

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

FERNANDO HENRIQUE ZARAN MOREIRA

**AVALIAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA DO RIBEIRÃO
CAFEZAL UTILIZANDO FERRAMENTA DE CLASSIFICAÇÃO TEMÁTICA DE
IMAGENS**

LONDRINA

2022

FERNANDO HENRIQUE ZARAN MOREIRA

**AVALIAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA DO RIBEIRÃO
CAFEZAL UTILIZANDO FERRAMENTA DE CLASSIFICAÇÃO TEMÁTICA DE
IMAGENS**

**EVALUATION OF SOIL USE AND OCCUPATION IN THE RIBEIRÃO CAFEZAL
BASIN USING THEMATIC CLASSIFICATION TOOL OF IMAGES**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Prof. Dra. Kátia Valéria Marques Cardoso Prates

Coorientador(a): Prof. Dr. Maurício Moreira dos Santos.

LONDRINA

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

FERNANDO HENRIQUE ZARAN MOREIRA

**AVALIAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA DO RIBEIRÃO
CAFEZAL UTILIZANDO FERRAMENTA DE CLASSIFICAÇÃO TEMÁTICA DE
IMAGENS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Data de aprovação: 07/dezembro/2022

Aulus Roberto Romão Bineli
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina

Edson Fontes de Oliveira
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina.

Kátia Valéria Marques Cardoso Prates
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina.

LONDRINA

2022

⋮

Dedico este trabalho à minha família e a todos que fizeram parte desta jornada, fiquem tranquilos, vou provar que tudo isso não foi em vão.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente eu gostaria de agradecer aos meus pais, Unger e Neuzi, os quais tornaram possível este momento, pois, proveram tudo do bom e do melhor para o meu crescimento e desenvolvimento.

Agradeço ao meu irmão Cezar e a sua família, Samantha e Sandra, pois, sem eles este trabalho e o passo que eu estou dando ao finalizá-lo não seriam possíveis.

Agradeço à minha tia Luci, que é muito mais que a minha tia, é a minha segunda mãe. Graças ao esforço e presença dela, pude me dedicar à elaboração deste trabalho.

Agradeço à minha família de Londrina, meus parceiros Fuzeto, Camilosa, Vitinho (Da Bota), Luti, Trotta e Netinho, vocês tornaram essa experiência muito mais enriquecedora e fantástica.

Um agradecimento especial à minha orientadora, a Dra Kátia Prates, graças a sua perseverança, paciência e empatia, este trabalho foi concretizado. Gostaria de deixar claro a importância da sua participação na minha vida, afinal, foi devido a sua intervenção que eu consegui superar esta etapa.

Agradeço às companheiras Larissa e Stephanie, que ofereceram os seus conhecimentos para a conclusão deste trabalho.

Agradeço a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pois, a mesma forneceu a estrutura e o conhecimento necessário para que este momento chegasse.

*A vida é loka, nêgo, e nela eu tô de passagem.
(Racionais MC's - Vida Loka - Parte II)*

RESUMO

MOREIRA, Fernando Henrique Zaran. **Avaliação do uso e ocupação do solo da bacia do Ribeirão Cafezal utilizando ferramenta de classificação temática de imagens**. 2022. 31p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária). – Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2022.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a evolução do uso e ocupação do solo na bacia do Ribeirão Cafezal, cuja importância é sumária para os municípios de Londrina e Cambé, afinal trata-se de um dos principais mananciais da região, responsável por cerca de 40% do abastecimento. Para análise foi realizada a partir da criação de cartas de uso e ocupação de solo, com os dados cedidos pela plataforma MapBiomas. O período de avaliação empregado foi de 1985 a 2020, separados em intervalos de 5 anos, os quais revelaram o aumento da área urbana presente na bacia de 11,93%, cerca de 24,61 ha, e a diminuição da área rural em 11,98%, por volta de 24,71 ha, o que sugere uma transformação da paisagem, primeiramente rural para uma paisagem urbana. Logo é sugerido que haja uma reavaliação das medidas de gerenciamento empregadas no manejo da bacia, pois, as características de ocupação, antes exclusivamente rurais, estão sendo alteradas e substituídas por aspectos urbanos e com isso os enfoques da gestão devem se adequar a esta nova realidade.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica; Análise temporal; MapBiomas.

ABSTRACT

MOREIRA, Fernando Henrique Zaran. **Evaluation of soil use and occupation in the Ribeirão Cafezal basin using thematic classification tool of images**. 2022. 31p. Course Conclusion work (Bachelor of Environmental Engineering); - Environmental Engineering Graduation, Federal Technological University of Parana (UTFPR). Londrina, 2022.

