em seu trabalho, onde cada classe apresenta um peso segundo os conhecimentos que o autor tem sobre elas em relação ao grau de antropização (RODRIGUES *et al.*, 2014). Para corroborar com os pesos definidos, foram consultados alguns autores, apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Pesos do Índice de transformação antrópica estabelecido por alguns autores

| CLASSES (PESOS) | | | | | |
|----------------------------------|-----------------|---------------|--------------------|----------|---------------|
| AUTORES | Área Urbanizada | Agropecuária* | Áreas de Queimadas | Floresta | Corpos D'água |
| Rocha e Cruz (2009) | 8,2*** | 5,1**** | - | 1 | 1 |
| Gouveia, Galvanin e Neves (2013) | - | 6,6** | - | 1 | 2 |
| Rodrigues <i>et al.</i> (2014) | 9,7 | 6,2** | - | 1 | 1 |
| Almeida e Vieira (2019) | - | 9 | - | 1 | - |
| Miranda, Neves e Ramos (2019) | 9,7 | 7** | - | 1 | 2 |

* Agropecuária = agricultura e pastagem - ** Média agricultura e pastagem - *** Média das áreas urbanas - **** Pastagem

Fonte: Organizado pelas autoras (2021).

As queimadas não foram apresentadas pelos autores da Tabela 3, porém são importantes na análise da transformação antrópica, pois são originadas geralmente pela ação humana, com o objetivo de limpar pastos, abrir frente para agricultura e urbanização, afetando os ecossistemas (MIRANDA *et al.*, 2018), utilizando-se assim o peso 7,0 para queimadas, conforme proposto por Galvanin *et al.* (2018).

Levando em conta o que foi mencionado, segue a Tabela 3, com os pesos de cada classe de uso da terra para classificação do ITA.

Tabela 3 – Pesos das classes de uso da terra para classificação do ITA

| Classes | Pesos |
|--------------------|-------|
| Área Urbanizada | 9,0 |
| Agropecuária | 7,5 |
| Áreas de Queimadas | 7,0 |
| Floresta | 1 |
| Corpos D'água | 1 |

Fonte: Organizado pelas autoras (2021).

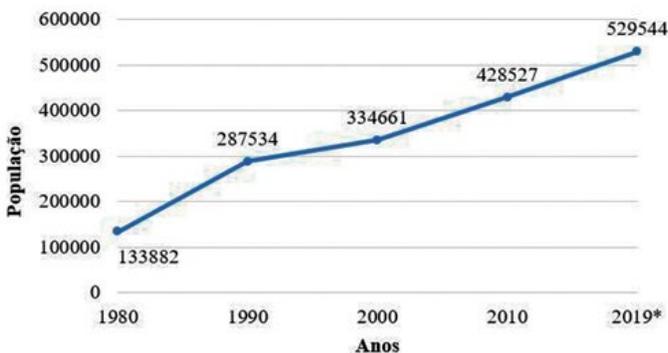
Os valores obtidos pela classificação do ITA são uma avaliação quantitativa da ação antrópica, os autores Cruz *et al.* (1998) apresentam uma avaliação qualitativa, pelo método de quartis, onde:

- 0 – 2,5 → pouco degradada
- 2,5 – 5 → regular
- 5 – 7,5 → degradada
- 7,5 – 10 → muito degradada.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O município de Porto Velho, o mais populoso de Rondônia, possui, segundo estimativa do IBGE para 2020, uma população de 529.544 habitantes, em ascensão populacional (Figura 2) desde os anos 1970, com a política federal de colonização da Amazônia (PORTO VELHO, 2018).

Figura 2 – Evolução Populacional do Município de Porto Velho entre 1980 e 2019



Fonte: Elaborado pelas autoras com base em IBGE (2019).

