

ANÁLISE DA PRESSÃO ANTRÓPICA DO CÓRREGO CASCAVEL EM GOIANIA-GO¹.

Gustavo Borges Canedo²

Martha Nascimento Castro³

RESUMO

Por meio deste estudo foi realizada a análise histórica nos anos de 2002, 2007, 2013 e 2020 de um trecho pertencente a extensão do Córrego Cascavel no município de Goiânia. Buscou-se identificar os impactos de cunho antrópicos em um trecho de recurso hídrico inserido em uma zona urbana. Através de software de engenharia e imagens de satélite foi traçado um panorama em figuras que demonstraram os efeitos da pressão antrópica sobre este recurso natural. Observando os resultados foi possível reconhecer que a situação atual não atende aos requisitos mínimos estabelecidos pela legislação vigente segundo os parâmetros de grande relevância ambiental.

Palavras-chave: Area de Preservação Permanente; Impactos Ambientais; Sistema de Informação Geográfica (SIG); Uso e Ocupação do Solo.

ABSTRACT

Through this study, the historical analysis of a stretch of the Córrego Cascavel was conducted for the years of 2002, 2007, 2013 and 2020 in Goiânia municipality. It was sought to identify the impacts of anthropic imprint in the stretch of the watercourse located in an urban zone. By use of engineering software's and satellite images it was conceived an overview of figures that are showing the effects caused by the anthropic pressure on the natural resource. Observing the results, it made possible to identify the non compliance of minimum requirements of great environmental relevance established by the current law.

Keywords: Permanent Preservation Area; Environmental Impacts; Geographic Information System (GIS); Use and Occupation of the Soil.

¹ Artigo apresentado à Pontifícia Universidade Católica de Goiás como exigência parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental (2021/2).

² Acadêmico (a) do curso de bacharelado em Engenharia Ambiental da Pontifícia Universidade Católica de Goiás - PUC. (gustavocanedoea@gmail.com).

³ Orientadora Prof^ª Dr^ª da Escola Politécnica da Pontifícia Universidade Católica de Goiás - PUC (mcastro@pucgoias.edu.br).

1. INTRODUÇÃO

Os processos de expansão urbana fazem parte do crescimento das cidades, e as mudanças são necessárias para que o desenvolvimento ocorra, o ambiente natural abre caminho para que se instale o ambiente urbano assim como descrito por Sales (2013). Existe então o aparecimento da percepção de necessidade de um estudo voltado ao relacionamento entre ambiente natural e urbano que ocuparam o mesmo espaço a fim de definir e trabalhar sobre os benefícios e malefícios dessa interação.

Problemas ambientais que vem aumentando com o crescimento das grandes cidades são inúmeros e a pressão antrópica é um destes, seja ela exercida sobre recursos hídricos ou físicos presentes na região onde a cidade se estabelece e se expande.

Quando se trata, especificamente, dos recursos hídricos, os problemas apesar de inicialmente parecerem afunilados, ainda exercem influência direta no meio em que o recurso hídrico está inserido como um todo. Essa é a tônica do meio ambiente onde tudo está interligado.

A expansão urbana está atrelada ao desenvolvimento de um país. O estado de Goiás, por exemplo, que por muito tempo foi uma potência voltada ao agronegócio, também passou pelo que os historiadores chamam de êxodo rural. A criação de Goiânia influenciada pelo período de construção de Brasília acelerou esse processo ainda mais.

Com isso veio os efeitos da rápida expansão urbana, e as consequências estão diretamente ligadas ao meio ambiente. Apesar da existência de um plano diretor desde seu primórdio Goiânia sofreu pelo seu crescimento desordenado, principalmente nas áreas marginais ao centro da cidade. A ocupação e uso do solo apesar de legislados foi realizado de forma inadequada e isso afetou principalmente os recursos naturais da região, vide o estado em que o rio Meia-Ponte chegou, mesmo sendo por muitos anos a principal fonte de abastecimento de água para o município.

Para combater essa crescente pressão sobre os recursos hídricos foram instituídas as Áreas de Preservação Permanente (APP) às margens dos afluentes em âmbito federal, a legislação determina que as margens dos rios e córregos estejam protegidas, ou seja, sua mata ciliar ou de galeria devem estar devidamente preservadas. Além disso, proíbe processos que venham a degradar essa área, ressalvadas algumas exceções.

As APP's também servem como base para estudos relacionados ao estado em que os cursos hídricos se encontram, sejam eles em espaço rural ou urbano. No espaço urbano em

que estão inseridas essas áreas de preservação, elas são notáveis em meio às construções por meio de imagens de satélite. Também é fácil notar a falta delas quando se segue os cursos hídricos das grandes cidades brasileiras e Goiânia não foge a essa realidade.

É a partir da ausência das áreas de preservação que se inicia grande parte dos problemas ambientais relacionados aos corpos hídricos dentro de uma zona urbana. Além da ausência dessa vegetação que por si só é um problema ambiental, ela pode acarretar uma série de problemas, tais como a erosão em encostas nas margens dos rios oriundas do solo desprotegido, o assoreamento causado pelo mesmo solo que foi erodido da encosta do córrego, o desaparecimento de espécies nativas de fauna e flora das regiões decorrentes da perda de vegetação.

A supressão vegetal é o problema mais visível quando se trata dos impactos ambientais causados por uma cidade, a perda da vegetação local pode ser vista através no recorte temporal analisado. Essa mesma supressão vegetal impacta as regiões e causa consequências diretas na vida da população. A supressão das matas ciliares e de galeria que margeiam os rios e córregos tão importantes para a manutenção dos ambientes urbanos, é sentida diretamente nos rios e córregos da cidade, provocando uma perda de qualidade da água e a impermeabilização do solo.

A drenagem em ambientes urbanos vem se provando um desafio a ser resolvido, o desafio surge também como consequência da degradação nas cidades, o estado de impermeabilização dos centros urbanos e o principal fator de impedimento a recarga dos cursos hídricos que passam pelas cidades. Essas bacias e sub-bacias, por vezes são utilizados para abastecimento de água para a mesma população que a degrada.

A perda de vazão é outro problema dentro dessa teia de impactos ambientais. O solo que é depositado nos leitos dos córregos, provoca assoreamento formando bolsões que ultrapassam o nível da água, impactando a vazão desses cursos de maneira a desequilibrar completamente o ecossistema do qual elas fazem parte.

O panorama atual das cidades brasileiras, em especial as grandes cidades que servem como ponto de referência para suas respectivas regiões, clama por uma análise dos impactos constantes que são exercidos sobre o meio ambiente que ainda está em seu estado natural, situados dentro do meio antropizado que foi criado para atender as necessidades da sociedade.

Cursos hídricos são recursos chave desde a formação dos primeiros assentamentos humanos. Com a crescente pressão que a população exerce sobre eles o trabalho de estabilizar essa relação danosa se mostra como a principal forma de manutenção da qualidade para ambos coexistirem em harmonia.

No presente trabalho utiliza-se de bibliografias disponíveis que demonstram com métodos aceitos cientificamente para formas de análises do meio ambiente. Ele é necessário e se justifica devido ao atual momento da ciência que permite através de diversos *softwares* computacionais realizar trabalhos com precisão e obter resultados que ajudaram a moldar sistemas mais eficazes que tratam da relação entre o meio ambiente e o espaço urbano.

Esse trabalho tem como objetivo analisar os elementos de pressão antrópica exercidos em um segmento do córrego Cascavel em Goiânia.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Área de Preservação Permanente

Definida por lei desde a instituição do Código Florestal brasileiro (Lei nº4771/1965) em seu Art.2º, as áreas de preservação permanentes hoje já são amparadas pelo novo Código Florestal (Lei nº12.651/2012) no Art.4º como “áreas cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” assim definido pelo Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF). (BRASIL, 2019)

O Código Florestal no seu Art.4º especifica que;

- I - Nas faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:
- 30 m para cursos d'água de menos de 10 m de largura.

O estado de Goiás por meio do seu código florestal a Lei Ordinária nº18.104 de 2013 assume as áreas de preservação permanentes em par com a legislação Federal, ou seja, considerando um curso hídrico de até 10 metros de largura deverá ser demarcada uma área de 30 metros de extensão a partir de suas margens (GOIAS, 2013).

