

DINÂMICA TEMPORO-ESPACIAL DA COBERTURA DA TERRA NA ÁREA DE MANANCIAL DE GUARAPUAVA, PARANÁ

Leandro Redin Vestena¹
Rebeka Aparecida Almeida dos Santos²
Maurício Camargo Filho³

Resumo: O presente trabalho apresenta os resultados de pesquisa avaliativa da dinâmica temporo-espacial da cobertura da terra na bacia do rio das Pedras, manancial de abastecimento da cidade de Guarapuava, Paraná, entre os anos de 2002 e 2018. Sabidamente o volume e qualidade da água de um rio depende do tipo e formas de manejo da cobertura da terra de sua área de drenagem. O trabalho avaliativo, proposto, foi desenvolvido a partir de dados espaciais obtidos por levantamentos aerofotogramétricos, realizados nos anos de 2002 e 2018. A interpretação das classes de cobertura da terra foi elaborada com o uso de técnicas de fotointerpretação (SIG) e reconhecimento em campo. Os resultados demonstraram expansão de áreas associadas a atividades de extração florestal (reflorestamento/florestamento), agrícola (agricultura comercial e mecanizada) e pecuária (campo) em detrimento da redução de áreas com vegetação arbustiva (capoeira) e destinadas a agricultura tradicional.

Palavras-chave: Qualidade ambiental. Ecossistemas. Recursos hídricos. Meio ambiente. Geoprocessamento.

TEMPORAL AND SPATIAL DYNAMICS OF LAND COVER IN THE HEADWATER AREA OF GUARAPUAVA, PARANÁ

Abstract: This article presents the results of evaluative research on the temporal and spatial dynamics of land cover in the headwater area of the city of Guarapuava, Paraná, between 2002 and 2018. The River Pedras basin is Guarapuava's headwater area and water quality depends on the type and forms of land cover management. This research was developed from spatial data obtained by aerial photogrammetric surveys, carried out in the years 2002 and 2018. Interpretation of land cover classes was performed using photointerpretation (GIS) and field recognition techniques. The results showed an expansion of areas associated with forest extraction (reforestation/afforestation), agricultural (commercial and mechanized agriculture) and livestock (field) activities to the detriment of the reduction of areas with shrubby vegetation (capoeira) and areas used for traditional agriculture.

Keywords: Environmental quality. Ecosystems. Water resources. Environment. Geoprocessing.

DINÂMICA TEMPOROESPACIAL DE COBERTURA TERRESTRE EN EL ÁREA MANANCIAL DE GUARAPUAVA, PARANÁ

¹ Universidade Estadual do Centro-Oeste, Departamento de Geografia, Guarapuava, Brasil, lvestena@unicentro.br, <https://orcid.org/0000-0002-6210-3094>

² Universidade Estadual do Centro-Oeste, Departamento de Geografia, Guarapuava, Brasil, rebx1997@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5227-3949>

³ Universidade Estadual do Centro-Oeste, Departamento de Geografia, Guarapuava, Brasil, mauricio@unicentro.br, <https://orcid.org/0000-0002-6306-9043>

Resumen: Este trabajo presenta los una investigación evaluativa sobre la dinámica temporoespacial de la cobertura del suelo en la cuenca del río das Pedras, fuente de abastecimiento en la ciudad de Guarapuava, Paraná, entre 2002 y 2018. Se sabe que el volumen y calidad del agua de un río depende del tipo y formas de manejo de la cobertura terrestre de su área de drenaje. La investigación se desarrolló a partir de datos espaciales obtenidos por levantamientos fotogramétricos aéreos, realizados en los años 2002 y 2018. La interpretación de clases de cobertura terrestre se elaboró con el uso de técnicas de fotointerpretación (SIG) y reconocimiento de campo. Los resultados mostraron una expansión de áreas asociadas a actividades de extracción forestal (reforestación / forestación), agrícolas (agricultura comercial y mecanizada) y ganadera (campo) en detrimento de la reducción de áreas con vegetación arbustiva (capoeira) y destinadas a la agricultura tradicional.

Palabras clave: Calidad ambiental. Ecosistemas. Recursos hídricos. Medio ambiente. Geoprocesamiento.

Introdução

A cobertura da terra resulta das condições ambientais antes e pós sua antropização. A diversidade do uso e do manejo da terra corresponde a forma como interpretamos a função da terra e da economia local, regional e mesmo global. A adoção de técnicas de uso e manejo da terra são de extrema importância para o equilíbrio dos ecossistemas e para a conservação da terra e da água.

O uso da terra para produzir bens e serviços representa a alteração humana mais substancial do sistema terrestre (VITOUSEK et al., 1997). A ocorrência de diversas formas de utilização, transformação e ocupação da terra acabam por sublimar um padrão de uso e cobertura da terra complexo. De acordo com os autores o uso humano da terra altera a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas.

Os ecossistemas terrestres fornecem uma série de serviços vitais para as pessoas e a sociedade, como alimentos, água, diversidade biológica, sequestro de carbono e lazer (Montico et al., 2019). A capacidade dos ecossistemas fornecer esses serviços é determinado por mudanças nas características de uso da terra, assim como pelos aspectos socioeconômicos, biodiversidade, composição atmosférica e clima (Metzger et al., 2006).

Para Vestena et al (2004), a qualidade das águas e da terra é resultado das formas de apropriação e exploração do espaço, reflexo dos tipos e manejos de uso e da cobertura da terra. A qualidade da água superficiais está relacionada aos tipos de

uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica local (Mello et al., 2020; Silva et al., 2020).

Desta forma, o espaço geográfico é uma das chaves para se interpretar a realidade. Esta organização espacial é reflexo e condição das ações humanas, expressando as relações sociais e o estágio atual de avanço tecnológico. Assim, “o conhecimento da distribuição espacial dos tipos de uso e da cobertura da terra é fundamental para orientar a utilização racional do espaço” (IBGE, 2013, p. 38).

Segundo IBGE (2013) o levantamento da cobertura e o uso da terra comporta uma importante ferramenta para planejamento e orientação à tomada de decisão contribuindo para a identificação de alternativas promotoras da sustentabilidade e do desenvolvimento. “Ao retratar as formas e a dinâmica de ocupação da terra, estes estudos também representam instrumento valioso para a construção de indicadores ambientais e para a avaliação da capacidade de suporte ambiental” (IBGE, 2013, p. 37).

A identificação do uso da terra oferece contribuições para as análises e avaliações dos impactos ambientais, como desmatamentos, perda da biodiversidade, mudanças climáticas, disseminação de doenças, e inúmeros impactos causados pelas altas taxas de urbanização e pelas transformações rurais (IBGE, 2013).

No planejamento ambiental, independente do recorte espacial, seja por exemplo em uma bacia hidrográfica ou município, o uso da terra é o principal elemento dentre os operacionais a serem considerados (Lopes et al., 2015), pois impactam na qualidade ambiental.

De maneira geral, pode-se dizer que a qualidade da água é função do uso e da ocupação da terra na bacia hidrográfica (Sperling, 1996, p. 11).

A cobertura da terra na bacia do rio das Pedras, município de Guarapuava - Paraná, é importante para a qualidade da água, pois é a responsável pelo manancial de abastecimento público da cidade mencionada. “Este manancial gradativamente vem sofrendo interferências antrópicas especialmente quanto ao uso e ocupação da terra relacionada à agropecuária, piscicultura, industriais e de trânsito.” (Teodoro e Dos Santos, 2009, p. 121).

O diagnóstico da evolução dos tipos de cobertura da terra subsidia a tomada de decisão de ações e a adoção de políticas públicas por meio de disciplinamento do espaço quanto aos tipos de uso possíveis e da adoção de condutas para a

conservação ambiental, da qualidade da água e da terra. Assim como identificam áreas mais frágeis quanto ao uso e sustentam ações fiscalizadoras e educativas (Educação Ambiental).

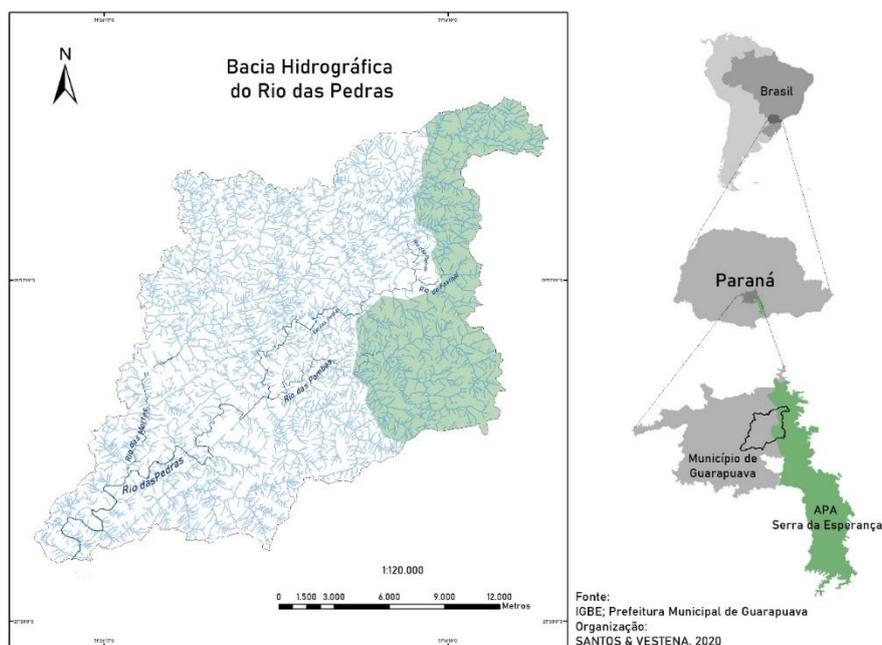
Diante da importância da bacia hidrográfica das Pedras para o município de Guarapuava, buscou-se compreender a dinâmica temporo-espacial da cobertura da terra entre os anos de 2002 - 2018, na bacia do rio das Pedras, Guarapuava.