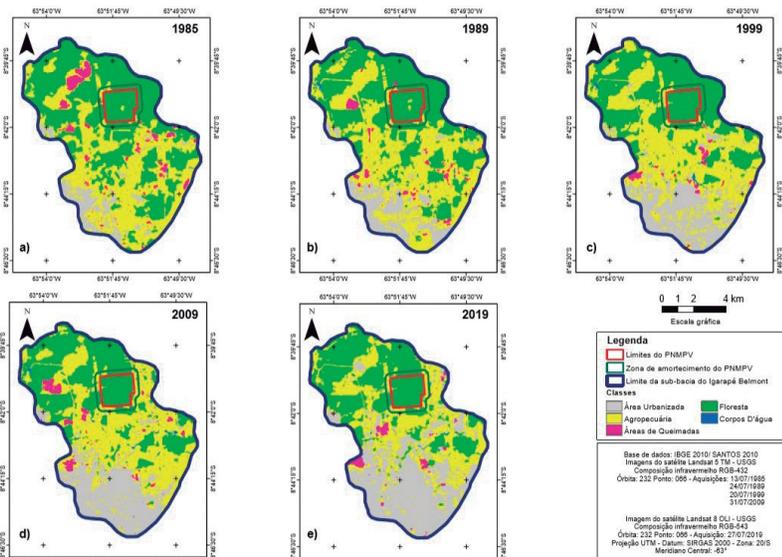
O mapeamento e uso do solo da bacia do Igarapé Belmont é apresentado na Figura 3, e apresenta a diversidade de uso e cobertura da terra no ano de 2019, com a predominância da área urbana na bacia, localizada na região sul. Em 1985, ano que antecedeu a criação do PNMPV, a classe predominante ao norte da bacia era a floresta, correspondendo a 47,99% da área.

Para o ano de 1985, anterior à criação do PNMPV, os valores mais representativos eram floresta com 47,99 % e agropecuária com 40,65 % (Figura 3), a mata ainda se mantinha em destaque, apesar de apresentar uma área considerada significativa para uso agropecuário.

Em 1989, o ano de criação do PNMPV (PORTO VELHO, 1989), observou-se no entorno do parque o aumento em 4 % das áreas agropecuárias, a diminuição em 6% das áreas de floresta e o aumento em 4 % da área urbanizada. Esta ocupação de área ocorreu principalmente na porção leste do entorno do parque (Figura 3).

Um elemento que sofreu considerável modificação no período de 10 anos (1989 – 1999) foi o aumento da área urbanizada em aproximadamente 9% (Figura 3), esse aumento de urbanização do entorno do parque está correlacionada com a urbanização desorganizada que surge como consequência do fracionamento de grandes propriedades rurais em chácaras ou lotes que desperta interesse da população urbana, uma vez que tais locais são considerados refúgios para finais de semana, feriados prolongados e férias (GASPARIM, 2018).

Figura 3 – Distribuição das classes temáticas da área de estudo: 1985, 1989, 1999, 2009 e 2019



Fonte: Organizado pelas autoras, 2021.

Percebe-se na Figura 3, no ano de 2009, que a região leste da unidade de conservação foi ocupada pelo uso agropecuário, atividade que invadiu a zona de amortecimento do PNMPV, essa invasão continuou até os anos de 2019 (Figura 3), sendo possível notar, também, que a ação antrópica ultrapassou os limites do PNMPV.

Estudo realizado por Felix, Leão e Coelho (2014) identificaram 13,64 % de supressão da vegetação do PNMPV e que no seu entorno houve um aumento expressivo do desmatamento na região leste. Esse estudo corrobora os resultados obtidos na atualidade, principalmente no que se refere ao desmatamento da região leste do entorno do PNMPV (Figuras 3).

Segundo Santos, Justina e Ferreira (2013), esta bacia possui tendência a expansão para área jusante do Igarapé, classificada como área semirrural, com deficiência de estudos geoambientais em escala de detalhe.

A expansão urbana se justifica pelo crescimento demográfico da Cidade de Porto Velho, principal fator que compromete a conservação da área do entorno do Parque, uma vez que não há uma legislação específica que garanta a proteção dessas áreas, o que leva a grande probabilidade de interferência nos processos ecológicos do PNMPV, seja pela supressão da vegetação natural e assoreamento das áreas de várzea (RODRIGUES; LOPES; LOURENÇO, 2019).

A redução de floresta na bacia foi maior entre os anos de 1985 e 1989 passou de 47,99% para 41,54%, uma redução de 6,45% da sua área (Tabela 3), e menor entre os anos de 2009 a 2019, passou de 32,63% para 31,91%, uma redução de 0,72%. Nestes últimos anos (2009 a 2019) a agropecuária deu lugar a urbanização, tendo redução de área de 8,79% com aumento da área urbanizada em 10,18%. Esse fato pode ter sido ocasionado pela expansão da população para as áreas próximas a região urbana, pois em 2008 ocorreu ascensão populacional devido a implantação das usinas hidrelétricas (PORTO VELHO, 2018).