Ainda do ponto de vista legal tem-se que no município de Goiânia por meio da Lei Complementar Nº 171, de 29 de maio de 2007 que as APP's são definidas e demarcadas como “as faixas bilaterais contíguas aos cursos d'água temporários e permanentes, com largura mínima de 50 metros a partir das margens ou cota de inundação para todos os córregos”. Dessa definição as exceções são os cursos hídricos utilizados como fonte de abastecimento de água para a região (GOIÂNIA, 2007).

Sabendo das necessidades urbanas de ocupação de solo e como essas vem a afetar áreas ambientalmente frágeis, devido ao controle ineficiente por parte da máquina pública sobre algumas dessas zonas temos o aumento dos problemas ambientais. Nota-se que a problemática expande-se atingindo e causando variados fatores limitantes para sua adequada manutenção e conforme o especificado em lei (SOUSA, 2019).

De acordo com a Instrução Normativa nº2/2009 do governo do Estado de Goiás, intervenções ou supressão da vegetação em áreas de APP estão autorizadas se forem de utilidade pública ou interesse social, ou para realização de ações consideradas eventuais e de baixo impacto ambiental, se essas se encaixarem nos parâmetros da resolução CONAMA 369/2006. Legalmente o município de Goiânia nesse caso possibilita o direito de abrir certas

exceções por meio do Art.155 presente em seu plano diretor, que respalda a alteração do uso do solo desde que a Câmara Técnica de Planejamento entenda a ação como positiva para o município, o que se encaixa com as diretrizes propostas pelo Estado de Goiás. A criação de vias marginais aos corpos d'água como a que está em construção junto ao córrego Cascavel se encaixa nesse tipo de empreendimento (GOIÂNIA, 2007).

Portanto deve-se entender que se faz necessário atender às necessidades de uma zona de importância ambiental como uma APP, especialmente as que estão inseridas em contextos urbanos com maior rigor e cuidado técnico. De acordo com Campos e Matias (2012 apud CAMPAGNOLO et al., 2017), esforços isolados como são mais comumente realizados, em alguns casos não são suficientes para atender as necessidades e recuperar uma área degradada.

2.2 Impactos Físicos nos Limites Marginais de um Curso Hídrico

2.2.1 Supressão Vegetal

A supressão de vegetação pode ocorrer, de acordo com a legislação, apenas em casos específicos como definido pela Resolução CONAMA nº 369:2006. Entretanto segundo Tucci (2003 apud MARQUES, 2018), países em desenvolvimento tendem a realizar obras de drenagem e urbanização sem levar em conta a sustentabilidade.

O ignorar da sustentabilidade, quando se trata da supressão vegetal é fator gerador de impactos no solo, relacionado a sua estrutura e composição natural, ainda é adicionada a complicação da alteração dos ciclos biogeoquímicos em que a vegetação está sendo removida (RODRIGUES et al., 2020).

As APP's suprimidas também representam uma perda da qualidade de vida para a população de um município, pois os sistemas ambientais estão sempre trabalhando em sincronia, e a não-compreensão de que essas áreas fazem parte de um todo maior representando parte da cobertura vegetal presente em áreas já escassas de vegetação como os centros urbanos pode agravar problemas ambientais (DUARTE et al., 2017).

A perda de vegetação consequente da expansão urbana demonstra um agravante ambiental por si só, quando se entende as APP's como parte que corresponde a dois aspectos desse sistema.

Utilizando Goiânia como exemplo, existem em obras antrópicas, especialmente nas vias públicas que se encontram adjacentes a cursos hídricos da cidade, uma inconsistência do ponto de vista ambiental entre o que está proposto na legislação vigente e o que foi realizado na prática. Essa situação é possível de ser observada em pontos da cidade como a marginal

Botafogo, inclusive Campos et al. 2011 mencionam que a maioria das margens dos cursos hídricos em Goiânia já está sobre influência direta da ação antrópica.

Fatores, como a alta carga de pressão antrópica sobre os recursos naturais de natureza hídrica na cidade de Goiânia, apontam a necessidade da análise dos impactos causados sobre cursos hídricos de forma geral. O caso estudado é apenas um exemplo dos diversos rios e córregos que sofrem dessa problemática ambiental.

2.2.2 Efeitos na Permeabilidade do Solo

Solos com baixa permeabilidade são caracterizados dentro dos meios urbanos pela presença de materiais artificiais no ambiente como o cimento, a massa asfáltica e demais meios de cobertura do solo natural (MOURA e SILVA, 2015). Esses materiais são, portanto, a representação da interferência antrópica em nos meios naturais se encontram nos centros urbanos.

Consequente a essa mudança nos solos urbanos vem as dificuldades para recarga dos corpos hídricos que permeiam as cidades, essas dificuldades são transpostas e observadas por meio do aumento do número de enchentes, e a menor taxa de infiltração de um solo compactado pela construção civil.

As áreas de faixa bilateral dos cursos hídricos no contexto urbano deveriam representar a maior defesa ambiental para que a situação não saia de controle, entretanto segundo Alves e Ferreira, 2016, a ocupação urbana é um dos causadores do problema de impermeabilização do solo pelo uso inadequado das áreas urbanas.

2.3 Uso e Ocupação do Solo às Margens de Recursos Hídricos

Definir áreas para usos específicos durante o planejamento de um assentamento urbano é de suma importância para que, a longo prazo, a manutenção do equilíbrio ambiental na região da futura zona urbana seja mantida.

O município de Goiânia por meio de seu plano diretor classifica o uso do solo no Art.93 da Lei Complementar nº171/2007. Essa classificação é dada em 5 diferentes usos. No plano o uso do solo é separado como habitação (habitação unifamiliar, habitação geminada, habitação seriada, habitação coletiva), comércio (comércio varejista, comércio atacadista), prestação de serviço, indústria e institucional.

A utilização inadequada do solo em território brasileiro pode ser vista de acordo com Sampaio (2006) que demonstra os impactos da pressão antrópica advindos da alteração do uso de solo na região que cerca o Parque Nacional de Brasília (PNB), pelo parque ser rodeado por parte da zona norte da cidade de Brasília, foi possível a identificação das mudanças do uso de solo na região que passou de uma área de uso rural, para se tornar uma área de habitação urbana, conseqüentemente pressionando a área de preservação estabelecida para preservação do PNB.

Salazar (2015) estudou a influência na vulnerabilidade ambiental decorrente do uso e cobertura do solo no município de Formosa (GO), no estudo o autor conseguiu identificar com valores referentes a variação de área coberta por uma lista de classes definidas em sua metodologia, vulnerabilidade no município quanto ao uso do solo, e a área urbana foi um dos usos que liderou a lista de maior impacto sobre a região. Conclui-se, portanto, que a expansão desordenada dos espaços urbanos é um fator potencial de impacto na região. Nos cenários analisados o autor identifica através de análise histórica do crescimento da região que o crescimento urbano está ultrapassando os limites definidos pelo plano diretor do município o que configura uma inadequação legal, e contribui com o aumento dos impactos ambientais.

Vaeza et al. (2012) afirmam que o uso e manejo inadequado dos solos resultam em perdas ambientais, nas mais diversas áreas como o solo, água, matéria orgânica, desequilíbrio dos sistemas hídricos, entre outros. O mesmo estudo ainda coloca a ideia de que identificar o uso do solo deve ser a etapa primária para um diagnóstico ambiental.

Segundo Miller (2007, apud DAMAME, LONGO, DE OLIVEIRA 2019), as maiores cidades tendem, através do seu processo de expansão, a prejudicar o solo, florestas, áreas úmidas e habitats dos animais. Na região Centro-Oeste do Brasil o crescimento e desenvolvimento começou em consequência do crescimento agrícola. Neste contexto, a cidade de Goiânia em específico se tornou um ponto de referência na região, e essa atratividade impulsionou foi responsável pela expansão urbana da própria Goiânia (NASCIMENTO, DE OLIVEIRA 2015).