The present study aimed to evaluate the evolution of land use and occupation in the Ribeirão Cafezal basin, whose importance is brief for the municipalities of Londrina and Cambé, after all it is one of the main sources of water in the region, responsible for about 40 % of supply. The analysis was carried out based on the creation of land use and occupation charts, with data provided by the MapBiomias platform. The evaluation period used was from 1985 to 2020, separated into 5-year intervals, which revealed an increase in the urban area present in the basin of 11.93%, about 24.61 ha, and a decrease in the rural area by 11.98%, around 24.71 ha, which suggests a landscape transformation, primarily rural to an urban landscape. Therefore, it is suggested that there is a reassessment of the management measures used in the management of the basin, since the characteristics of occupation, previously exclusively rural, are being changed and replaced by urban aspects and, therefore, the management approaches must adapt to this new reality.

Keywords: Hydrographic basin; Anthropic action; MapBiomias.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma do processo metodológico da plataforma MapBiomias.	19
Figura 2 - Localização geográfica da bacia hidrográfica do Ribeirão Cafezal..	20
Figura 3 – Fluxograma do processo metodológico empregado no estudo.	21
Figura 4 - Paleta de cores e legenda das classes empregadas nos mapas.....	22
Figura 5 - Mapas temáticos de uso e ocupação de solo, dos anos: (a) 1985; (b) 1990; (c) 1995; (d) 2000; (e) 2005; (f) 2010; (g) 2015; (h) 2020.....	23
Figura 6 – Gráfico comparativo das áreas rurais e áreas urbanas.	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores percentuais das áreas classificadas no período de 35 anos.	24
Tabela 2 - Diferença percentual das classes agrupadas.	25
Tabela 3 - Dados populacionais dos municípios de Rolândia, Cambé e Londrina.....	26
Tabela 4 – Áreas em hectare e percentuais das classes: Outras lavouras temporárias, Soja e Café, durante o período estudado.	27

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	15
2.1	Objetivo geral	15
2.2	Objetivos específicos	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1	Bacias hidrográficas	16
3.1.1	Uso e ocupação do solo de bacias hidrográficas	16
3.1.2	Sensoriamento remoto na análise do uso e ocupação do solo	17
3.1.3	Plataforma MapBiomias	18
4	MATERIAIS E METODOS	20
4.1	Caracterização da área de estudo	20
4.1.1	Bacia hidrográfica do Ribeirão Cafezal	20
4.2	Construção de mapas temáticos de uso e ocupação de solo	21
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
	REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

A qualidade da água é um fator determinante para o bem-estar dos seres vivos, sendo a poluição um dos impactos ambientais mais graves, pois, provoca mudanças nas suas características químicas, físicas e biológicas, interferindo na sua qualidade e impossibilitando o seu consumo (AGUIAR et al., 2002). A diminuição da qualidade do recurso hídrico também contribui para a degradação do ecossistema como um todo, refletindo na qualidade de vida dos organismos ali presentes (POMPEO et al., 2015), visto que a água se constitui como um elemento essencial para todos os segmentos da vida. É uma substância constantemente utilizada em diversas atividades humanas, como: manutenção do organismo, solvente universal, higienização, geração de energia, lazer, entre tantos outros fatores importantes.

Para a Organização Mundial da Saúde (OMS) e seus países membros, “todas as pessoas, em quaisquer estágios de desenvolvimento e condições socioeconômicas têm o direito de ter acesso a um suprimento adequado de água potável e segura”. “Segura”, neste contexto, refere-se a uma oferta de água que não represente um risco significativo à saúde, que tenha quantidade suficiente para atender a todas as necessidades domésticas e industriais, que seja disponível continuamente e que tenha um custo acessível (ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE, 2009).

Segundo Taebi, Droste, (2004), Poff et al, (2006) e Nunes e Roig, (2015), a forma como se faz a ocupação do solo em bacias hidrográficas pode comprometer a sua integridade. O uso do solo, tanto no ambiente urbano como rural, se faz cada vez mais intensivamente. O desmatamento, por exemplo, pode levar ao surgimento de feições erosivas e assoreamento dos corpos hídricos. No caso específico do ambiente urbano, ocorre diminuição da recarga do lençol freático em função da impermeabilização do solo por conta da pavimentação, interferindo diretamente no nível base do corpo hídrico. Outro aspecto relacionado, é o aumento da velocidade do escoamento superficial, gerando impactos na calha do corpo hídrico e no seu entorno, podendo resultar no assoreamento. Com relação ao aporte de esgoto/efluentes poderá ocorrer alterações nas condições naturais (limnológicas e microbiológicas) do ambiente aquático. Além disso, tem-se a poluição visual das margens dos corpos hídricos.