Esses resultados demonstram que o papel do município (governo local) vai além da sua participação institucional em arenas públicas, devendo ser o viabilizador para participação da sociedade civil do município e do entorno do PNMPV, já que os impactos ambientais não são restritos a uma área demarcada, o entorno influencia e é influenciado (SANTOS; SIMONIAN; BASTOS, 2022).

Tabela 4 – Resultados das classes de uso da terra da bacia do igarapé Belmont entre os anos de 1985 a 2019

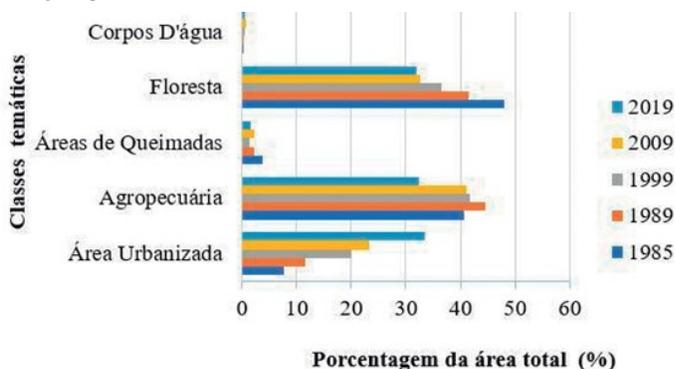
| CLASSE (Área em %) | 1985 | 1989 | 1999 | 2009 | 2019 |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Área Urbanizada | 7,61 | 11,49 | 20,01 | 23,26 | 33,44 |
| Agropecuária | 40,65 | 44,49 | 41,64 | 41,15 | 32,36 |
| Áreas de Queimadas | 3,67 | 2,13 | 1,42 | 2,26 | 1,69 |
| Floresta | 47,99 | 41,54 | 36,46 | 32,63 | 31,91 |
| Corpos D'água | 0,09 | 0,36 | 0,47 | 0,69 | 0,6 |

Fonte: Organizado pelas autoras, 2021.

A Figura 4 apresenta informações quantitativas da dinâmica espaço-temporal das classes temáticas contidas na Tabela 4, percebe-se que à medida que a área urbana evoluiu linearmente com o passar dos anos, a floresta diminuiu linearmente na sua área.

Rodrigues, Lopes e Lourenço (2019) ressaltam que é importante considerar as atividades antrópicas no entorno das áreas verdes, pois estas trazem consequências negativas, tanto para o desenvolvimento natural dessas áreas, como para as funções socioambientais atribuídas a elas.

Figura 4 – Área ocupada pelas classes temáticas entre os anos de 1985 a 2019 na bacia igarapé Belmont



Fonte: Organizado pelas autoras, 2021.

O cálculo do índice de transformação antrópica (ITA) apresentado na Tabela 5, da bacia do Igarapé Belmont dos anos de 1985 e 1989, permitiu classificá-la qualitativamente, conforme a classificação de Cruz *et al.* (1998), como regular. Já nos anos 1999, 2009 e 2019 esse índice aumentou, e a da bacia pôde ser classificada como degradada, a categoria que mais influenciou para esse aumento do ITA foi a Área Urbanizada.

Tabela 5 – Resultados do índice de transformação antrópica para os anos de 1985, 1989, 1999, 2009 e 2019

| CLASSE | PESOS | ITA - ANOS | | | | |
|--------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 1985 | 1989 | 1999 | 2009 | 2019 |
| Área Urbanizada | 9 | 0,68 | 1,03 | 1,80 | 2,09 | 3,01 |
| Agropecuária | 7,5 | 3,05 | 3,34 | 3,12 | 3,09 | 2,43 |
| Áreas de Queimadas | 7 | 0,26 | 0,15 | 0,10 | 0,16 | 0,12 |
| Floresta | 1 | 0,48 | 0,42 | 0,36 | 0,33 | 0,32 |
| Corpos D'água | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 |
| | Total | 4,47 | 4,94 | 5,39 | 5,67 | 5,88 |

Fonte: Organizado pelas autoras, 2021.

A bacia do Igarapé Belmont, que abrange o PNMPV, não possui diretriz estabelecida de uso e cobertura da terra no Plano Diretor Municipal de Porto Velho (Lei Complementar nº 838, de 04 de fevereiro de 2021) (PORTO VELHO, 2021), no entanto verifica-se que ocorre um processo degradativo constante, como demonstrado pelos ITAs calculados, uma vez esta área já era ocupada por atividades anteriores à criação da unidade de conservação, desde sua criação em 1989, (Tabela 3). Assim, deve existir um equilíbrio entre os interesses do poder público, representado pelo município, dos proprietários das áreas do entorno do PNMPV e também dos munícipes que o utilizam para lazer.