De acordo com o plano diretor da cidade de Goiânia o uso e ocupação do solo em seu território no Art.6º da Lei Complementar 171 de 2007 demonstra que da estratégia de ordenamento territorial o uso e ocupação de solo devem ser disciplinados e ordenados, devendo estar de acordo com a macro estruturação do município fundamentada nas características físico ambientais.

Um levantamento feito por Silva (2018), corrobora a afirmação de que o uso inadequado dos solos durante a expansão urbana das grandes cidades brasileiras tem afetado

o meio ambiente de forma a degradá-lo causando impactos como as crescentes inundações em fundos de vales que foram antropizados e a longo prazo o aparecimento de erosões que danificaram as estruturas antrópicas sobre os recursos naturais que também serão afetadas.

Os problemas ambientais gerados por vias expressas públicas, que incluem vias como as marginais Cascavel e Botafogo vão de erosão, supressão vegetal, assoreamento, alterações físico-químicas da água, como descritas por Silveira (2015).

Para fins de análise quanto ao uso do solo das áreas, foram definidas como área vegetada, vegetação arbórea e pastagem natural, área exposta que são trechos que perderam sua vegetação, e, portanto o solo está exposto, ou com gramíneas muito baixas na região, e por fim área antropizada, sendo essa toda parte que tenha sofrido interferência antrópica por meio de obras e atividades, comercial ou de habitação.

2.4 Monitoramento e Identificação de Impactos por Georreferenciamento

A definição de geoprocessamento segundo Santos e Morais (2014, apud. SILVA; Z Aidan, 2004) é de que são o agrupamento de conceitos, técnicas e métodos que através de outro agrupamento que fornece a instrução prática baseada em ciências cartográficas, planejamento urbano, meio ambiente e as ferramentas computacionais que agregam todos os conceitos em um só *software* que solucione problemas dessas áreas. As ferramentas a serem utilizadas são os softwares ArcGis 10.8 e Google Earth Pro, além de algumas fontes de dados brutos oriundos de satélites, como o Inpe e a USGS.

A dificuldade de integrar a realidade do ponto de vista ambiental ao social e as grandes particularidades de cada região também auxiliam no aumento da dificuldade de encontrar os fatores impactantes na associação entre ambiente e social. A importância dos sistemas de gerenciamento remoto e cartográficos e a peça vital para o auxílio da visualização e interpretação de características socioambientais no meio comum (SUBUSIANI, BETTINE, 2011).

A utilização de softwares de geoprocessamento demonstra cada vez melhores resultados. Em um estudo realizado no município de Labrea no Amazonas foi identificado e mapeado com o auxílio do *software* Arcgis 10.1. A análise do processo de supressão vegetal na região, obteve resultados quantitativos e qualitativos que auxiliam na compreensão da influência antrópica em cima do meio ambiente natural (RODRIGUES et al. 2020).

Santos e Morais (2014) conseguiram obter resultados através da análise de pontos geográficos em um estudo voltado ao monitoramento da qualidade de recursos hídricos,

utilizando a ferramenta Arcgis 10.0 os autores conseguiram identificar o estado de uma micro bacia, a carga de matéria antropizada que é direcionada aos cursos hídricos e ainda possibilitou-se gerar uma análise quantitativa e qualitativa da influência do meio urbano sobre o fluxo d'água analisado.

Na região metropolitana de Goiânia esse tipo de tecnologia foi utilizada por Brasil; Ferreira e Cardoso (2019) para realizar uma análise quantitativa quanto ao estado das APP's. O estudo possibilitou verificar a situação de uso e ocupação do solo, e com esses dados obteve resultados que permitiram detectar o alto nível de supressão vegetal nas áreas de preservação permanente da região. Esse estudo, segundo os autores, possibilita que as autoridades tenham ciência e dados para correção desse problema que afeta uma grande área com presença de recursos hídricos que deveria estar em seu estado natural.

3. METODOLOGIA

Para elaboração deste estudo a metodologia adotada foi subdividida em partes, sendo a primeira responsável por caracterizar e fornecer a base teórica para estruturação do trabalho, a segunda trata da análise de dados na área de estudo.

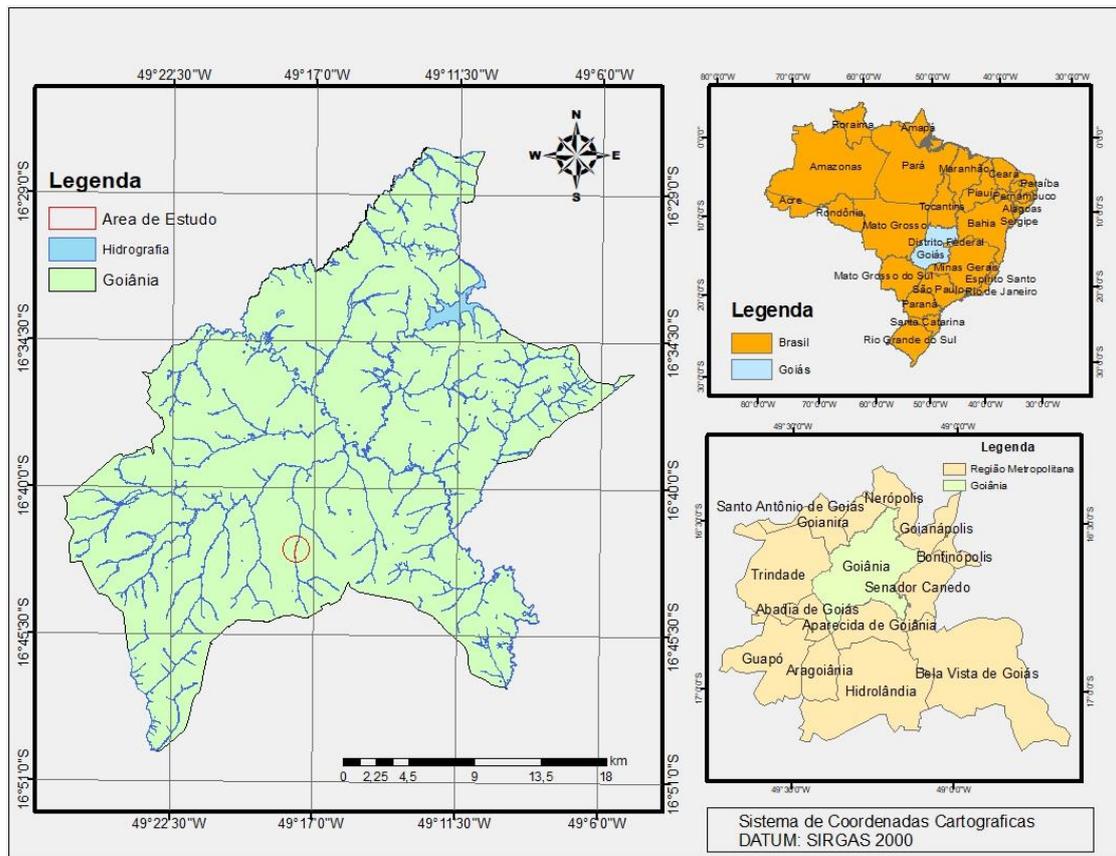
Na primeira parte o referencial teórico foi analisado por meio de ferramentas de buscas voltadas à área acadêmica, como Google Acadêmico, Scielo, repositórios universitários. As buscas também foram realizadas em leis, artigos e livros para complementar e agregar informações pertinentes ao tema analisado e reforçar o embasamento teórico.

A segunda parte do estudo foi subdividida em partes, a caracterização da área e o levantamento e análise de dados. A primeira fase foi realizada através do uso de *softwares*, sendo a primeira fase de caracterização da área de estudo utilizando a ferramenta para buscas de imagens de satélite Google Earth Pro. A segunda parte destinou-se ao tratamento dos dados, que foi realizado através do *software* ArcGis 10.8 para confecção de mapas.

3.1. Caracterização da área de estudo

O local de estudo está inserido na zona urbana do município de Goiânia-GO na região sudoeste da cidade que, segundo as estimativas do IBGE, para o ano de 2020, possui uma população estimada de 1.536.097 pessoas. O espaço territorial do município de Goiânia possui 728,841 km², como possível identificar na Figura 1.