Com relação do uso do solo voltado à atividade agrícola, esse nem sempre é feito de forma racional vinculado a características ambientais como condições

edáficas, relevo e clima e procedimentos de manejo adequados o que gera consequências desastrosas a nível da degradação ambiental. A expansão agrícola extensiva pode causar a contaminação das águas por fertilizantes e agrotóxicos por meio do processo natural de lixiviação.

Para se ter um uso e ocupação adequado do solo e se minimize os efeitos negativos gerados, é necessário que se tenha um monitoramento da qualidade da água que compõem os corpos hídricos presentes na bacia hidrográfica, seja por análises físico-químicas, microbiológicas e por sensoriamento remoto.

A utilização do sensoriamento remoto na obtenção de dados relacionados ao uso e ocupação do solo para monitoramento e análises dos recursos naturais, é de suma importância, visto que possibilita a obtenção de diferentes tipos de informação, dado as diferentes variedades de sensores de resolução espacial, temporal, espectral e radiométricos (SANO et al., 2009).

Desta forma, o presente estudo se prestou a investigar a evolução do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Ribeirão Cafezal, a qual é responsável por abastecer cerca de 40% das populações das cidades de Cambé e Londrina, segundo a SANEPAR (2022). Esta bacia sofreu, e ainda sofre, com a constante pressão antrópica tanto rural quanto urbana, logo, a investigação ocorreu de modo a correlacionar mapas de ocupação de solo, confeccionados de forma a demonstrar a expansão das atividades humanas na região em um espectro temporal de 35 anos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar os efeitos causados pelo uso e ocupação do solo na bacia do Ribeirão Cafezal, nos períodos de 1985 a 2020.

2.2 Objetivos específicos

- Construir mapas temáticos de uso e ocupação de solo nos períodos de 1985 a 2020 com intervalos de 5 anos;
- Comparar as mudanças ocorridas na bacia ao longo de 35 anos.
- Interpretar as mudanças observadas no período investigado.
- Analisar os potenciais impactos decorrentes das mudanças observadas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Bacias hidrográficas

Bacias hidrográficas são definidas, de acordo com a ANA (2010), como regiões drenadas devido a diferença topográfica, onde há acúmulo e escoamento do volume hídrico derivado da ação pluviométrica, de forma a gerar rios e riachos quando há escoamento superficial e nascentes e lençóis freáticos quando ocorre a infiltração no solo.

De acordo com Vilaça et al (2008), a abordagem à respeito dos recursos hídricos é facilmente compreendido quando as bacias hidrográficas são encaradas como unidades físicas, pois, as mesmas apresentam características bem definidas, permitindo que haja a integração de diferentes sistemas de planejamento, gerenciamento, estudo e atividades ambientais.

Dentre as características que compõem as bacias hidrográficas, Tundisi (1994a); Tundisi e Matsumura (1995); Tundisi et al (1997); Tundisi (2008) apontam as seguintes como as mais vantajosas na análise de recursos hídricos: trata-se de uma unidade física com fronteiras delimitadas podendo estender-se por várias escalas espaciais; é um ecossistema hidrológicamente integrado, com componentes e subsistemas interativos; oferece oportunidades para o desenvolvimento de parcerias e a resolução de conflitos; estimula a participação da população e a educação ambiental e sanitária; garante visão sistêmica adequada para o treinamento em gerenciamento de recursos hídricos e para o controle da eutrofização.

3.1.1 Uso e ocupação do solo de bacias hidrográficas

Os rios e lagos, denominados águas superficiais, são responsáveis e utilizados pelos seres humanos para as mais diversas finalidades, tais como produção de alimentos, higiene, produção de alimentos, produtos e até mesmo energia elétrica.

Segundo Malmqvist e Rundle (2002), a humanidade, com o propósito de subsistência, desde a sua origem se desenvolveu próximo aos campos hídricos, que por consequência apresenta poucas bacias hidrográficas sem alterações.

Uma vez que poucas são as bacias não impactadas, vale salientar que diversos outros reflexos podem ser notados, tais como os relatados por Ferreira (2017) que afirma que a qualidade, o ecossistema e o ambiente em torno também são afetados pela interferência humana. Além disso, Ferreira (2017) ainda menciona o

impacto químico causado pela disposição doméstica, agropastoris e industriais, as quais causam diversas alterações químicas nos campos hídricos.

Corroborando com Ferreira (2017), Barreto et al (2013) cita que, no Brasil, grande parte dos efluentes é lançada sem o devido tratamento, aumentando o volume de poluentes e matérias orgânicas como nitrogênio e fósforo. Não obstante, Barreto et al, (2013), ainda determina que o lançamento dos resíduos aliado a luminosidade pode causar a eutrofização. Como eutrofização entende-se o aumento dos nutrientes, como nitrogênio e fósforo, em um ecossistema aquático, gerando assim maior produtividade e alterações no ecossistema. Os pontos acima descritos reforçam o exposto por Vilaça (2008), o qual menciona que a degradação ambiental é um desdobramento das ações humanas e culmina no empobrecimento dos solos, instabilidade hidrográfica, produtividade primária reduzida e diversidade biológica ameaçada.