Materiais e métodos

Área de estudo

A bacia do Rio das Pedras (BRP) é manancial de Guarapuava desde 01/07/1974. A bacia possui área 330,42 km² e está localizada entre as coordenadas 25°17'55" S 51°16'10" O e 25° 28'0" S 51°26'15" O (Figura 01). O município de Guarapuava é o nono mais populoso do Paraná, com 181.504 habitantes, situado na região central do estado do Paraná, é sua cidade é polo regional (IBGE, 2019). De acordo com o IBGE (2017), Guarapuava é uma das regiões geográficas intermediárias paranaense, juntamente com as regiões de Curitiba, Cascavel, Maringá, Ponta Grossa e Londrina.

Figura 01 - Mapa de localização da bacia do rio das Pedras (BRP)



Org.: Elaborado pelos autores, 2020.

A BRP está sob o domínio da zona extratropical apresentando temperaturas média anuais entre 16° e 20°C e uma precipitação média de 1.961 mm (Thomaz e Vestena, 2003). O tipo climático predominante na área é o “Cfb”, segundo a classificação climática de Köppen, sempre úmido, com geadas severas no inverno e verões chuvosos e frescos (Maack, 1981).

De acordo com Vestena et al. (2012) mais de 20% da bacia apresenta relevos de forte ondulado a montanhoso (declividades maiores que 12°), que potencializa significativas energias aos fluxos superficiais.

O rio das Pedras é afluente do rio Jordão tributário da margem direita do rio Iguaçu, que desagua no rio Paraná.

A cobertura da terra na BRP é diversificada decorrente de usos atrelados principalmente a atividades agrícolas, pecuárias e industriais. No entanto, em 2002, a vegetação arbustiva (capoeira) e arbórea (mata) predomina em 65,5% da área da BRP (Vestena et al., 2004).

Uma parte da porção superior da BRP e as nascentes do Rio das Pedras estão localizadas na área da APA (Área de Proteção Ambiental) da Serra da Esperança que é uma das mais importantes áreas de proteção ambiental do Paraná (Vestena e Thomaz, 2006).

A APA da Serra da Esperança foi criada pela Lei Nº 9.905 - 27/01/92, situa-se na divisão natural do Segundo e Terceiro Planto Paranaense, na Serra Geral ou Escarpa Mesozoica e compreende uma área que “estende-se do rio Ivaí até o rio Iguaçu, passando por partes dos municípios de Guarapuava, Prudentópolis, Turvo, Inácio Martins, Irati, Rio Azul, Mallet, Cruz Machado, Paulo Frontin e União da Vitória.” (Paraná, 1992, p. s/n).

De acordo com o Decreto Estadual Nº 1.438/95 a criação da APA da Serra da Esperança tem por objetivos: 1) a proteção dos recursos hídricos; 2) a proteção da terra; 3) estimular o manejo autossustentado dos recursos naturais; 4) propiciar a pesquisa científica e a educação ambiental; 5) fomentar o ecoturismo regional; 6) a proteção de belezas cênicas (saltos e cachoeiras) e monumentos naturais (morros-testemunhos e trechos escarpados); 7) a proteção de mananciais de abastecimento público atuais e futuros para as cidades de Guarapuava e União da Vitória; 8) resgate do patrimônio genético de espécies florestais raras, endêmicas ou ameaçadas de extinção; e 9) conservar ecossistemas regionais, notadamente os relacionados à Floresta Ombrófila Mista montana e alto-montana (Paraná, 1995).

Dados cartográficos

Os dados cartográficos base utilizados nessa pesquisa foram ortofotografias dos levantamentos aerofotogramétricos realizados em setembro de 2002 (Guarapuava, 2003) e em 2018 (Guarapuava, 2019), pela empresa Engefoto Engenharia e Aerolevantamentos S/A, disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Guarapuava. E as cartas topográficas analógicas: Guarapuava (Folha SG.22-V-D-III-3 MI-2838/3) e Guarapuava - 0 (Folha SG.22-V-D-II-4 MI-2837/4); escala: 1:50.000 (equidistância das curvas de nível: 20 metros); Projeção Transversal de Mercator (UTM); Meridiano Central: 51° W. GR; Datum Planimétrico: SAD 69 – Minas Gerais; Datum Altimétrico: Imbituba/SC; Cobertura aérea: Aerosul.

Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos básicos consistiram na obtenção dos dados digitais das classes de cobertura da terra mapeadas em 2002 por Vestena et al. (2004) e do perfilamento a Laser executado em 2018 pela ENGEFOTO.

As classes de cobertura da terra na BRP de 2002 foram categorizadas a partir dos tipos de uso da terra propostos pelo Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 1999) e obtidas por meio de fotointerpretação visual de ortofotocarta aéreas digitais e analógicas coloridas, na escala 1:30000, de voo realizado em setembro/2002, pela empresa de aerofotogrametria ENGEFOTO (Guarapuava, 2003). Os dados de cobertura da terra foram obtidos de mapeamento realizado pela ENGEFOTO. A técnica utilizada de voos com perfilamento a laser e ortofotografias. A fotointerpretação foi automática supervisionada (Guarapuava, 2019).

Os dados de mapeamento das classes de cobertura da terra de 2002 e 2018 foram padronizados e integrados em um Sistema de Informação Geográfica (SIG) usando-se do software ArcGis10.7. Para tal, realizou-se tratamento e transformação de coordenadas dos dados de cobertura da terra de 2002 que estavam no sistema de referência SAD/69 para o sistema SIRGAS 2000 atualmente oficial no Brasil.

A fim de estabelecer comparação entre as áreas mapeadas de classes de cobertura da terra na BRP, e em razão de haver classes não identificadas em um dos períodos optou-se agregar por similaridade as classes de cobertura da terra de 2018: campo limpo, campo sujo, pasto cultivado; e *pasto nativo* em uma nova classe

campo e de 2002 as classes de área edificada, área industrial, mineração e área de depósito de lixo em outras e juntou-se a classe de terra exposta na de agricultura mecanizada, por tratar-se basicamente de áreas extensas, em estágio de preparo para o cultivo.

Na sequência quantificou-se a área de cada uma das classes de cobertura da terra em ambos os períodos. Os dados das áreas foram organizados em tabelas e gráficos e sua evolução absoluta comparada. Posteriormente, avaliou-se a distribuição espacial de cada uma das classes de cobertura da terra na BRP. A técnica de sobreposição foi empregada para avaliação espacialmente das áreas que apresentaram expansão ou retração. Para facilitar a identificação e a mudança temporo-espacial nas classes utilizou-se de um padrão de representação com transparência e hachura para as classes de cobertura da terra de 2002 e uma cor sólida para a classes de 2018.