Figura 1 – Mapa de Localização da Região Estudada



Fonte: Adaptado de IBGE (2021) e Município de Goiânia (2021).

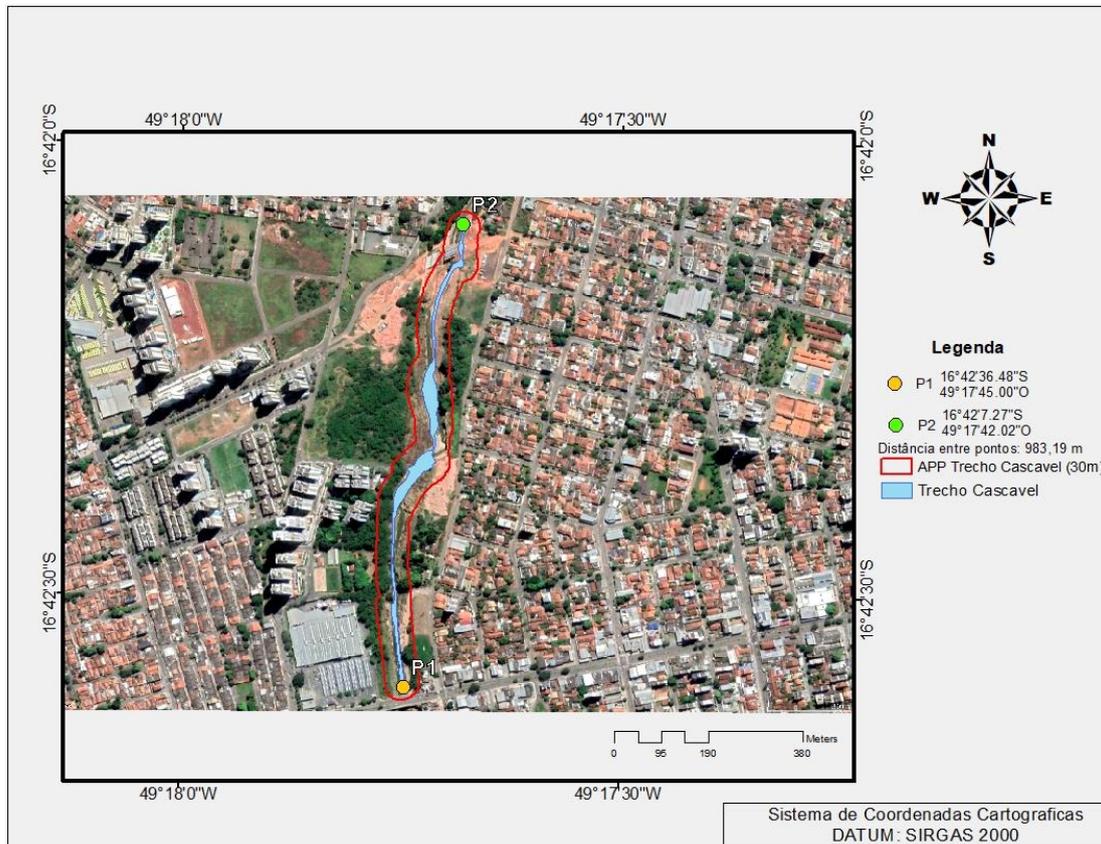
A figura trás a área de estudo em uma visão macro de sua geolocalização no território brasileiro, se encaminhando até o município de Goiânia, onde é exposto adicionalmente os dados cartográficos de hidrografia da região.

A área onde o estudo foi desenvolvido demonstrada por meio da Figura 2 tem como ponto de localização em coordenadas geográficas início no ponto 1 cuja latitude é $16^{\circ}42'36.48''S$ e longitude $49^{\circ}17'45.00''O$, e final no ponto 2 cuja latitude é $16^{\circ}42'7.27''S$ e longitude $49^{\circ}17'42.02''O$. O trecho destacado se trata de uma área que pertence a extensão do córrego Cascavel, sendo que este trecho em específico possui 983,19 m de comprimento.

O segmento estudado da margem direita a margem esquerda possui em praticamente todo a sua secção menos de 10 metros de largura, o que de acordo com a legislação configura a área de APP como 30 metros. Outras informações pertinentes ao córrego Cascavel são que este se encontra em uma região predominantemente de cerrado brasileiro, em uma área de alto índice de antropização decorrente do local estar em uma das regiões mais desenvolvidas do município, além de ser uma área de ligação entre a parte sul da região metropolitana de

Goiânia e alguns pontos de interesse da cidade como o centro e outros bairros de maior relevância.

Figura 2 – Mapa de Localização do Trecho Estudado



Fonte: Adaptado de IBGE (2021) e Município de Goiânia (2021).

Na Figura 2 é possível ver a localização do trecho objeto do estudo assim como informações de relevância, como por exemplo as coordenadas do ponto de início e do ponto final da extensão do segmento analisado, assim como uma representação do espaço que deveria estar inserida as faixas laterais que formam a APP do córrego.

A altitude do local é de aproximadamente 752 m, o solo na região é do tipo latossolo vermelho-amarelo distrófico, a vegetação classificada como savana brasileira, e o tipo de solo da região de acordo com a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais já é predominante a influência urbana.

3.2. Levantamento de dados e análises

Utilizando as imagens de satélite e, com auxílio do software ArcGis 10.8, estabeleceu-se um comparativo entre os anos de 2002, 2007, 2013 e 2020. Tanto para largura da faixa bilateral como para o uso e ocupação do solo, foram utilizados o método de *maximum likelihood classification*.

Para análise da faixa bilateral de APP com base no método de Ávila e Oliveira (2013), será levantado o *buffer* sobre o *shapefile* do recurso hídrico em questão, sempre seguindo as recomendações da legislação vigente para definir o tamanho do *buffer* a ser gerado de margem a margem. Acrescentado ao método anterior será feita através da calculadora geométrica do *software* a análise relativa à perda ou ganho de vegetação na faixa bilateral de APP do trecho e comparar sua dimensão às exigências mínimas estabelecidas pela legislação.

A respeito do uso e ocupação do solo na região do trecho foram analisados a presença de vegetação nativa, rasteira e construções que são os elementos de maior destaque na área de fundo de vale do ponto escolhido. As imagens utilizadas foram obtidas através do *software* Google Earth Pro. Posteriormente foram georreferenciadas no ArcGis 10.8 e então foi realizada a separação dos indicadores por meio da classificação de imagem (*image classification*) com o método *maximum likelihood classification* utilizado por Gevana et al. (2015) e por Sun et al. (2013).