4 CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou as mudanças ocorridas na paisagem da bacia hidrográfica do Igarapé Belmont ao longo de 30 anos, com destaque para a diminuição da cobertura vegetal, atualmente, em 31,91% da área da bacia, com 67,49% da área ocupada por atividades antrópicas até 2019. A unidade de conservação inserida na bacia apresentou uma invasão, ao longo dos anos, nos limites do seu perímetro.

A aplicação do ITA permitiu fazer uma análise qualitativa do nível de degradação ambiental causada pela ação antrópica, de acordo com o uso da terra, passou, então, de regular em 1985 para degradada em 1999, com a degradação em ascensão até 2019, decorrente das ações antrópicas, associadas à expansão da área urbana, que constituem atividades que impactam negativamente a paisagem. Dessa forma, conclui-se que a bacia hidrográfica do Igarapé Belmont possui uma área verde, o PNMPV, de extrema importância para o município de Porto Velho-RO, para manter a qualidade ambiental e manter a sustentabilidade dos mananciais hídricos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. S.; VIEIRA, I. C. G. Transformações antrópicas da paisagem agrícola com palma de óleo no Pará. *Revista Novos Cadernos NAEA*, Belém, v. 22, n. 2, p. 9-26, 2019.
- BARROS, G. B; BEZERRA, L. T.; BARBOSA, D. M.; SILVA, A. F. V. DA; ROMEIRO, A. L.M.; ARAÚJO, E. S. Mecanismos causadores de pressão e impacto ambiental sobre os ecossistemas e florestas nativas. *In: OLIVEIRA, R. J. (ed.). Silvicultura e manejo florestal: técnicas de utilização e conservação da natureza*. Rio de Janeiro: Editora Científica LTDA, 2021. v. 2. p. 233 -252.

BASTOS, T. X.; SÁ DINIZ, T. D. A. Avaliação do clima do estado de Rondônia para desenvolvimento agrícola. EMBRAPA-CPATU. **Boletim de Pesquisa nº44**, Belém, Embrapa, 1982. 28 p.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2000]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: 02 abr. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Mudança do Clima e Florestas. Departamento de Florestas e Combate ao Desmatamento. **Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado (PPCerrado) e Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm): fase 2016-2020**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2018. 172 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC): painel de Unidades de Conservação Brasileiras. **Ministério do Meio Ambiente**, Brasília, DF, 2019. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiMDNmZTA5Y2ItNmFkMy00Njk2LWl4YjYtZDJlbnZkOGM5NWQ4IiwidCI6IjJmY2ZmE5LTNmOTMtNGJiMS05ODMwLTZyNDY3NTJmMDNINCIslmMiOjF9>. Acesso em: 10 jan. 2019.

CRUZ, C. B. M.; TEIXEIRA, A. J. A.; BARROS, R. S.; ARGENTO, M. S. F.; MAYR, L. M.; MENEZES, P. M. L. Carga Antrópica da Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO*, 9., 1998, São José dos Campos. **Anais [...]**. São José dos Campos: INPE, 1998. p. 99-109.

FELIX, A. R. S.; LEÃO, J. H. S.; COELHOS, L. I. G. Análise da evolução do desmatamento do parque natural de Porto Velho/RO, com o uso de geotecnologias. **Revista Farociência**, Porto Velho, v. 1, p. 192-197, 2014.

FERNANDES, M. M. **Valoração dos serviços ambientais da Floresta de Mata Atlântica associados a qualidade e quantidade da Água na APA do Sana**. 2009. 116 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência Do Solo) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009.

GALVANIN, E. A. S.; NEVES, S. M. A. S.; CRUZ, C. B. M.; VICENS, R. S. Pantanal de Cáceres (Mato Grosso): uma análise temporal das pressões antrópicas do uso da terra. *In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL*, 7., 2018, Jardim, MS. **Anais [...]**. Jardim, MS: Embrapa Informática Agropecuária: INPE, 2018. p. 913-920.