Resultados e discussões

Cobertura da terra em 2002

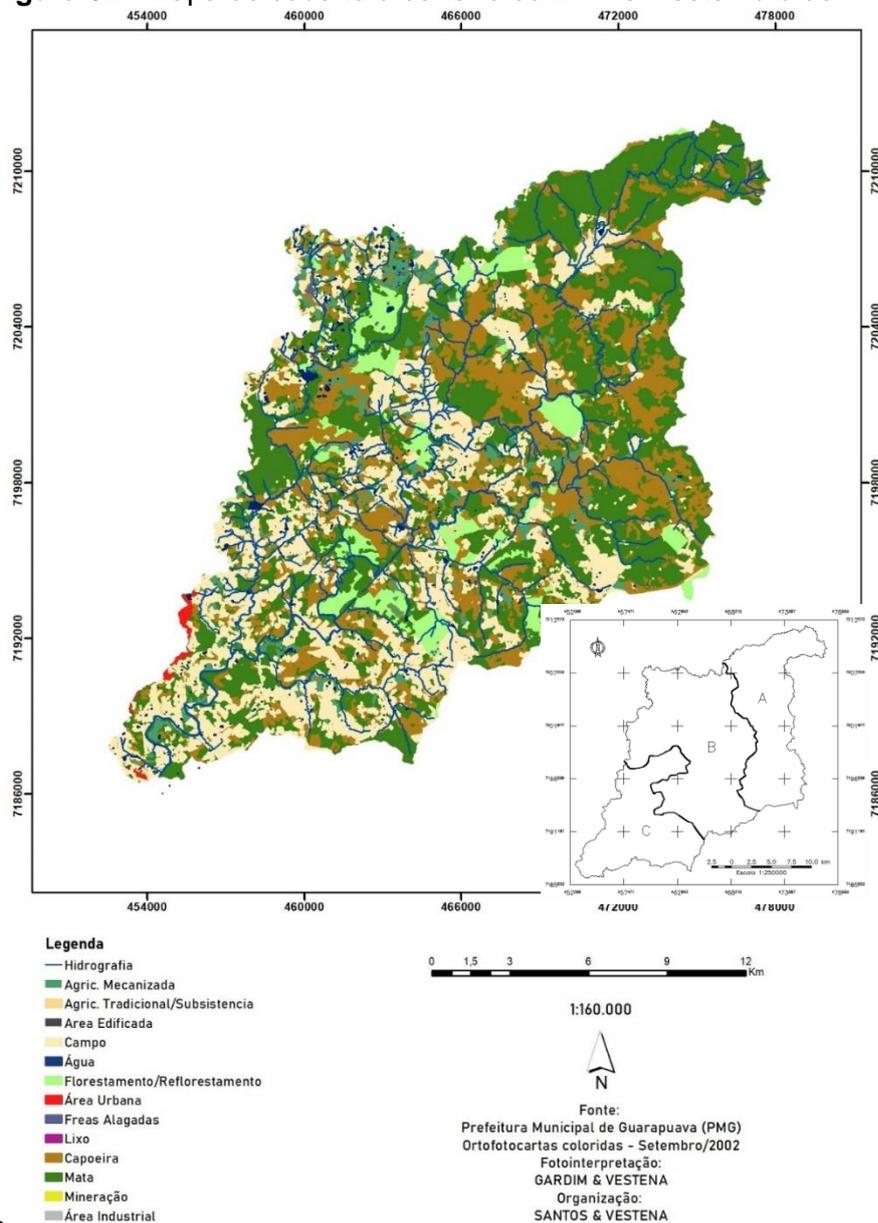
A cobertura da terra na BRP em 2002 era diversa apesar de apresentar uma mesma classe de cobertura da terra mata em 47,55% (Figura 02 e Tabela 01). De acordo com Vestena et al., (2002) é possível distinguir três unidades de cobertura da terra, ou seja, que apresentam características de cobertura exímias: uma na porção superior onde predominam grandes extensões de área com um único tipo de cobertura da terra (A); outra na porção média da bacia representada por uma paisagem dispersas ora por pequenas áreas ora por grandes extensões de um único tipo de cobertura (B); e uma outra na porção inferior da bacia dada por um grande número de pequenas áreas (C) (Figura 02).

A classe mata está mais presente na porção superior da BRP que integra a APA da Serra da Esperança, *locus* das principais nascentes do rio das Pedras. As matas⁴ foram caracterizadas por formações arbóreas de mata primária, secundária e em estágio de regeneração (Vestena et al. 2004). Na sequência têm-se a classe Capoeira (17,95%), composta principalmente por “vassourinhas” (*Borreria verticillata*); e Campo (16,76%) por gramíneas naturais ou pasto cultivado para o gado. Era expressiva também a presença de área com cobertura de florestamento e

⁴ área coberta de plantas silvestres de portes diversos

reflorestamento (7,87%) de *pinus* (espécie exótica) e erva mate (*Ilex paraguariensis*) para as indústrias madeireira e ervateira, respectivamente.

Figura 02 - Mapa de cobertura da terra da BRP em setembro de



2002

Org.: Elaborado pelos autores, 2020.

Tabela 01 - Cobertura da terra na bacia do rio das Pedras em setembro de 2002.

Tipo de Uso da Terra	Área Total da Classe (ha)	Total da Classe (%)
----------------------	---------------------------	---------------------

Mata	157,11	47,55
Campo	55,28	16,73
Urbana	1,19	0,36
Agricultura Mecanizada	20,75	6,28
Capoeira	59,31	17,95
Área Edificada	3,83	1,16
Água¹	1,39	0,42
Mineração	0,03	0,01
Área Alagada/Banhado	2,15	0,65
Agricultura Tradicional	3,05	0,92
Reflorestamento/Florestamento	26,00	7,87
Área Industrial	0,30	0,09
Área de Depósito de Lixo	0,03	0,01
Total	330,42	100,00

Nota: ¹A classe *Água* compreende as superfícies dos rios e lagos – espelho d'água. Fonte: Vestena et al. (2004).

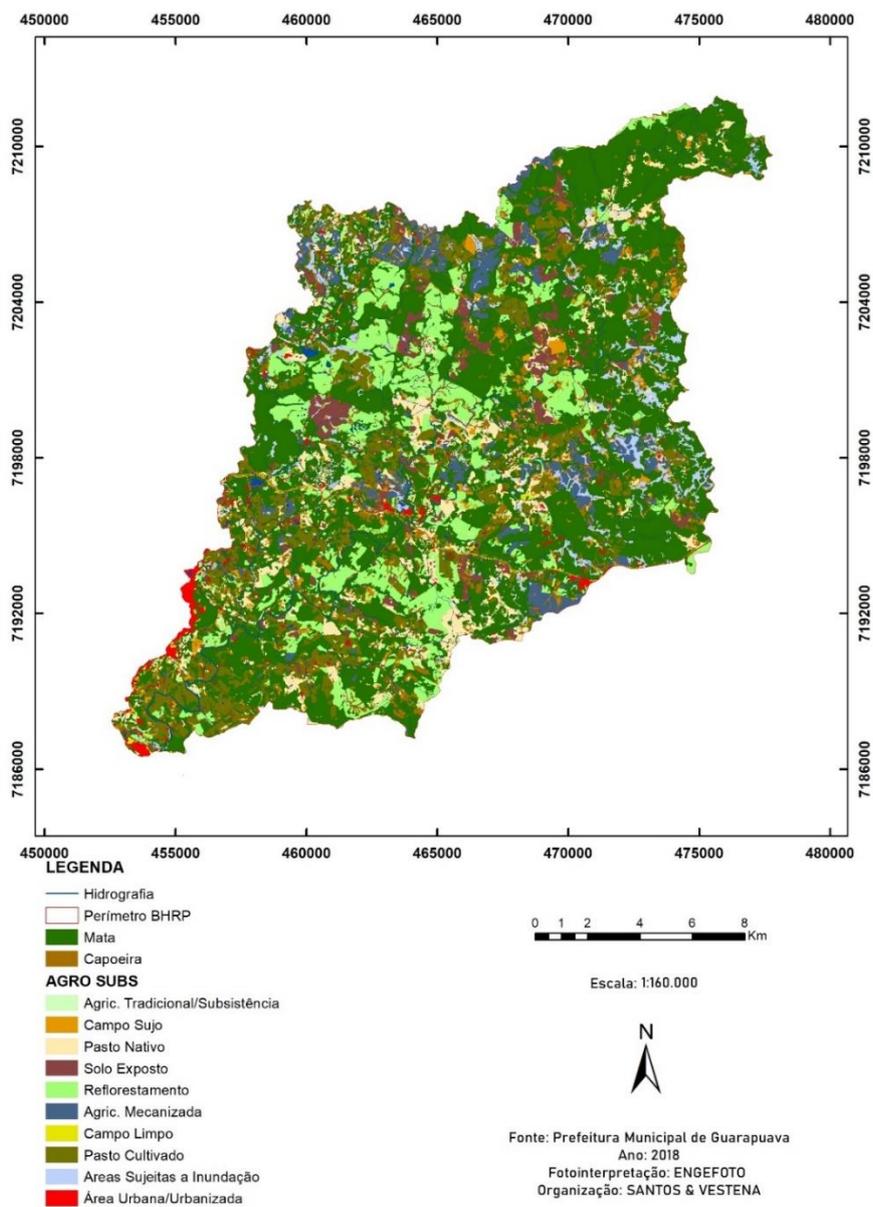
Os demais tipos de coberturas ocorriam em menor quantidade e localizavam-se principalmente nas porções “centro” e “sul” da bacia hidrográfica com destaque a agricultura mecanizada (6,28%) e tradicional. Além das classes área urbana, industrial, mineração, área edificada (sedes de propriedades rurais) e área de depósito de lixo.

Cobertura da terra em 2018 é 2002

A cobertura da terra em 2018 a classe mata está presente em 49,07% da área da BRP e continua, predominantemente, localizada na porção norte e superior da bacia hidrográfica (Figura 03 e Tabela 02). A classe campo sujo (2,7%) com vegetação arbustiva herbácea e o campo limpo (0,40%), seriam as áreas que apresentam vegetação rasteira e herbácea, e estas duas classes apresentam-se distribuídas na bacia hidrográfica, exceto na porção norte. Já a classe pasto cultivado (9,93%) e nativo (6,94%), ambas são destinadas para a criação de gado, atividade pecuária e concentram-se nas porções “centro” e “sul”. Enquanto que a Capoeira (5,36%) ocorrem em diversas áreas por toda a bacia hidrográfica.