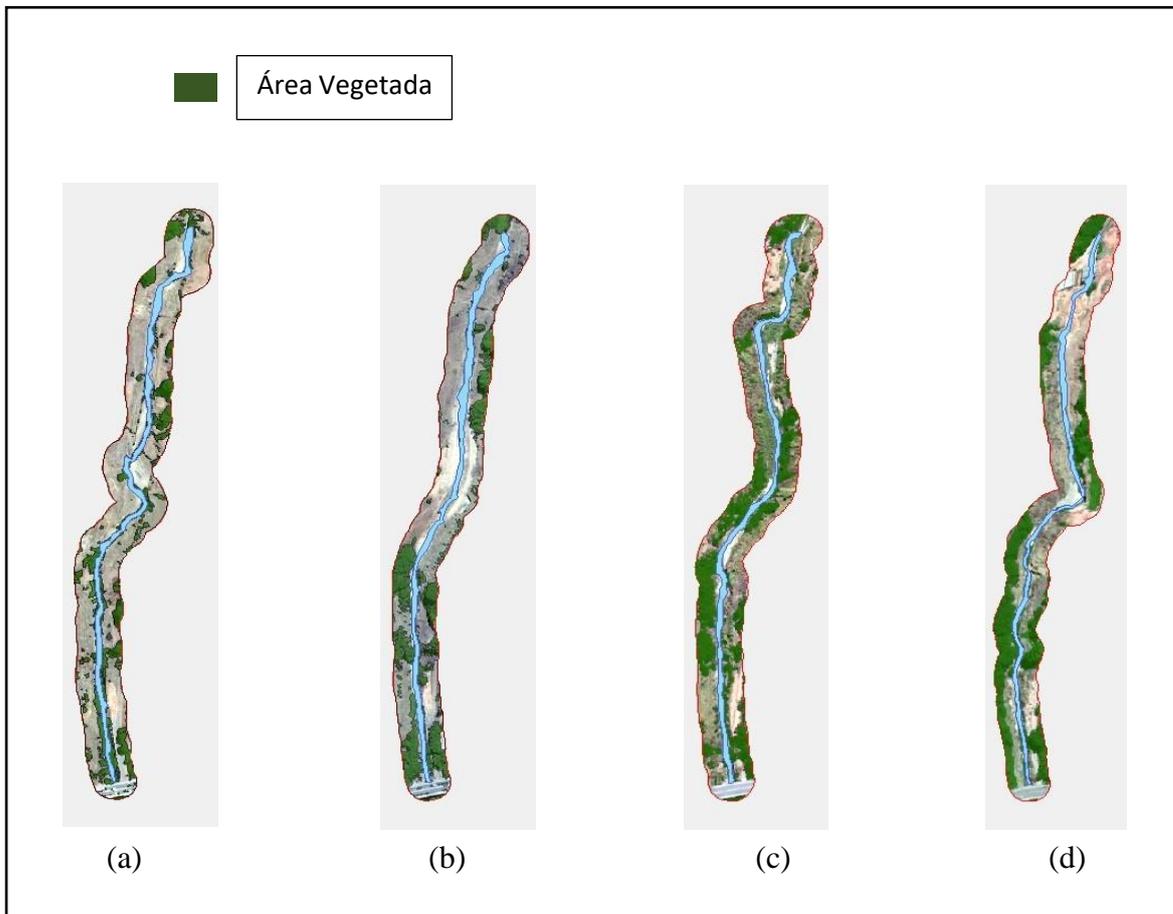
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Faixa Bilateral de APP

A seguir está apresentada na Figura 3 o mapeamento de áreas vegetadas dentro da faixa bilateral de APP (30 m) do trecho analisado.

Figura 3 – Área vegetada na faixa bilateral de APP

(a) – 2002; (b) – 2007; (c) – 2013; (d) – 2020

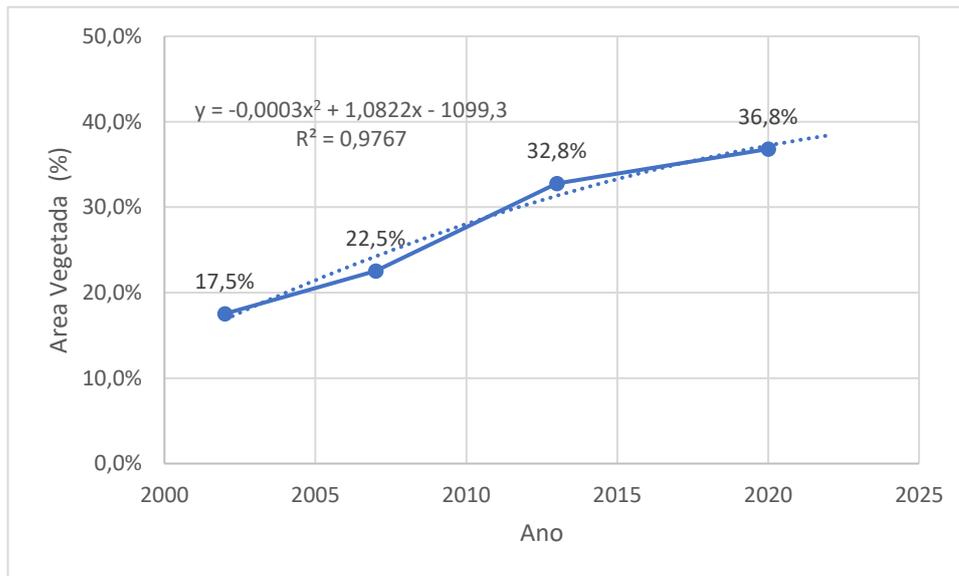


Através da Figura 3 onde as áreas com vegetação adequada estão hachuradas em verde, é possível perceber com clareza visual o tamanho do déficit de vegetação nativa ao longo deste trecho do córrego Cascavel.

Após a verificação por meio de cálculos sobre a quantidade de área vegetada (expressa em verde) constatou-se que no ano de 2002 o total era de 11403m² (17,5%) da área de APP. No ano de 2007 o valor foi de 13770,2m² (22,5%). O ano de 2013 apresentou o quantitativo total de 20956,1m² (32,8%) de área propriamente vegetada. Por fim temos o ano de 2020 que

mostrou 24343,3m² (36,8%). De acordo com os números obtidos é possível gerar graficamente uma previsão linear, que sequencial ao que os valores obtidos no ArcGis indicam demonstram o aumento da vegetação na faixa bilateral do trecho como pode ser observada na Figura 4 a seguir.

Figura 4 – Gráfico da porcentagem de área vegetada na faixa bilateral de APP ao longo dos anos em trecho do Córrego Cascavel.



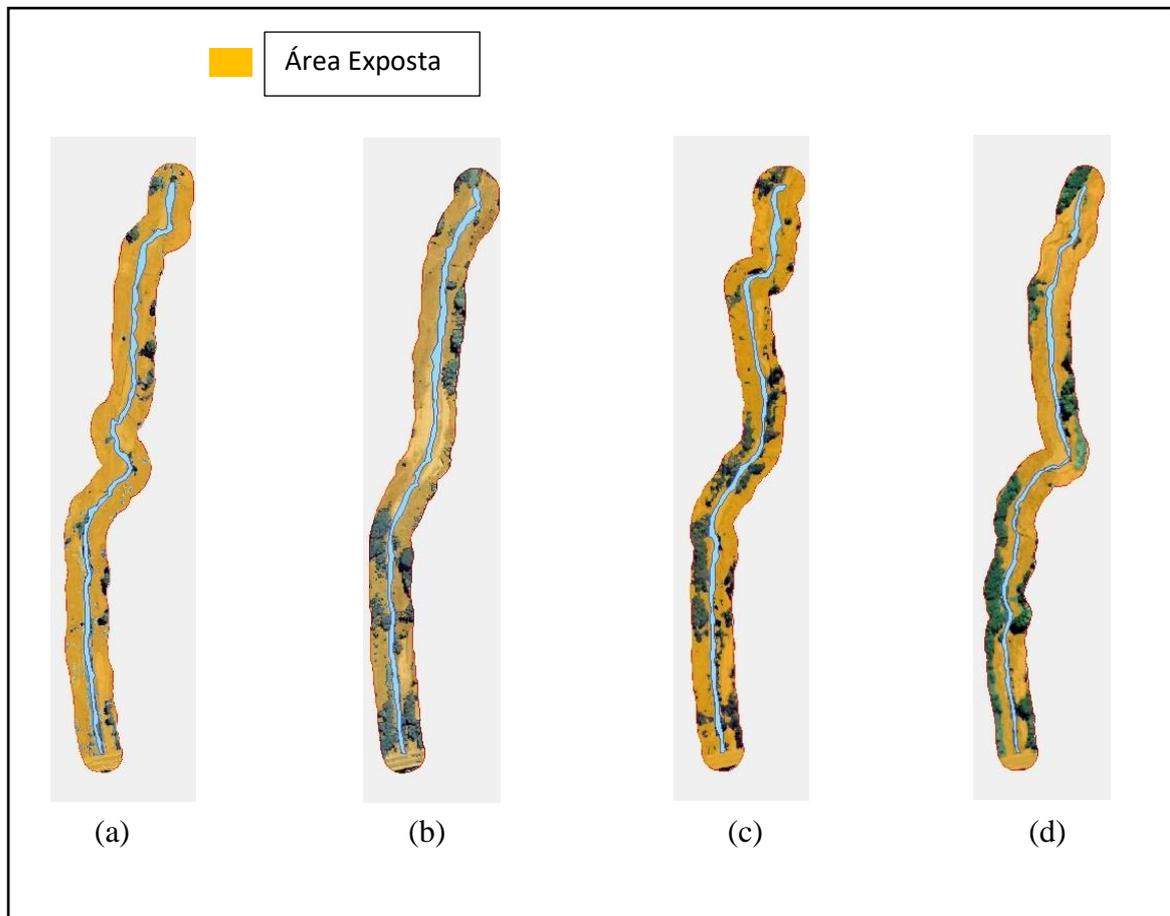
Apesar do aumento da área vegetada ocorrido no período analisado de quase 20% em 18 anos pode parecer o suficiente, entretanto quando é considerado o valor de início 11403m² (17,5%) esse aumento se torna irrisório e insuficiente, é preciso entender a necessidade e funcionalidade da faixa de APP para um curso hídrico e de acordo com a legislação ambiental, no caso a Lei Complementar N° 171, de 29 de maio de 2007 que define a faixa de 30 m sobre os trechos de cursos hídricos com as características do Cascavel e que necessariamente deveria estar 100% preenchida de vegetação natural. Esses valores, portanto, demonstram um ainda enorme déficit de 41765,4m² (63,2%) de vegetação que devem ser inseridas no trecho.