3.1.2 Sensoriamento remoto na análise do uso e ocupação do solo

Considerada uma das áreas do conhecimento da geociência, o sensoriamento remoto pode ser entendido como um processo de coleta de informações acerca de um objeto ou área sem que haja contato direto com o item em questão, conforme Eastman (1997). Ainda para o autor, este tipo de geotecnologia possibilita maximizar a geração de informações e traz dinamismo ao estudo do uso e ocupação de uma área.

Para Oliveira e Silva (2009), um sistema de informação geográfica é formado por um pacote de funções automatizadas que possibilitam aos profissionais visualizar, armazenar, acessar e principalmente manipular dados e transformá-los em informações georreferenciadas.

Para obtenção destes dados e imagens são utilizados satélites com capacidade de coletar características da superfície terrestre com exatidão de datas. De acordo com Machado e Quintanilha (2008) as imagens são submetidas a um processo de decisões quantitativas, as quais são baseadas nas informações presentes na imagem, sempre levando em consideração suas regiões, rurais e/ou urbanas, a vegetação, os corpos d'água e quaisquer outros elementos relevantes para o estudo.

É importante salientar que a utilização do sensoriamento remoto possibilita estudar e analisar um local específico. Para Vasconcelos e Filho (2010) as cartas de

cobertura do solo, as quais compõem características comuns de vegetação, ocupação e uso do solo, apresentam, conforme as imagens do sensoriamento remoto, o apoio a estudos geográficos e ambientais.