A classe agricultura de subsistência (0,26%) é pequena em extensão quando comparada à de agricultura comercial (4,36%), e estão majoritariamente localizadas na porção central e próximas da BR-277. É notável a presença de terra exposta em 4,16% da área, relacionado essencialmente a áreas em estágio de preparado para cultivo de plantas temporárias, principalmente, a soja.

Figura 03. Mapa de cobertura da terra da bacia hidrográfica das Pedras em 2018



Org.: Elaborado pelos autores, 2020.

Tabela 02. Cobertura da terra na bacia do rio das Pedras em 2018

Tipo de Uso da Terra	Área Total da Classe (ha)	Total da Classe (%)
Mata	162,16	49,07
Campo limpo	1,35	0,40
Campo sujo	8,95	2,70
Áreas Urbanizadas	5,20	1,57
Agricultura comercial	14,41	4,36
Agricultura tradicional	0,86	0,26
Capoeira	17,74	5,36
Pasto cultivado	32,83	9,93
Pasto nativo	22,95	6,94
Reflorestamento	38,78	11,73
Solo exposto	13,63	4,12
Terreno sujeito a inundação¹	11,54	3,49
Total	330,40	100,00

Nota: ¹ A classe Terreno sujeito a inundação compreende as áreas alagadas ou sujeitas a inundação, indicada na Tab. 1 em 2002 nas classes Água e Área Alagada/Banhado. Fonte: GUARAPUAVA (2019). Organização: Autores, 2020.

As áreas urbanizadas (1,57%) são aquelas ocupadas pela área urbana da cidade de Guarapuava, mais especificamente, pela Vila do Jordão e edificações localizada na porção sudoeste próximo aos divisores de água da BRP, que limitam com a mancha urbana da cidade.

As superfícies alagadas ou sujeita a inundação na BRP ocupam 3,49% da área. As áreas alagadas ou sujeitas são áreas hidrologicamente sensíveis e exercem importante função na regulação do fluxo fluvial e devem ser preservadas. Tais áreas geralmente são planas e estão associadas a fundo de vales ou depressões no terreno.

As unidades de diferenciação da paisagem em função da cobertura da terra em 2018 na BRP se mantêm, contudo, observa-se uma intensificação do uso agropecuário na porção média da bacia, com destaque para a cobertura de campos nativos e a presença de áreas de agricultura comercial na borda superior da unidade e até na porção superior da bacia, onde tem-se áreas protegidas pela APA da Serra da Esperança.

Dinâmica temporo-espacial da cobertura da terra entre 2002 e 2018

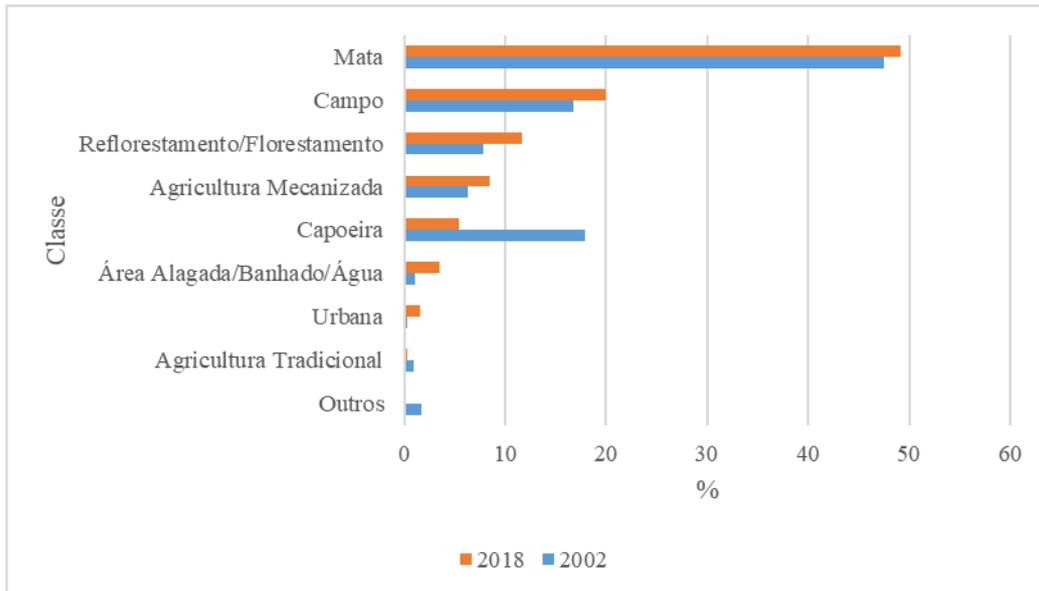
A dinâmica temporo-espacial da evolução da cobertura da terra na bacia entre 2002 e 2018 indicou um decréscimo considerável da classe capoeira (-12,6%) e da classe agricultura tradicional ou de subsistência (-0,65%), e um incremento das classes de reflorestamento/florestamento (3,83%) campo (3,22%), agricultura mecanizada ou comercial (2,18%) e mata (1,66%) (Figura 04 e Tabela 03).

Tabela 03 - Dinâmica temporo-espacial da cobertura da terra na BRP entre 2002 e 2018

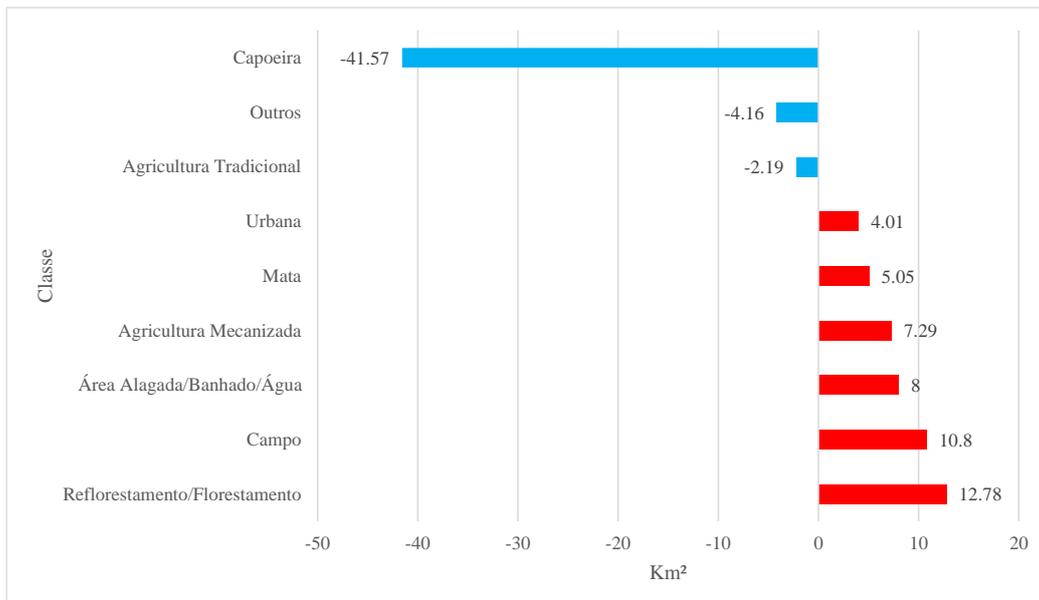
Tipo de Uso da Terra	2002 Total da Classe (%)	2018 Total da Classe (%)	Incremento (+) ou Decréscimo (-) (%)
Mata	47,55	49,21	1,66
Campo	16,73	19,95*	3,22
Urbana	0,36	1,59	1,23
Agricultura Mecanizada/Comercial	6,28	8,46***	2,18
Capoeira	17,95	5,35	-12,6
Água/Alagada/Banhado/Sujeita inundação	1,07	3,47	2,4
Agricultura Tradicional	0,92	0,27	-0,65
Reflorestamento/Florestamento	7,87	11,7	3,83
Outros	1,71**	0	-1,71
Total	100,00	100,00	0,00

Nota: * Soma das classes de uso da terra de 2018: Campo limpo, Campo Sujo, Pasto cultivado; e Pasto nativo. ** Soma das classes de uso da terra de 2002: Área Edificada, Área Industrial, Mineração e Área de depósito de Lixo. *** Juntou-se a classe de uso da terra exposta da Agricultura Mecanizada, por tratar-se basicamente de áreas extensas, em estágio de preparo para o cultivo.