Em uma projeção para os próximos 5 anos a partir do valor obtido para o ano de 2020 no ritmo atual de aumento o valor superaria 50%, mais especificamente o valor seria de 52,96% ou em números brutos 35.011,2m² de área o que ainda não atende a legislação e implicam para os trechos urbanos a inviabilidade do ritmo atual de recomposição vegetal.

A Figura 5 a seguir mostra o oposto da análise anterior, ou seja, o mapa de área não vegetada para o mesmo trecho da Figura 3.

Figura 5 – Área não vegetada na faixa bilateral de APP

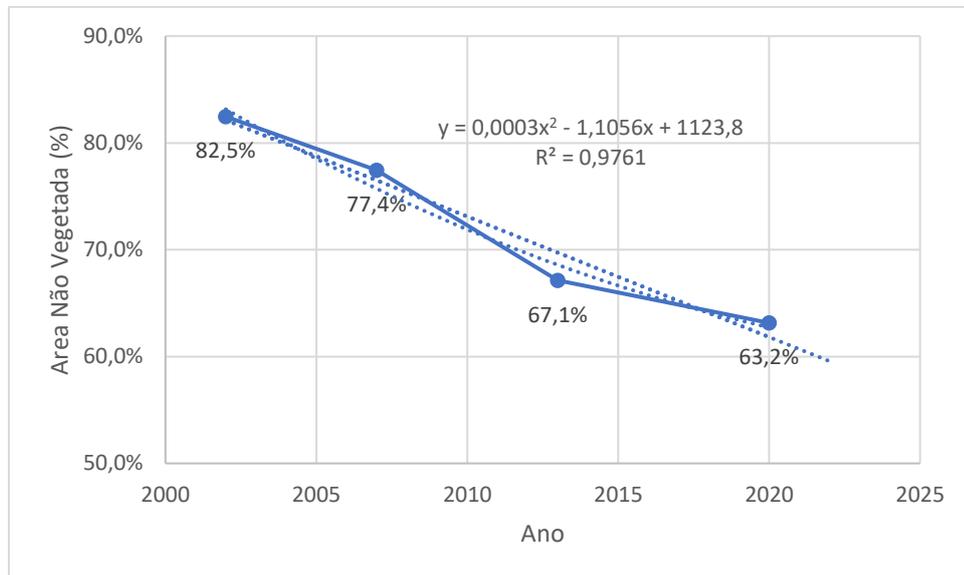
(a)– 2002; (b) – 2007; (c) – 2013; (d) – 2020



A figura deixa de forma impactante o retrato da faixa bilateral em curso hídrico dentro do município de Goiânia, onde as partes hachuradas na cor amarela representam o espaço de APP não vegetado, ou seja, a área de app irregular perante a legislação vigente.

Analisando a figura numericamente ao fazer o contraste entre área vegetada e não vegetada (delimitada em amarelo) no trecho encontramos que a área exposta na faixa bilateral está retrocedendo com o passar dos anos. No ano 2002 o valor obtido foi de 53.637,8m² (82,5%), 2007 houve uma diferença de aproximadamente 5%, o que indica um total de 47.294,3m² (77,4%). Para o ano de 2013 os números foram menores em aproximadamente 10% do ano anterior 42.907,3m² (67,1%). Para o ano final analisado 2020 o valor foi de 41.765,4m² (63,2%) o que indica apenas 4% de diferença para a análise de 2013. Gráficamente a diferença de área não vegetada pode ser vista na Figura 6.

Figura 6 –Porcentagem de área não vegetada na faixa bilateral de APP ao longo dos anos em trecho do Córrego Cascavel.



Semelhante a figura de área vegetada esse gráfico demonstra o inadequado e insuficiente ritmo em que acontece a revegetação das áreas de APP em trechos urbanos da cidade de Goiânia, visto que essa ausência de área vegetada se repete em outros pontos da cidade, como visto por Campos em 2011 no córrego Botafogo.

A perspectiva de recuperação total do trecho a fim de atender a Lei Complementar Nº 171/2007 pode ser comparada aos resultados obtidos por Leite et al. (2020), onde também foram identificadas áreas com déficit na área vegetada ao longo dos corpos d'água na Serra da Mantiqueira.

Os valores de previsão linear para que seja possível trazer a zero a área não vegetada nos padrões de redução apenas deste trecho específico indicam que apenas em meados de 2072, o que são basicamente 50 anos à frente para que esse valor chegue a zero, em números de área seriam 50 anos para que os 66.108,8m² de área estejam devidamente adequados aos preceitos legislativos.