GASPARIN, M. A. **A regularização fundiária de imóveis urbanos fracionados em chácaras ou pequenos loteamentos informais**. 2018. 96 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Direito) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

GOUVEIA, R. G. L.; GALVANIN, E. A. S.; NEVES, S. M. A. S. Aplicação do índice de Transformação Antrópica, na análise multitemporal da Bacia do Córrego do Bezerro Vermelho em Tangará da Serra - MT. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 1045-1054, 2013.

IBGE. **Cobertura e do Uso da Terra de Rondônia**. Rio de Janeiro, IBGE, 2010.

IBGE. **Cobertura e do Uso da Terra de Rondônia**. Rio de Janeiro, IBGE, 2016.

IBGE. Cidades: Porto Velho. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/porto-velho/panorama>. Acesso em: 02 dez. 2019.

LÉMECHEV, T. On hydrological heterogeneity catchment morphology and catchment response. **Journal of Hydrology**, [s. l.], v. 100, p. 357-375, 1982.

MATEO, J. **Apuntes de geografía de los paisajes**. Habana: Editora MES, 1984, p. 470.

MIRANDA, M. R. S.; NEVES, S. M. A. S.; RAMOS, A. W. P. Caracterização das unidades de paisagem da bacia hidrográfica do rio Jauru – Mato Grosso, Brasil. **Revista Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 29, n. 58, p. 765-785, 2019.

MIRANDA, M. R. S.; SOUZA, L. F. S.; KREITLOW, J. P.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J. Distribuição de Queimadas e Mudanças na Cobertura Vegetal e Uso da Terra no Bioma Pantanal, Cáceres-Brasil. **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 19, n. 65, p. 91-108, 2018.

NOGUEIRA, C. R.; CRUZ, C. B. M.; AGAREZ, F. V.; VICENS, R. S. Classificação de bacias hidrográficas em tabuleiros costeiros através de indicadores provenientes de sensoriamento remoto—estudo de caso em Linhares e Sooretama, ES. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10., 2005. Foz do Iguaçu, **Anais [...]**. Foz do Iguaçu: INPE, 2005. v. 12, p. 16-21.

PESSOA, S. P. M.; GALVANIN, E. A. S.; KREITLOW, J.P.; NEVES, S. M. A. S.; NUNES, J. R. S.; ZAGO, B. W. Análise espaço-temporal da cobertura vegetal e uso da terra na interbacia do rio Paraguai médio - MT, Brasil. **Revista Árvore**, [s. l.], v. 37, n. 1, p. 119-128, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622013000100013>. Acesso em: 20 mar. 2023.

PORTO VELHO. **Decreto Municipal nº 2.816, de 27 de dezembro de 1989.** Dispõe sobre a autorização legislativa ao município para receber doação de terra de área do INCRA. Porto Velho: Câmara Municipal, [1989]. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/ro/p/porto-velho/lei-ordinaria/2001/144/1444/lei-ordinaria-n-1444-2001-dispoe-sobre-autorizacao-legislativa-ao-municipio-para-receber-doacao-de-area-de-terra-do-incra>. Acesso em: 20 abr. 2022.

PORTO VELHO. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Revisão do Plano de Manejo da Unidade de Conservação Olavo Pires** (Parque Natural do Município de Porto Velho). Porto Velho: SEMA, 2012.

PORTO VELHO. **Revisão do Plano Diretor Participativo do Município de Porto Velho/RO:** produto 3 - diagnóstico consolidado. Porto Velho: Instituto Brasileiro de Administração Municipal, 2018. 489 p. Disponível em: <https://planodiretor.portovelho.ro.gov.br/>. Acesso em: 12 jan. 2023.

PORTO VELHO. **Lei Complementar nº 838, de 4 de fevereiro de 2021.** Dispõe sobre o Plano Diretor Participativo do Município de Porto Velho. Porto Velho: Câmara Municipal, [2021]. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/ro/p/porto-velho/lei-complementar/2021/84/838/lei-complementar-n-838-2021-dispoe-sobre-o-plano-diretor-participativo-do>. Acesso em: 08 mar. 2023.

RICHTER, M. **Geotecnologias no Suporte ao Planejamento e Gestão de Unidades de Conservação Estudo de caso: Parque Nacional do Itatiaia.** 2004. 162 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

ROCHA, S. P.; CRUZ, C. B. M. Aplicação do ITA na análise espaço-temporal do entorno da BR-101 nos municípios de Angra dos Reis e Parati. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO*, 14., 2009, Natal. **Anais [...]**. Natal: SBSR/INPE, 2009. p. 1505-1512.