Figura 04 - Dinâmica temporo-espacial da cobertura da terra na BRP em porcentagem (a) e área (b) entre 2002 e 2018



(a)

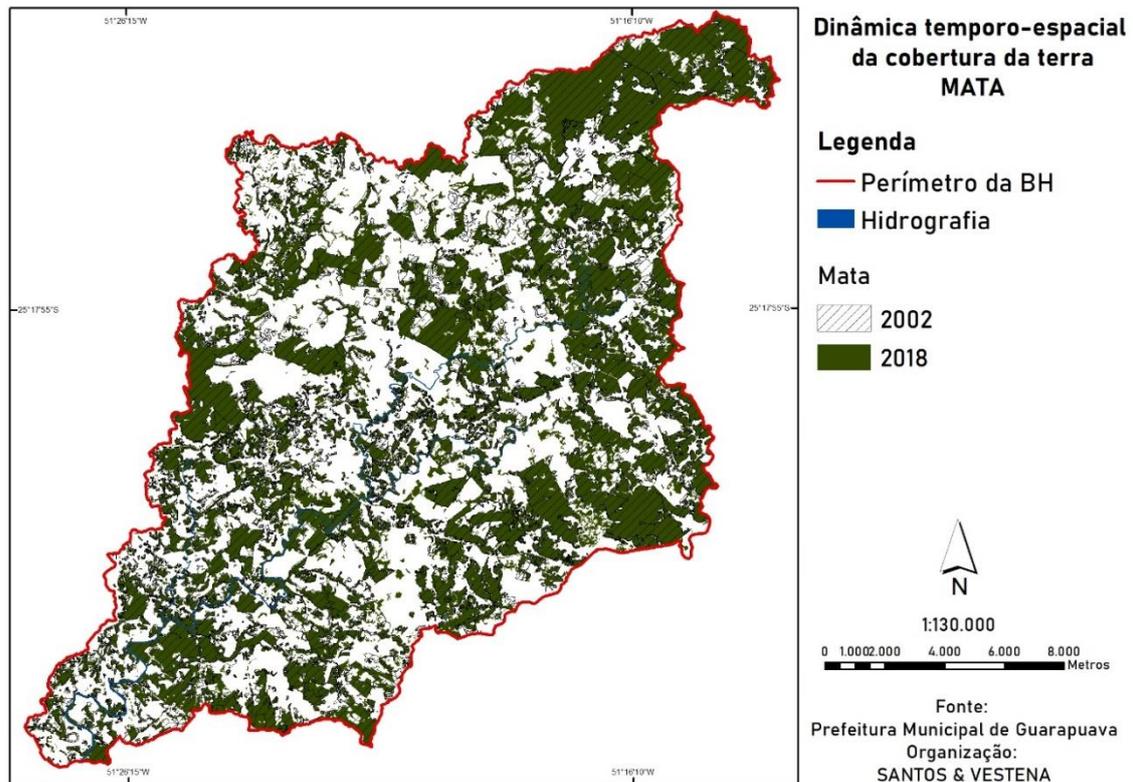


(b)

Quando se compara a distribuição das áreas com mata em 2018 e 2002 verifica-se não haver mudanças espacial significativa (Figura 05), até mesmo que a área mapeada em 2018 mostrou-se 5,05 hectares superior à de 2002 (Figura 04). Este fato é positivo para a conservação do meio ambiente na bacia, dada a sua função e importância na regulação do regime fluvial e para a qualidade da água. Uma vez que os ecossistemas florestais possibilitam um conjunto de benefícios aos seres humanos, incluindo serviços de provisão de alimentos e água; de regulação de inundações, secas, degradação a terra; serviços de suporte, tais como formação da

terra e ciclagem de nutrientes; e serviços culturais, como de lazer, espiritual e religioso (MEA, 2005).

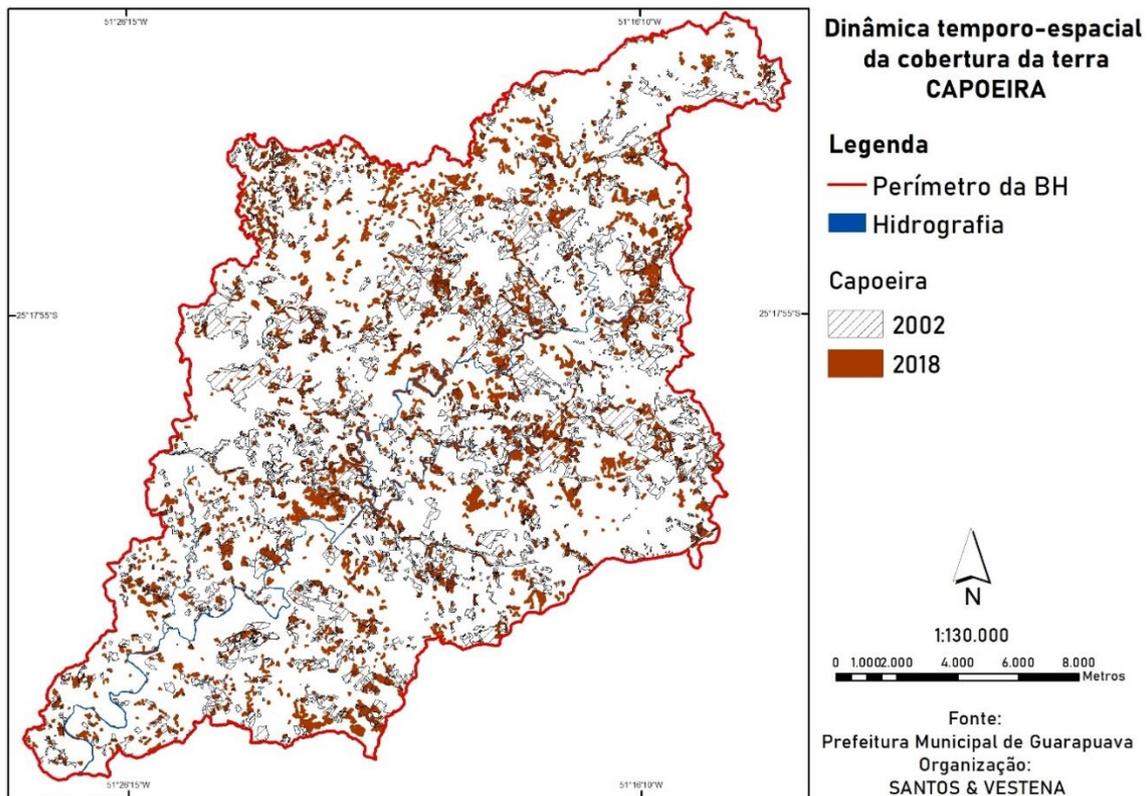
Figura 05 - Dinâmica temporo-espacial das áreas de Mata entre 2002 e 2018



Org.: Elaborado pelos autores, 2020.

Na figura 06 verifica-se divergência nas áreas de capoeira identificadas nos diferentes anos, e sua diminuição em extensão.

Os dados indicam que uma parte da área ocupada por Capoeira em 2002 foi incorporada à classe Mata, resultado natural de seu próprio estágio de desenvolvimento, passados dezesseis anos entre os mapeamentos. Porém, a maior parte foi suprimida para dar lugar a atividades associadas a agricultura mecanizada, Reflorestamento e campo. A Capoeira também atua para regulação do fluxo hídrico e serve como proteção das encostas aos processos erosivos.

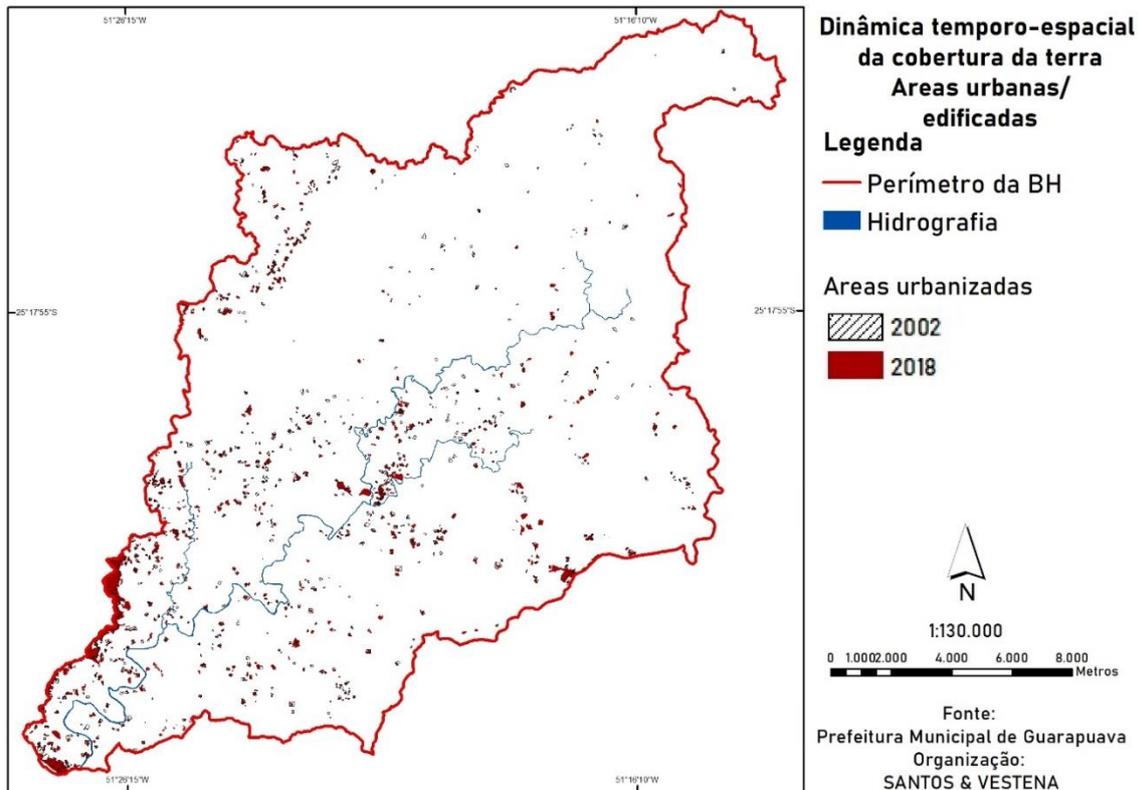
Figura 06 - Dinâmica tempo-espacial das áreas de Capoeira entre 2002 e 2018

Org.: Elaborado pelos autores, 2020.