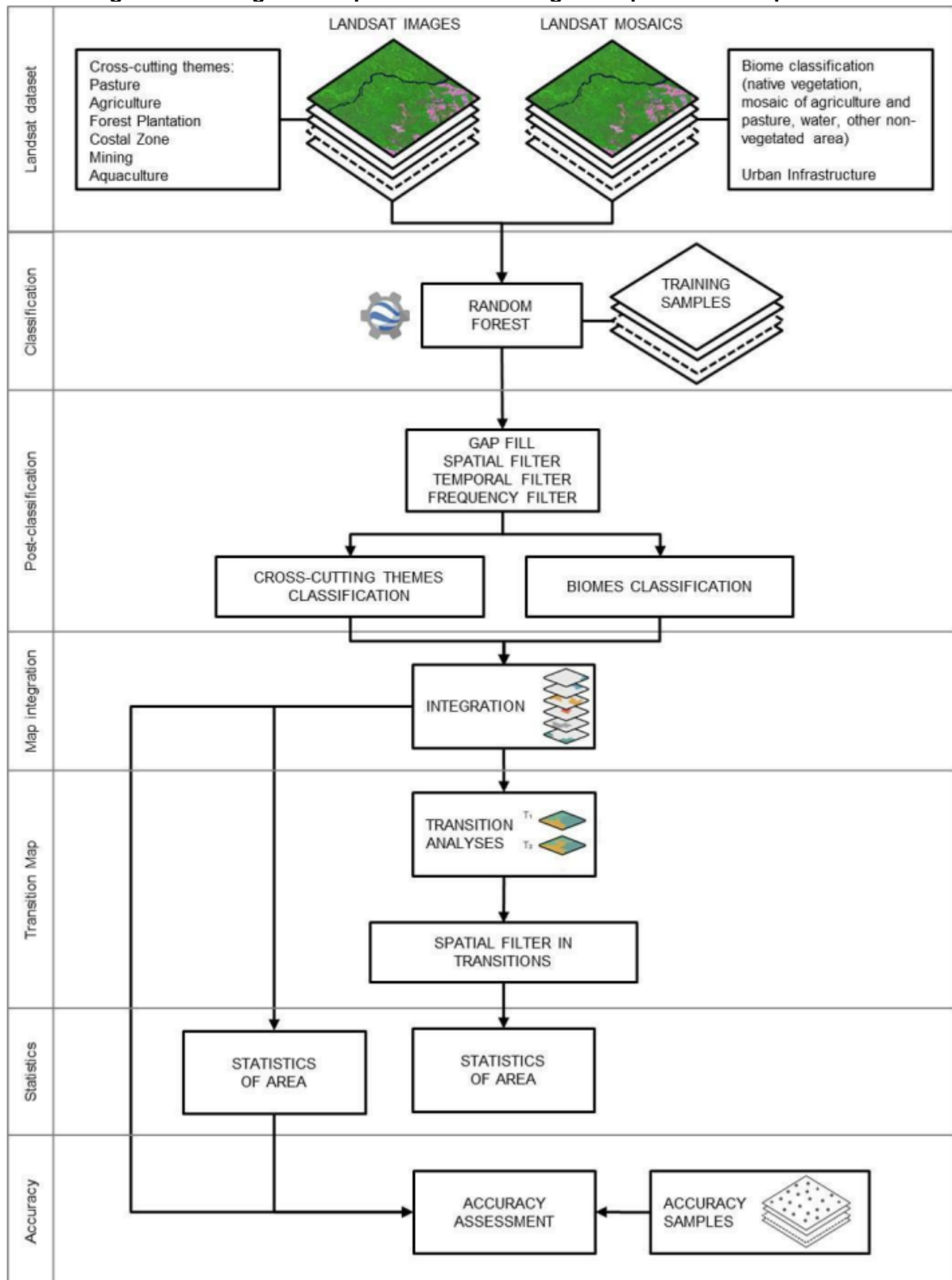
3.1.3 Plataforma MapBiomias

O projeto MapBiomias se trata de uma iniciativa colaborativa multi-institucional que tem como objetivo produzir anualmente mapas de cobertura e uso do solo brasileiro, de modo a acompanhar as transformações que ocorrem nos biomas brasileiros. Atualmente o projeto está em sua sétima coleção de mapas de uso e ocupação do solo anuais, estes datam de 1985 até o ano de 2021, e são disponibilizados de forma gratuita e aberta no site: www.mapbiomas.org. A plataforma oferece a possibilidade de acessar os mapas para consulta e visualização utilizando categorias para o afunilamento de pesquisas, são exemplos: biomas, estados, municípios, bacias hidrográficas, entre outros (MapBiomias, 2022).

A produção da coleção de mapas de cobertura e uso do solo é realizada por uma rede de especialistas em sensoriamento remoto e em conservação e uso da terra, pertencentes às instituições brasileiras. As imagens utilizadas pelo projeto advêm das séries históricas elaboradas pelo conjunto de satélites Landsat, os quais possuem 30 metros de resolução espacial. São construídos mosaicos utilizando todas as imagens capturadas no período de um ano, os mesmos contêm todas as informações de reflectância, bandas, índices espectrais, temporais e texturas. O processo de georreferenciamento e classificação supervisionada são realizados em nuvem, utilizando a plataforma Google Earth Engine (GEE), com o auxílio dos algoritmos de aprendizagem de máquina (MapBiomias, 2022).

A Figura 1 apresenta o fluxograma com a metodologia utilizada para a realização da classificação, extração de dados tabulares e verificação da acurácia do processo supracitados.

Figura 1 – Fluxograma do processo metodológico da plataforma MapBiomias.



FONTE: MapBiomias (2022).

4 MATERIAIS E METODOS

4.1 Caracterização da área de estudo

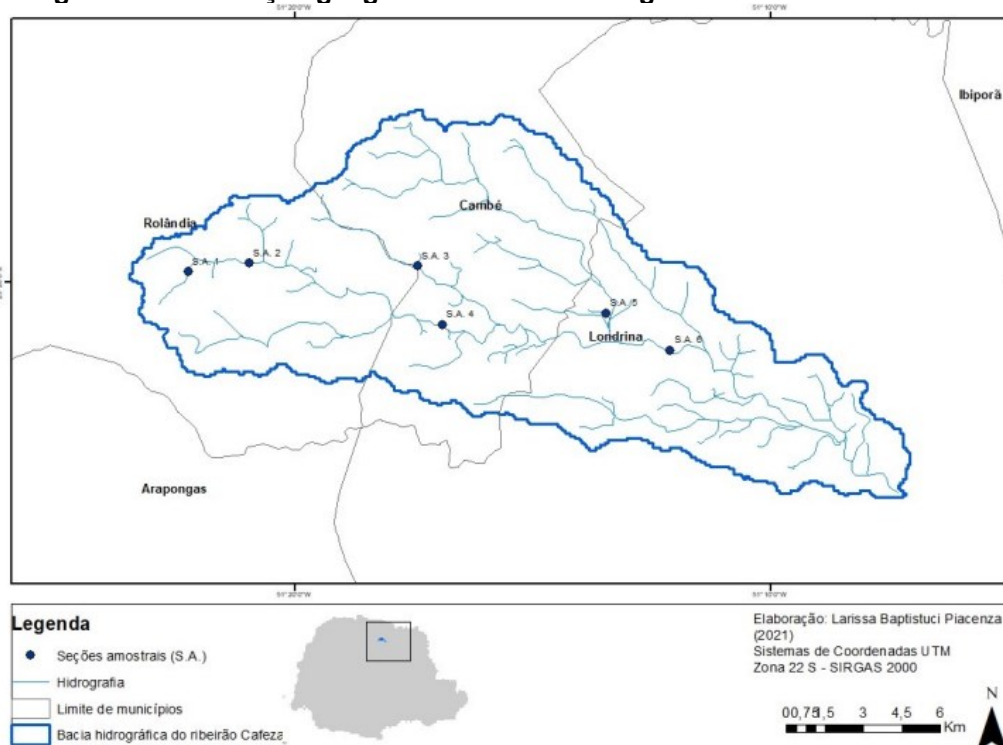
4.1.1 Bacia hidrográfica do Ribeirão Cafezal