RODRIGUES, L. C.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J.; GALVANIN, E. A. S.; SILVA, J. S. V. Avaliação do grau de transformação antrópica da paisagem da bacia do rio Queima, Pé, Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro, n. 32, p. 52-64, 2014.

RODRIGUES, F. R.; LOPES, E. R. N.; LOURENÇO, R. W. Análise integral dos impactos urbanos em áreas verdes: uma abordagem em Sorocaba, Brasil. **Ra'ega: o espaço geográfico em análise**, Curitiba, v. 46, n. 2, p. 135-151, 2019.

SANTOS, L. M. S.; FERREIRA, M. M. Avaliação das vertentes da bacia do Igarapé Belmont Porto Velho – RO. **Revista de Geografia**, Londrina, v. 19, n. 2, p. 85-114, 2010.

SANTOS, L. M. S.; JUSTINA, E. E. D.; FERREIRA, M. M. Classificação geoambiental das unidades de relevo da bacia do Igarapé Belmont em Porto Velho – Rondônia. **Revista de Geografia**, Londrina, v. 22, n. 2. p. 25-41, 2013.

SANTOS, F. G. F. P.; SIMONIAN, L. T. L.; BASTOS, R. Z. O papel das unidades de conservação de Ananindeua-PA para a governança municipal. **Novos Cadernos NAEA**, Belém, v. 25, n. 1, p. 169-195, 2022.

SEDAM. **Atlas Geoambiental de Rondônia**. Porto Velho: SEDAM, 2002.

SCHMIDT, M. A. R.; BRESSIANI, J. X.; REIS, P. A.; SALLA, M. R. Evaluation of the performance of image classification methods in the identification of vegetation. **Journal of Urban and Environmental Engineering**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 62-71, 2016.

SEIFFERT, M. E. B. **Gestão ambiental: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2014. 328 p.

SILVA, B. S. F.; TERASSUNI, F. A.; CORAGEM, J. T.; CAMARGO, L. M. A.; LABRUNA, M. B. Observação e caracterização da Altura de Carrapatos em arbustos do Parque Natural Municipal De Porto Velho, Amazônia Ocidental RO. **Saber Científico**, Porto Velho, v. 1, n. 1, p. 118-131, 2021. Disponível em: <http://periodicos.saolucas.edu.br/index.php/resc/article/view/1550/1201>. Acesso em: 08 mar. 2023.

TEIXEIRA, A. J. A.; CRUZ, C. B. M. Classificação de bacias de drenagem com o suporte do sensoriamento remoto e geoprocessamento caso da Baía de Guanabara. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., 2005, Goiânia. **Anais [...]**. Goiânia: SBSR/INPE, 2005. v. 12, p. 16-21.

USGS. Landsat 5 Imagens. Caminho 224, linha 074. Data de captura 15 de julho de 1985 Caminho 224, linha 074. Data de captura 15 de julho de 1985. **Earth Explorer**, [s. l.], 1985. Disponível em: [http:// earthexplorer.usgs.gov/](http://earthexplorer.usgs.gov/). Acesso em: 15 nov. 2019.

USGS. Landsat 5 Images. Caminho 224, linha 074. Data de captura 10 de julho de 1989. Caminho 224, linha 074. Data de captura 06 de julho de 1989. **Earth Explorer**, [s. l.], 1989. Disponível em: <http:// earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 15 nov. 2019.

USGS. Landsat 5 Images. Caminho 224, linha 074. Data de captura 23 de julho de 1999. Caminho 224, linha 074. **Earth Explorer**, [s. l.], 1999. Disponível em: [http:// earthexplorer.usgs.gov/](http://earthexplorer.usgs.gov/). Acesso em: 15 nov. 2019.

USGS. Landsat 5 Images. Caminho 224, linha 074. Data de captura 13 de julho 2009. **Earth Explorer**, [s. l.], 2009. Disponível em: [http:// earthexplorer.usgs.gov/](http://earthexplorer.usgs.gov/). Acesso em: 15 nov. 2019.

USGS. Landsat 8 Images. Caminho 224, linha 074. Data de captura 18 de julho 2019. **Earth Explorer**, [s. l.], 2019. Disponível em: [http:// earthexplorer.usgs.gov/](http://earthexplorer.usgs.gov/). Acesso em: 15 nov. 2019.

Submissão: 20/05/2022 • Aprovação: 29/03/2023