As áreas Urbanas/Edificadas aumentaram de tamanho, mais especificadamente, 4,01 km². A expansão deu-se basicamente na Vila do Jordão e área periférica da mancha urbana de Guarapuava, que apesar de política de restrição a determinadas formas de ocupação na BRP se intensificaram (Figura 07). Vale lembrar a política específica que versa sobre zoneamento, uso e ocupação da terra, das áreas urbanas do Município de Guarapuava (Guarapuava, 2016) que institui a Zona de Proteção da Bacia do Rio das Pedras (ZPBRP) definiu os usos permitidos, não permitidos e passíveis de permissão e estabelece critérios para a ocupação residencial com cobertura urbana, como existência mínima de uma taxa de permeabilidade, coeficiente máximo de aproveitamento, taxa máxima de ocupação, tamanho mínimo do lote, testa mínima do lote, e existência de rede coletora de esgoto ou fossa séptica e sumidouro (Guarapuava, 2016). Tal política visa contribuir para a proteção e recuperação do manancial da BRP e evitar atividades que possam causar risco a qualidade e quantidade de água. As áreas

edificação compreendidas por sedes e infraestrutura rural apresentaram pouca variação espacial.

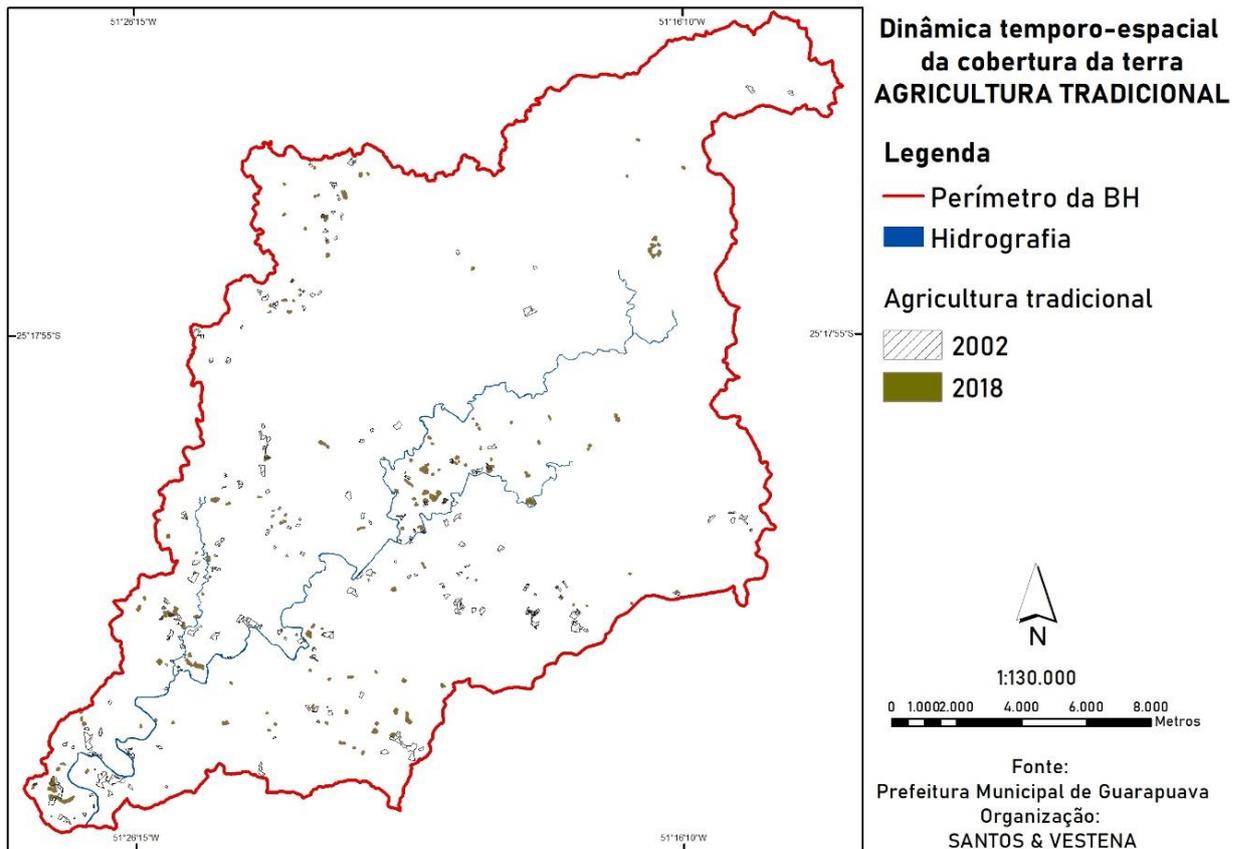
Figura 07 - Dinâmica temporo-espacial das áreas Urbanas/ Edificadas entre 2002 e 2018



Org.: Elaborado pelos autores, 2020.

Na Figura 08 observa-se a redução da classe de cobertura da terra agricultura tradicional ou de subsistência. Nela é possível identificar um pequeno número e áreas presentes na BRP. Estas áreas são geralmente ocupadas por posseiros e proprietários de pequenas propriedades, muitas vezes áreas declivosas onde não é possível o uso de determinados implementos agrícolas, a mecanização da lavoura. Nestas áreas a mão de obra é familiar e a produção é essencialmente destinada a subsistência das famílias, principalmente, das culturas de milho e feijão.

Figura 08 - Dinâmica tempo-espacial das áreas de agricultura tradicional/subsistência entre 2002 e 2018

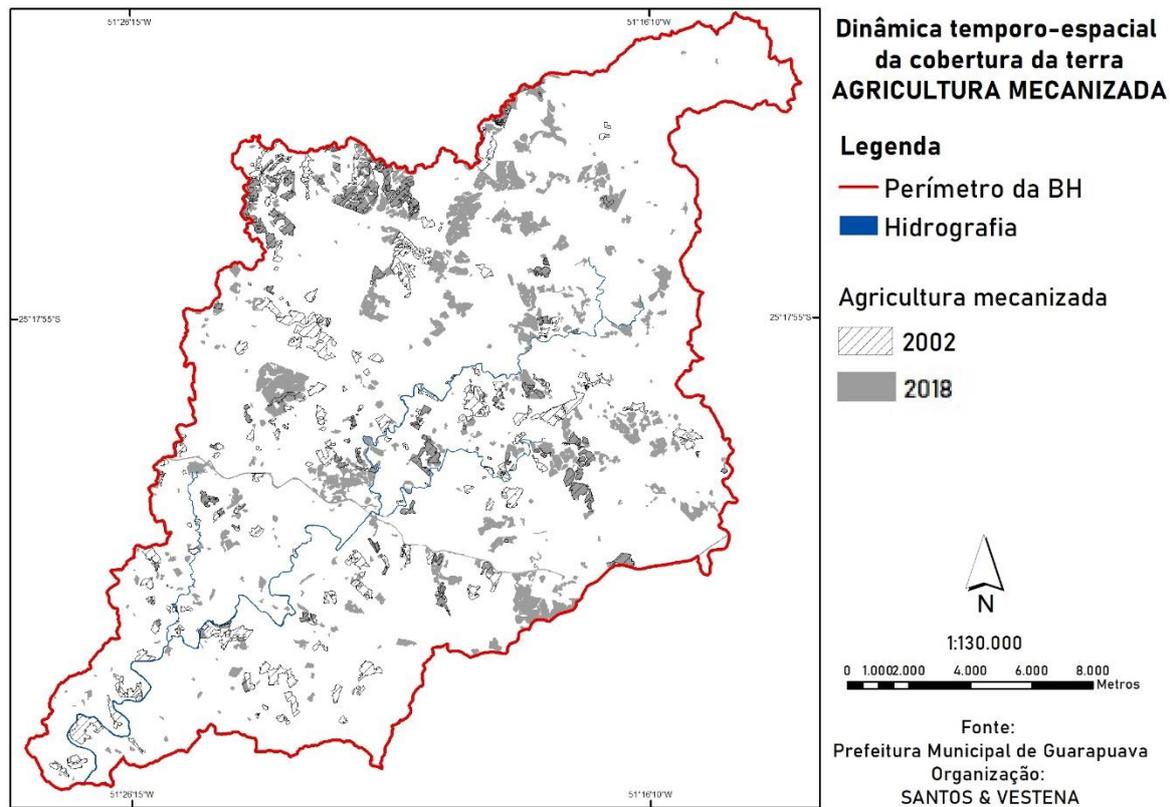


Org.: Elaborado pelos autores, 2020.