A bacia hidrográfica do Ribeirão Cafezal é uma contribuinte da bacia hidrográfica do Ribeirão Três Bocas, o qual pertence à macrobacia do Rio Tibagi. De acordo com Suguimoto (2002), a bacia hidrográfica do Ribeirão Cafezal está localizada na margem esquerda do rio Tibagi, na região denominada de baixo Tibagi. A bacia hidrográfica conta com uma área de 20.621,7 hectares, tendo compreendido em sua extensão os municípios de Rolândia, Cambé e Londrina.

A bacia possui cerca de 23 afluentes diretos e 10 afluentes indiretos em seu sistema hidrográfico, dos quais destacam-se: ribeirão São Domingos, Pedroso, Unda do Salto, Ciclone e Esperança, além de 17 outros sem denominação conhecida, estes estão distribuídos ao longo dos 41,8 km de extensão do ribeirão Cafezal (SILVA, 2006).

A Figura 2 apresenta a área de drenagem da bacia hidrográfica do Ribeirão Cafezal.

Figura 2 - Localização geográfica da bacia hidrográfica do Ribeirão Cafezal.

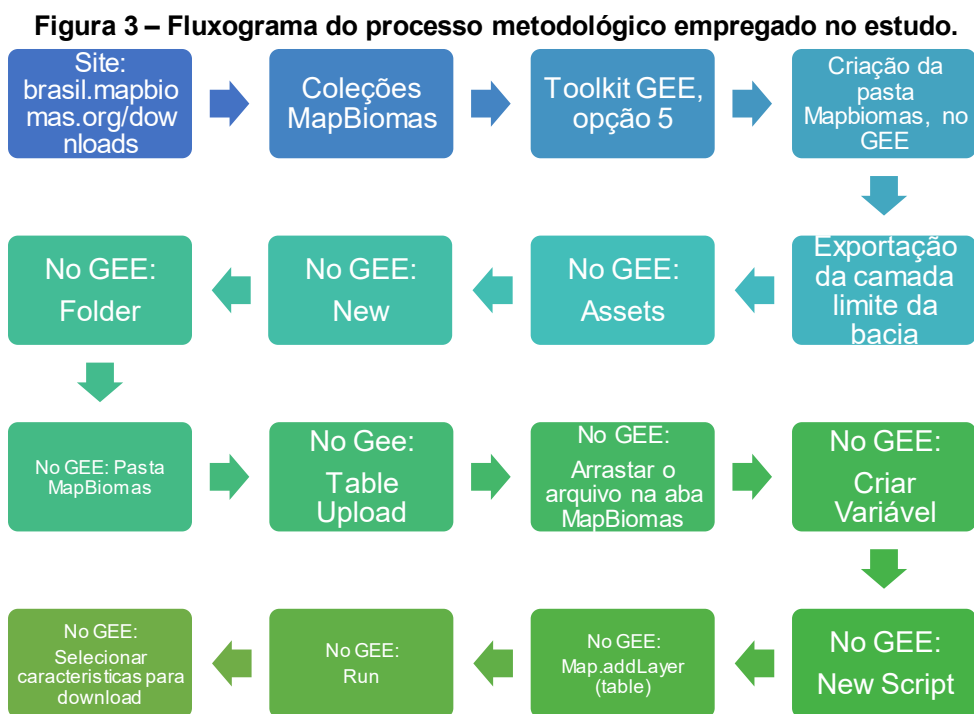


FONTE: Piacenza (2021), p72.

4.2 Construção de mapas temáticos de uso e ocupação de solo

Foram criados 8 mapas temáticos de uso e ocupação de solo, cada qual representando a situação ocupacional da bacia do Ribeirão Cafezal no período de tempo de 35 anos, período este que representa o tempo de atividade da série de satélites Landsat . Foi escolhido um intervalo de 5 anos entre as representações, afim de evidenciar de forma detalhada as transformações ocorridas na área de drenagem da bacia. Os mapas foram construídos a partir do banco de dados da plataforma MapBiomias, disponível no site: <https://mapbiomas.org>, o qual possui um vasto banco de dados com imagens previamente georreferenciadas e classificadas, de acordo com os parâmetros estipulados pela equipe que gerencia o portal.