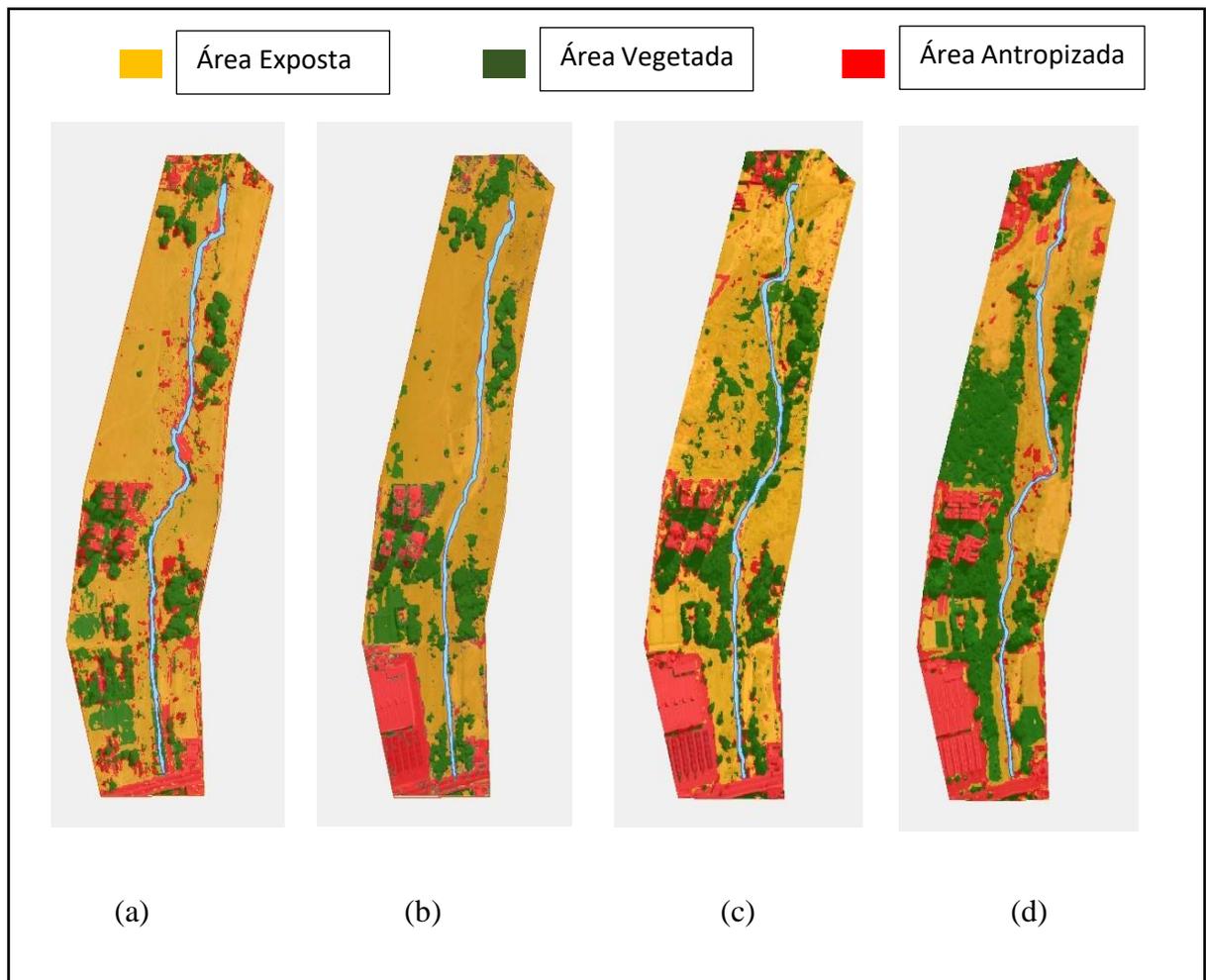
4.2 Uso e ocupação do Solo

O seguimento uso do solo traz a distinção e mapeamento com mapas e valores percentuais de uso do solo em uma região expandida do trecho estudado, sendo a distinção feita em área vegetada (verde), área exposta (amarelo) e área antropizada (vermelho) em uma

área total de 239.880 m² que representa a área de fundo de vale do trecho, vide descrito em forma de mapa na Figura 7.

Figura 7 – Evolução do uso e ocupação do solo

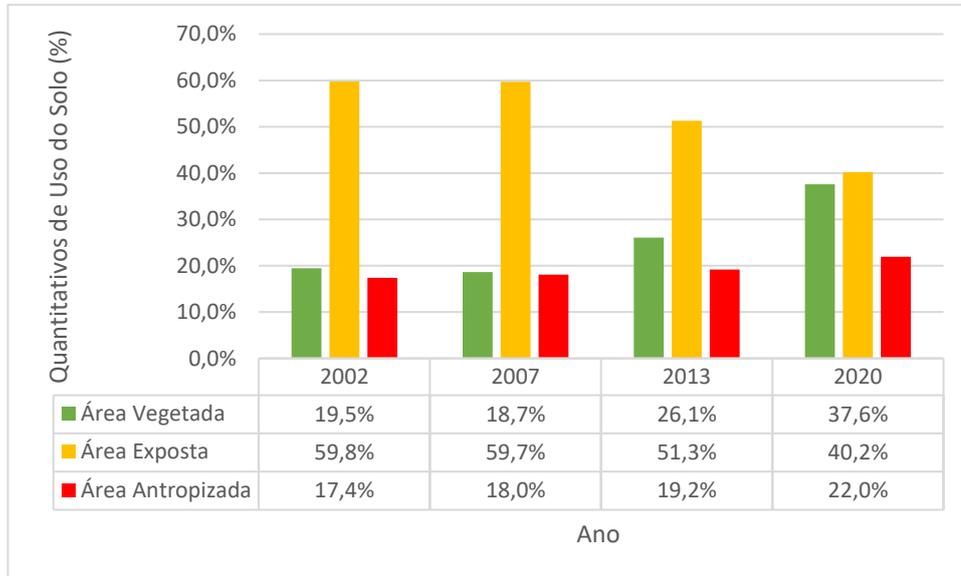
(a)– 2002; (b) – 2007; (c) – 2013; (d) – 2020



Quanto aos valores percentuais ao longo dos anos de uso do solo na região do trecho do córrego Cascavel analisado, é possível constatar a redução da área exposta com o passar dos anos, assim como o aumento considerável da área antropizada entre 2002 e 2007 com a implementação de uma unidade de um supermercado na área.

A Figura 8 mostra os valores percentuais em comparação da variação dos fatores estudados nos respectivos anos.

Figura 8 – Porcentagem do Uso e Ocupação do Solo nos anos analisados.



A Figura 8 expandidas da faixa bilateral para o fundo de vale do trecho os números demonstram valores muito próximos em porcentagem, entretanto utilizando os dados de área vegetada no ano de 2020 como exemplo temos uma diferença proporcional muito grande entre os 37,6% encontrados para o fundo de vale e os 36,8% da faixa bilateral, essa diferença em metros quadrados totaliza 27.324,20 m² a mais no fundo de vale.

Silva e Schwingel (2021) analisaram os efeitos do crescimento populacional sobre os corpos hídricos na bacia do rio Camboriú, no estudo foram relatados altas taxas relativas a presença e ao estado da mata riparia ao longo dos cursos hídricos em estado mediano para ruim, com um decréscimo de 11% da quantidade total de área natural.

Diferente do segmento específico de faixa bilateral onde o crescimento da porcentagem de área vegetada foi irrisório comparado ao recomendado pela lei, o fundo de vale ainda está longe do ideal e segundo Mendonça e Barros em 2002 entendem que é impossível restituir toda a vegetação em áreas de fundo de vale nos meios urbanos, porém é preciso e possível a revegetação com espécies adequadas em certas áreas como no caso do

trecho estudado, o que ocorreu com a revegetação em espaços abertos desde o ano de 2002 e que não apresentaram estar expostos nos anos seguintes.

A revegetação destes espaços abertos de solo exposto são a maneira ideal nos centros urbanos para mitigar problemas ambientais, o fato de as áreas antropizadas estarem estáveis ao decorrer dos anos também ajuda, assim como legislações que coloquem sobre quem está implementando nesse tipo de espaço um negócio a responsabilidade de zelar pelo entorno, e nesse caso apesar dos números inadequados na faixa bilateral e notável o aumento da vegetação como um todo na região adjacente ao maior empreendimento implementado em seus anos pós instalação.

Na área a jusante do trecho também é notável o aumento de área vegetada, essa por sua vez não apresenta ocupação por privados, portando subentende-se que foi de iniciativa pública a melhora na preservação do ambiente neste segmento do córrego Cascavel.

O mapeamento de uso do solo é possível enxergar uma diminuição considerável da quantidade de área puramente exposta no trecho, entretanto o problema ambiental persiste devido ao não acompanhamento integral do crescimento de área vegetada no fundo de vale, as áreas antropizadas continuam existindo junto aos cursos hídricos nos espaços urbanos de Goiânia.

5. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos após análise dos dados encontrados nos permitem observar alguns padrões que os cursos hídricos tendem a apresentar quando inseridos no meio urbano.

Durante o período analisado que se iniciou em 2002 e foi até o ano de 2020 foi possível observar um aumento da quantidade de vegetação dentro da área de fundo de vale do trecho analisado, o que sugeria um bom resultado do ponto de vista ambiental. Colocado sob uma ótica mais específica sob o curso d'água por meio de suas faixas bilaterais de vegetação, a análise toma outro rumo, os valores que a Lei Complementar Nº 171, de 29 de maio de 2007 define devem ser nada menos que 100% de área coberta por vegetação nativa nas faixas bilaterais de APP (30 metros), no trecho foram encontrados valores superiores a 60% de solo exposto.

Notável problemática do segmento assim como a quantidade de solo exposto na faixa bilateral é o uso do solo na área de fundo de vale, a área de transbordo do curso hídrico está com um total de 22% de sua área ocupada pelo que foi chamado de área antropizada, se adicionarmos a contagem sobre áreas não vegetadas a extensão dos danos sobe para 62,2%.

Buscando entrar em acordo com o conjunto de leis ambientais brasileiras referentes as faixas bilaterais de APP derivadas do Código Florestal (Lei nº12.651/2012), se faz necessário a recuperação com o uso de plantas nativas da região para o trecho estudado, assim como a manutenção em bom estado desta mesma vegetação a fim gerar um ambiente de qualidade para os recursos naturais de Goiânia.