As áreas com agricultura mecanizada na BRP apresentaram um incremento de 2002 a 2018 de 7,29Km² de área (Figura 09), principalmente, na porção média e superior da bacia, onde se encontram as principais nascentes do Rio das Pedras e a área da APA Serra da Esperança. O aumento de áreas voltadas para este tipo de produção agrícola, que emprega agrotóxicos e adubação química intensa tornar-se preocupante, pois de forma indireta ou direta, pode afetar na qualidade da terra e da água do manancial. Uma vez que o solo é um dos principais contribuintes de poluentes para o escoamento superficial e parte destes podem ser transportados aos cursos fluviais.

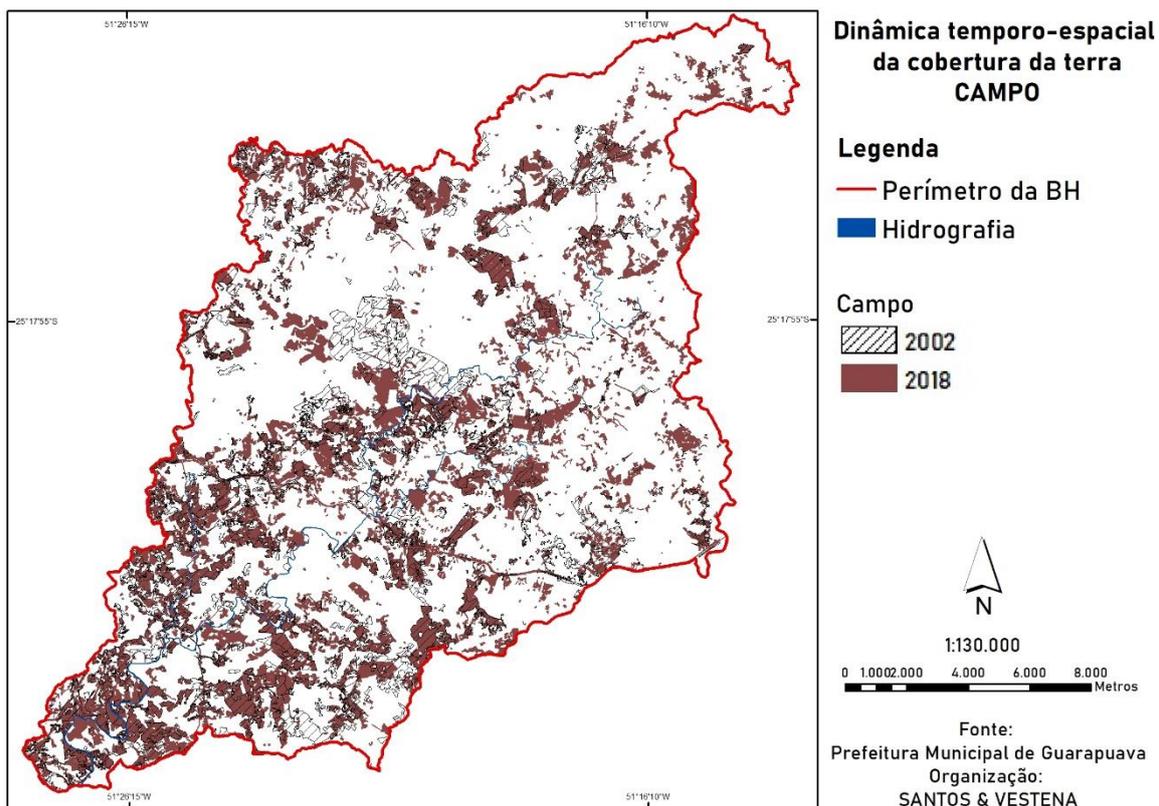
Assim como constataram Santy et. al. (2020), em pesquisa na bacia do rio Ganga, Índia, onde o aumento das terras agrícolas e de áreas construídas ocasionaram um aumento na concentração de nutrientes e de coliformes termotolerantes na água, respectivamente.

Figura 09 - Dinâmica tempo-espacial das áreas de agricultura mecanizada/comercial entre 2002 e 2018



Org.: Elaborado pelos autores, 2020.

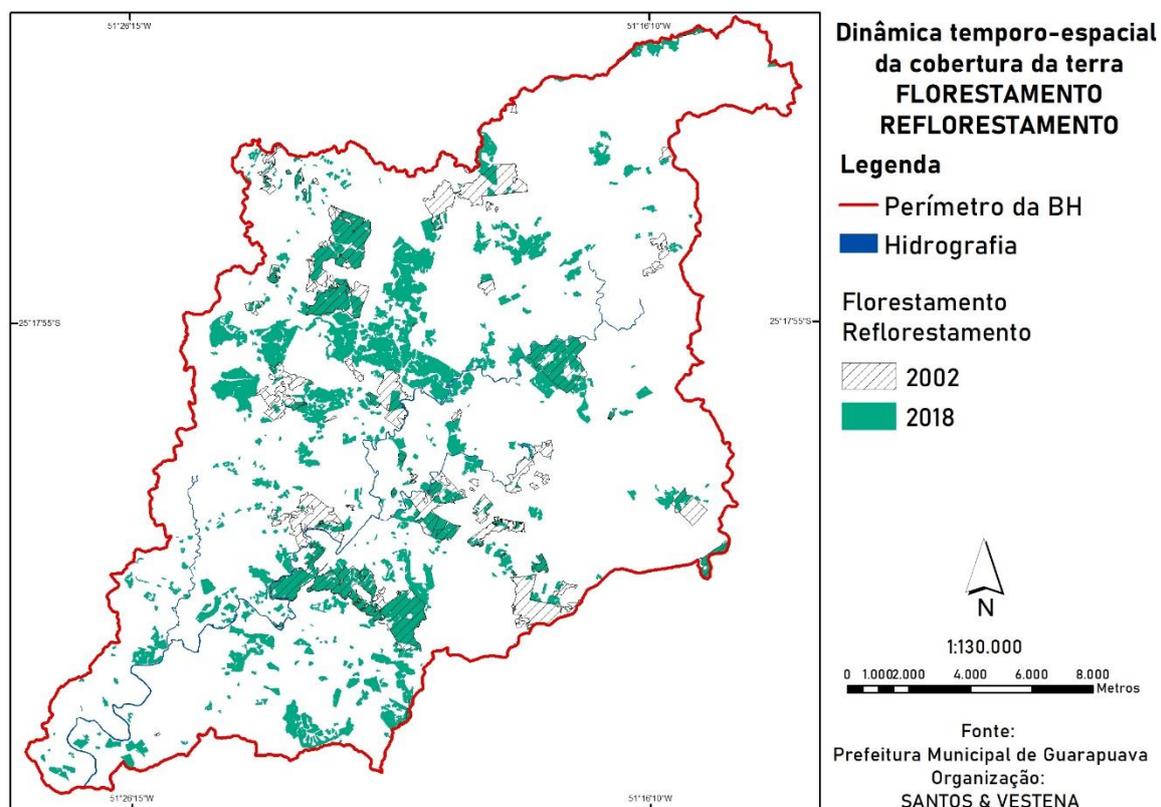
As áreas de campo apresentaram um incremento de 10,8 km² entre os anos de 2002 e 2018 (Figura 10). Na porção central da bacia hidrográfica verificou-se que extensas áreas de campo foram suprimidas. Em parte delas implementou-se atividade associada a agricultura mecanizada ou comercial e ou pecuária. Notou-se também o surgimento de área de campo, no Norte e parte superior da bacia, não identificadas em 2002. Tais dados apontam alterações na cobertura da terra nas áreas de nascentes e da APA da Serra da Esperança.

Figura 10 - Dinâmica tempo-espacial das áreas de Campo entre 2002 e 2018

Org.: Elaborado pelos autores, 2020.

As áreas de plantio e replantio de espécies vegetais nativas ou não, disciplinadas, principalmente o *pinus* e a erva-mate (reflorestamento e florestamento) aumentaram 12,78 km² na BRP de 2002 para 2018. A classe de cobertura da terra reflorestamento e florestamento foi a que mais se expandiu na BRP, principalmente na região central da bacia hidrográfica (Figura 11). Ambos os produtos florestais, exercem importante contribuição na geração de renda e emprego no município de Guarapuava.