A Figura 3 demonstra o processo de produção dos mapas e extração dos dados tabulares.



FONTE: Autoria própria, 2022.

Para a construção dos mapas, foram utilizados arquivos GEOTIFF da coleção 6 de mapas de cobertura e uso da terra. Esta coleção foi publicada em agosto de 2021 e conta com 25 classes temáticas, cobrindo o período de 1985 a 2020. Junto dos arquivos GEOTIFF, foi adquirido um arquivo CSV, o qual dispõem dos dados numéricos referentes às áreas de ocupação das classes temáticas. Este arquivo deu origem as tabelas apresentadas na presente monografia.

A Figura 4 apresenta a paleta de cores junto da legenda utilizadas na composição dos mapas criados.

Figura 4 - Paleta de cores e legenda das classes empregadas nos mapas



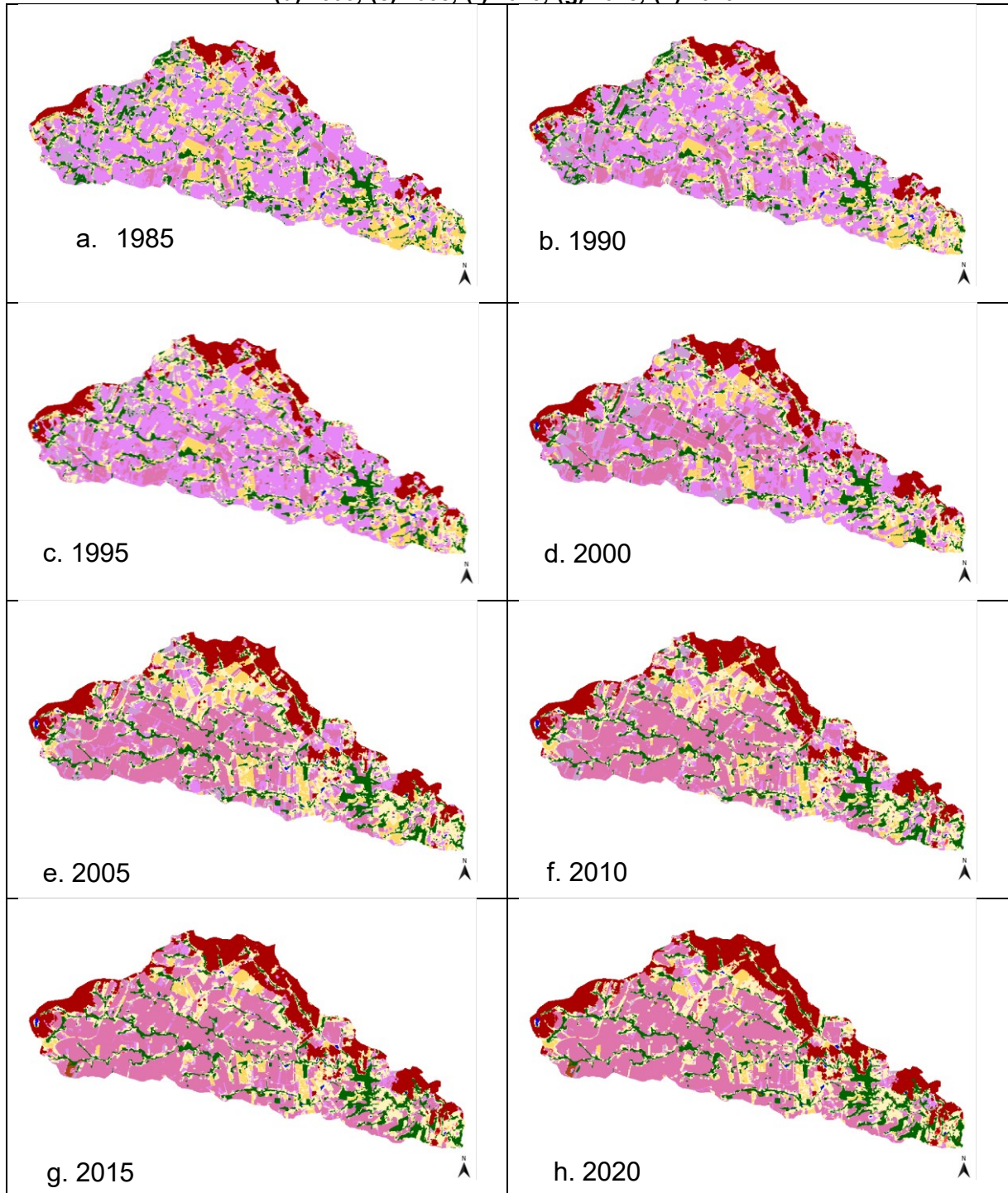
BASEADO EM: MapBiomias (2021)
FONTE: Autoria própria, 2022.