A partir destes dados encontrados podem ser também nominadas algumas recomendações para região analisada, é necessário em locais como o que está o segmento estudado que é reconhecido como área sujeita a inundação respeitar os limites da área de cheia do curso hídrico. O trecho também apresenta carência quanto as suas faixas bilaterais que são de suma importância para preservação do corpo d'água visto que erosões já podem ser avistadas no decorrer do trecho.

Para a recuperação ambiental do trecho analisado do córrego Cascavel, inicialmente deve-se trabalhar o aumento no ritmo de recuperação ambiental que está consideravelmente lento. Formas de mitigar o problema de ausência de vegetação seria a inclusão da comunidade por meio de iniciativas do poder público, em especial do município de Goiânia que visam o plantio de espécies nativas nas margens de rios e córregos da cidade. A inserção dos

empreendimentos situados nos arredores dos trechos também auxiliaria em um resultado mais rápido de recuperação da área.

Seria de suma importância para o município, levantar por meio de estudos de caso, a situação das larguras mínimas das faixas bilaterais de APP, assim como o estado em que se encontra a vegetação nativa nestas faixas que margeiam os cursos hídricos na zona urbana de Goiânia.

REFERÊNCIAS

ÁVILA, W. R. D. E.; OLIVEIRA, LCN de. Uso do Quantum GIS e Google Earth para delimitação e análise de áreas de preservação permanentes da sub-bacia do córrego Água Branca em Goiânia. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil**, v. 13, 2013.

ALVES, Gabriel Mikael Rodrigues; FERREIRA, Marta Felícia Marujo. Uso do solo em Áreas de Preservação Permanente (APP) na bacia do córrego do Pântano, município de Alfenas-MG. **Revista de Geografia-PPGEO-UFJF**, v. 6, n. 4, 2016.

BRASIL, Joildes; FERREIRA, Manuel Eduardo; CARDOSO, Murilo Raphael Dias. AVALIAÇÃO PRELIMINAR DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTES DA REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA, GOIÁS.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o novo código florestal brasileiro.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=489>>. Acesso em: 08 abr. 2021.

CAMPAGNOLO, Karla et al. Área de preservação permanente de um rio e análise da legislação de proteção da vegetação nativa. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 3, p. 831-842, 2017.

CAMPOS, Agostinho Carneiro. LEVANTAMENTO QUANTITATIVO E IDENTIFICATIVO DAS ESPÉCIES VEGETAIS DA VIA MARGINAL BOTAFOGO NO MUNICÍPIO DE GOIÂNIA, GOIÁS.

DAMAME, Desiree Baldin; LONGO, Regina Marcia; DE OLIVEIRA, Everton Dias. Impactos ambientais pelo uso e ocupação do solo em sub bacias hidrográficas de Campinas, São Paulo, Brasil. **Acta Brasiliensis**, v. 3, n. 1, p. 1-7, 2019.

DA SILVA, Danielle Fernanda Alves; SANTOS, George Henrique Silva; DE SOUZA, Harley Anderson. DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DO CÓRREGO BOTAFOGO EM GOIÂNIA: UM ESTUDO DE CASO REALIZADO POR ACADÊMICOS DE DIREITO DA PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS.

DA SILVA MOURA, Erika Fernanda; DA SILVA, Simone Rosa. Estudo do grau de impermeabilização do solo e propostas de técnicas de drenagem urbana sustentável em área do Recife-PE. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, v. 3, n. 15, 2015.

DOS SANTOS, Tiago Pereira; DE MORAES, Liliane Milani. Aplicação de ferramentas de geoprocessamento no auxílio do monitoramento da qualidade dos recursos hídricos em Silveira Martins. ***Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental***, v. 18, n. 1, p. 467-482, 2014.

DUARTE, Taíse Ernestina Prestes et al. O papel da cobertura vegetal nos ambientes urbanos e sua influência na qualidade de vida nas cidades. ***Desenvolvimento em Questão***, v. 15, n. 40, p. 175-203, 2017.

GEVANA, Dixon et al. Land use characterization and change detection of a small mangrove area in Banacon Island, Bohol, Philippines using a maximum likelihood classification method. ***Forest science and technology***, v. 11, n. 4, p. 197-205, 2015.

GOIÁS. Lei n. 18.104 de 18 de julho de 2013. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, institui a nova Política Florestal do Estado de Goiás e dá outras providências. *Diário Oficial de Goiás, Poder Executivo, GO*, 23 jul. 2013.

GOIÂNIA. Lei Complementar n° 171, de 29 de maio de 2007. Plano Diretor de Goiânia. *Diário Oficial do Município de Goiânia*, n. 4147 de 26 de junho de 2007.

INÁCIO DA SILVEIRA, Dione. PRESSÃO URBANA SOBRE AS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E RECURSOS HÍDRICOS—UM ESTUDO DE CASO DA MICROBACIA DO RIO DAS ANTAS, ANÁPOLIS, GO. 2015.

LEITE, Leandro Henrique et al. Permanent preservation areas in Mantiqueira sierra: perspectives for regularization along watercourses. *Revista Ambiente & Água*, v. 15, 2020.

MARQUES, Anna Carolina Gastmaier. Estudo hidrogeológico de uma lagoa natural em área de preservação permanente (APP) urbana e a influência dos níveis freáticos nas construções. 2018.

MENEZES, Paulo Henrique Bretanha Junker. Avaliação do efeito das ações antrópicas no processo de escoamento superficial e assoreamento na Bacia do Lago Paranoá. 2010.

NASCIMENTO, Diego Tarley Ferreira; DE OLIVEIRA, Ivanilton José. Mapeamento do processo histórico de expansão urbana do município de Goiânia-GO. *GEographia*, v. 17, n. 34, p. 141-167, 2015.

RODRIGUES, Ana Beatriz Matos et al. Análise multitemporal da supressão vegetal com o uso de georreferenciamento. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental*, v. 14, n. 3, p. 286-293, 2020.

SALAZAR, JUAN PABLO CATAMUSCAY. Determinação de cenários futuros de uso e cobertura do solo e sua influência na vulnerabilidade ambiental: o caso do Município de Formosa–Goiás. 2015.

SALLES, Maria Clara Torquato; GRIGIO, Alfredo Marcelo; SILVA, Márcia Regina Farias da. Expansão urbana e conflito ambiental: uma descrição da problemática do município de Mossoró, RN-Brasil. *Sociedade & Natureza*, v. 25, n. 2, p. 281-290, 2013.

SAMPAIO, C. DA S. USO DO SOLO NO ENTORNO DO PARQUE NACIONAL DE BRASÍLIA: UMA ANÁLISE MULTITEMPORAL. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 58, n. 2, 11.

SEBUSIANI, Helena Rennó Vianna; DO CARMO BETTINE, Sueli. Metodologia de análise do uso e ocupação do solo em micro bacia urbana. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, v. 7, n. 1, 2011.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE GOIÁS. Estado de Goiás. Ato Normativo nº 002, de 19 de maio de 2009. Autoriza a Intervenção ou Supressão de Vegetação em Áreas de APP's. Disponível em: <https://supremoambiental.com.br/wp-content/uploads/2018/07/instrucao-normativa-n-002-semarh-2009-autoriza-a-intervencao-ou-supressao-de-vegetacao-em-areas-de-app-s.pdf>. Acesso em: 8 abr. 2021

SILVA, Dafne Duani Pereira da; SCHWINGEL, Paulo Ricardo. Spatial-temporal variation in land use in a coastal watershed under pressure of population growth. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 2021.

SOUSA, Willyane Ferreira de et al. O uso e ocupação em Área de Preservação Permanente-APP-O caso de Lavras de Mangabeira-CE. 2019.

SUN, Jiabo et al. Automatic remotely sensed image classification in a grid environment based on the maximum likelihood method. **Mathematical and Computer Modelling**, v. 58, n. 3-4, p. 573-581, 2013.

TUCCI, C. E. M. Drenagem Urbana. *Ciência & Cultura*, São Paulo, v.55, n.4, 2003.

VAEZA, Rafael Franco et al. Uso e ocupação do solo em bacia hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução. **Floresta e Ambiente**, v. 17, n. 1, p. 23-29, 2012.