Figura 11 - Dinâmica tempo-espacial das áreas de Florestamento/Reflorestamento entre 2002 e 2018



Org.: Elaborado pelos autores, 2020.

Os resultados comprovam a intensificação das lavouras de soja (agricultura mecanizada e comercial), florestamento/reflorestamento e de criação de gado (campo) na BRP. Tais atividades de uso entram em conflito com a preservação e conservação de áreas naturais, onde tem-se mata e capoeira.

Considerações Finais

As áreas com vegetação arbórea e arbustiva na BRP ocupavam 73,37% da bacia em 2002, somando-se as classes mata, capoeira e reflorestamento/florestamento. Em 2018, elas ocupam 66,26% da área da bacia e exercem importante função para a provisão de uma água bruta de melhor qualidade na bacia hidrográfica do rio das Pedras.

Na BRP houve expansão de áreas associada a atividades de reflorestamento, agrícolas e pecuária, em detrimento da classe capoeira e de atividades familiares associada a agricultura tradicional.

Apesar dos índices indicarem aumento de área ocupada por matas, ela não se dá de forma homogênea, e sim setorizada. A elevação da área ocupada por essa classe se deu, principalmente, na porção central da bacia. Já na porção superior da BRP, a NNE, foi captado sinal de redução das áreas de mata nativa e aumento da área de agricultura comercial. Esse é um setor sensível da BRP, pois é responsável pela maioria das nascentes que Rio das Pedras, manancial de abastecimento da cidade de Guarapuava.

A dinâmica temporo-espacial da cobertura da terra em uma área ambientalmente sensível possibilitou identificar espacialmente áreas de atenção, principalmente, na porção superior da bacia, onde se situam as principais nascentes e a APA da Serra da Esperança. Uma vez que as modificações produzidas na cobertura da terra são resultadas de tipos de uso e ocupação da mesma e podem impactam negativamente na capacidade dos ecossistemas para fornecer os bens e serviços de provisão, regulação e culturais de relevância para o desenvolvimento das atividades humanas.

Por fim, ressalta-se que estudo sobre a dinâmica tempo-espacial da cobertura da terra são fundamentais na realização de diagnósticos ambientais, por meio da identificação de tendências de aumento e redução de tipos de uso da terra no tempo e reconhecimento espacial de áreas que apresentaram mudança no tipo de cobertura da terra e essenciais. Tais estudos subsidiar tomadas de decisões e a adoção de ações protetoras do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

GUARAPUAVA. Prefeitura Municipal de Guarapuava. **Dados digitais da cobertura aerofotogramétrica, realizada em setembro de 2002**. ENGEFOTO, 2003.

GUARAPUAVA. Prefeitura Municipal de Guarapuava. **Dados digitais da cobertura aerofotogramétrica, realizada em 2018**. ENGEFOTO, 2019.

GUARAPUAVA. Prefeitura Municipal de Guarapuava. **Lei Complementar Nº 69/2016**. Dispõe sobre o zoneamento, uso e ocupação do solo, das áreas urbanas do Município de Guarapuava. Disponível em:

<http://www.concidade.com.br/concidade/download/leis/legislacao_urbanistica/Lei_Complementar069_2016.pdf>. Acessado em: 02 jan. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Guarapuava**: População estimada [2019]. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/guarapuava/panorama>>. Acesso em 07/07/2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra**. 3 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>> Acesso em 30/03/2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Regiões Geográficas do Paraná**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/41_regioes_geograficas_parana.pdf>. Acesso em 07/07/2020.

LOPES, B. O.; BOSÍSIO, D.; MERIQUE, F. G. A.; BIANCHINI, G. M.; MATSUTANE, T. Y. N. RUIZ MARIA, Y.. Uso e ocupação do solo urbano - Jardim das Rosas - Presidente Prudente/SP. **Colloquium Humanarum**, v. 12, n. Especial, p. 392-398, 2015.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 3ª ed. Curitiba: Imprensa oficial, 1981, 440 p.

MEA. Millennium Ecosystem Assessment. 2005. **Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis**. Washington, Island Press, 137p. Disponível em: <<http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>>. Acessado em 02 jan. 2021.

MELLO, K., TANIWAKI, R. H., PAULA, F. R., VALENTE, R. A., RANDHIR, T. O., MACEDO, D. R., ... HUGHES, R. M.. Multiscale land use impacts on water quality: Assessment, planning, and future perspectives in Brazil. **Journal of Environmental Management**, v. 270, n. 110879, p. 1 – 16, 2020.

METZGER, M. J.; ROUNSEVELL, M. D. A.; ACOSTA-MICHLIK, L.; LEEMANS, R. Y SCHROTER, D.. The vulnerability of ecosystem services to land use change. Agriculture. **Ecosystems and Environment**, n. 114, p. 69-85, 2006.

MONTICO, S.; DI LEO, N.; BONEL, B.; DENOIA, J.. Cambios del uso de la tierra en la cuenca del arroyo Ludueña, Santa Fe: Impacto en la sostenibilidad y en los servicios ecosistémicos. **Cuadernos del CURIHAM**, v. 25, p. 31-39, 2019.

PARANÁ. **Decreto Nº 1.438, de 06 de dezembro de 1995**. Aprova o regulamento que define o zoneamento ecológico/econômico da Área de Proteção Ambiental da Serra da Esperança. Disponível em: <<https://leisestaduais.com.br/pr/decreto-n-1438-1995-parana-aprova-o-regulamento-que-define-o-zoneamento-ecologico-economico-da-area-de-protecao-ambiental-da-serra-da-esperanca>>. Acessado em: 27 jan. 2021.

PARANÁ. **Lei Nº 9.905, de 27 de dezembro de 1992**. Publicado no Diário Oficial Nº 3689 de 27/01/92. Cria Área de Proteção Ambiental - APA, na Serra Geral, conhecida como Serra da Esperança, no estado do Paraná e adota outras providências... Disponível em: <http://celepar7.pr.gov.br/sia/atosnormativos/form_cons_ato1.asp?Codigo=1745>. Acessado em: 01 jan. 2021.

SANTY, S., MUJUMDAR, P.; BALA, G.. Potential Impacts of Climate and Land Use Change on the Water Quality of Ganga River around the Industrialized Kanpur Region. **Scientific Reports**, v. 10, n. 9107, 2020.

SILVA, I. R. DA; BROVINI, E. M.; PEREIRA, R. DE O.; GOMES, R. M. H.. Influência da precipitação e do uso e ocupação do solo na qualidade da água da bacia do Ribeirão Espírito Santo - Juiz de Fora/MG. **REA – Revista de estudos ambientais** (Online), v.22, n. 1, p.35-51, jan./jun. 2020.

SPERLING, M. V.. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Vol. 1, 2ª edição. Belo Horizonte: UFMG, 1996.

TEODORO, P. F.; DOS SANTOS, A. F.. Qualidade da água da bacia do Rio das Pedras – Guarapuava (PR), baseado nos parâmetros que definem o Índice de Qualidade da água (IQA). **Revista Guairacá**, Paraná, n. 25, p. 121-156, 2009.

THOMAZ, E. L.; VESTENA, L. R.. **Aspectos Climáticos de Guarapuava-PR**. Guarapuava: UNICENTRO, 2003.106p.

VESTENA, L. R.; BERTOTTI, L. G.; GARDIM.. Uso da terra da bacia hidrográfica do Rio das Pedras. In: BATTISTELLI, M.; CAMARGO FILHO, M.; HEERDT, B.. **Proteção e Manejo da Bacia do Rio das Pedras: Relato de Experiências**. Guarapuava: Editora B&D Ltda, 2004. p. 100-108.

VESTENA, L. R.; OLIVEIRA, E. D.; CUNHA, M. C.; THOMAZ, E. L.. Vazão ecológica e disponibilidade hídrica na bacia das Pedras, Guarapuava-PR. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 212-227, 2012.

VITOUSEK, P. M.; MOONEY, H.A.; LUBCHENCO, J.; MELILLO, J. M.. Human domination of Earth's ecosystems. **Science**, v. 277, n. 5325, p. 494-499, 1997.

NOTAS DE AUTOR

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Leandro Redin Vestena – Concepção, Coleta de dados, Análise de dados, Elaboração do manuscrito, revisão e aprovação da versão final do trabalho

Rebeka Aparecida Almeida dos Santos – Elaboração do manuscrito, Coleta de dados, Análise de dados, Participação ativa da discussão dos resultados, Revisão da versão final do trabalho.

Maurício Camargo Filho - Análise de dados, Elaboração do manuscrito, Participação ativa da discussão dos resultados, Revisão da versão final do trabalho.

FINANCIAMENTO

Agradecimentos a CAPES e CNPq pela concessão de bolsa a segunda autora.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

LICENÇA DE USO

Este artigo está licenciado sob a [Licença Creative Commons CC-BY](#). Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.

HISTÓRICO

Recebido em: 29-01-2021

Aprovado em: 05-05-2024