Devido ao fato de algumas classes terem valores percentuais e absolutos de ocupação do solo pouco relevantes, foi realizado o agrupamento das mesmas em 5 novas classes, são elas: Área vegetada, Área urbana, Área rural, Outras áreas não vegetadas e Rios. O agrupamento foi realizado levando em consideração a origem da classe, logo, as classes que remetem a plantações foram agrupadas entre si, por exemplo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 5, são apresentados os mapas de uso e ocupação de solo construídos seguindo a classificação temática apresentada na Figura 4.

Figura 5 - Mapas temáticos de uso e ocupação de solo, dos anos: (a) 1985; (b) 1990; (c) 1995; (d) 2000; (e) 2005; (f) 2010; (g) 2015; (h) 2020.



**BASEADO EM: MapBiomás (2021)
FONTE: Autoria própria, 2022.**

Observando os mapas, é perceptível uma relevante expansão da Área Urbana (cor vermelho escuro), bem como uma grande expansão do cultivo de Soja (cor rosa pérsico), a qual chega a substituir as demais classes representantes de cultivos. Outro aspecto presente, é a variação da localização da classe Pasto (cor dandelion), que em primeiro momento se localiza na porção leste da bacia, transiciona para região centro norte em um segundo momento e por fim perde grande parte do seu tamanho, em 1985 ocupava cerca de 13,24% (27,24 ha), enquanto em 2020 ocupava cerca de 3,34% (6,89 ha), essa variação pode ser resultante da diminuição do número de pequenas propriedades rurais, as quais foram substituídas por

Na Tabela 1, é possível visualizar as porcentagens ocupadas por cada uma das 12 classes temáticas expostas nos mapas exibidos na Figura 5.

Tabela 1 - Valores percentuais das áreas classificadas no período de 35 anos.

Classe	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
%								
Formação florestal	12,68	10,61	10,61	10,27	11,95	11,76	11,59	12,45
Silvicultura	0,01	0,03	0,03	0,03	0,06	0,07	0,26	0,30
Áreas alagadas	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,05
Pasto	13,24	9,07	7,54	8,04	6,57	5,69	4,27	3,34
Cana	0,02	0,01	0,01	0,01	0,06	0,01	0,01	0,00
Mosaico agropastoril	18,66	19,69	19,12	17,67	25,19	23,46	21,67	22,59
Área urbana	5,90	8,09	9,55	12,11	13,98	15,26	16,51	17,83
Outras áreas não vegetadas	0,30	0,12	0,11	0,19	0,19	0,26	0,41	0,56
Rios	0,30	0,31	0,31	0,28	0,30	0,31	0,28	0,30
Soja	2,82	7,19	7,65	18,45	27,80	32,05	37,88	37,89
Outras lavouras temporárias	40,57	39,37	42,03	28,11	10,83	8,90	6,56	4,25
Café	5,46	5,48	3,02	4,82	3,02	2,20	0,52	0,43

FONTE: Autoria própria, 2022.

Em 1985, cerca de 5,90% da área de drenagem da bacia do Ribeirão Cafezal era urbanizada, por volta de 12,18 ha, este valor aumentou cerca de 300% em 35 anos e em 2020 alcançou cerca 17,83% (36,79 ha) da área total da bacia. Vale ressaltar que essa expansão se concentrou na zona norte da bacia (Figura 5), região a qual tange os centros urbanos das cidades de Rolândia, Cambé e Londrina. Este

fato, somado aos dados expostos na Tabela 2 e Figura 6, ajudam a corroborar a hipótese levantada por Morais (2015), a qual sugere que a bacia do Ribeirão Cafezal está passando por uma fase de transformação da sua paisagem, visto que há um recuo das áreas ocupadas pela agricultura e um avanço da região urbana.

Tabela 2 - Diferença percentual das classes agrupadas.

Período	85-90	90-95	95-00	00-05	05-10	10-15	15-20	85-20
	%							
Área vegetada	-2,08	0,00	-0,33	1,68	-0,18	-0,17	0,87	-0,22
Área rural	0,05	-1,44	-2,27	-3,59	-1,16	-1,21	-2,36	-11,98
Área urbana	2,19	1,46	2,56	1,88	1,28	1,25	1,32	11,93

FONTE: Autoria própria, 2022.

É possível notar que há uma perda de cerca de 0,22% (0,46 ha) de área vegetada, está que é composta principalmente por vegetação ripária, fato este que pode ser teorizado pela aferição dos mapas expostos na Figura 5, nos quais as áreas classificadas como Formação Florestal (classe agrupada Área Vegetada), representadas pela cor verde escuro, seguem os trechos dos rios.

Figura 6 – Gráfico comparativo das áreas rurais e áreas urbanas.

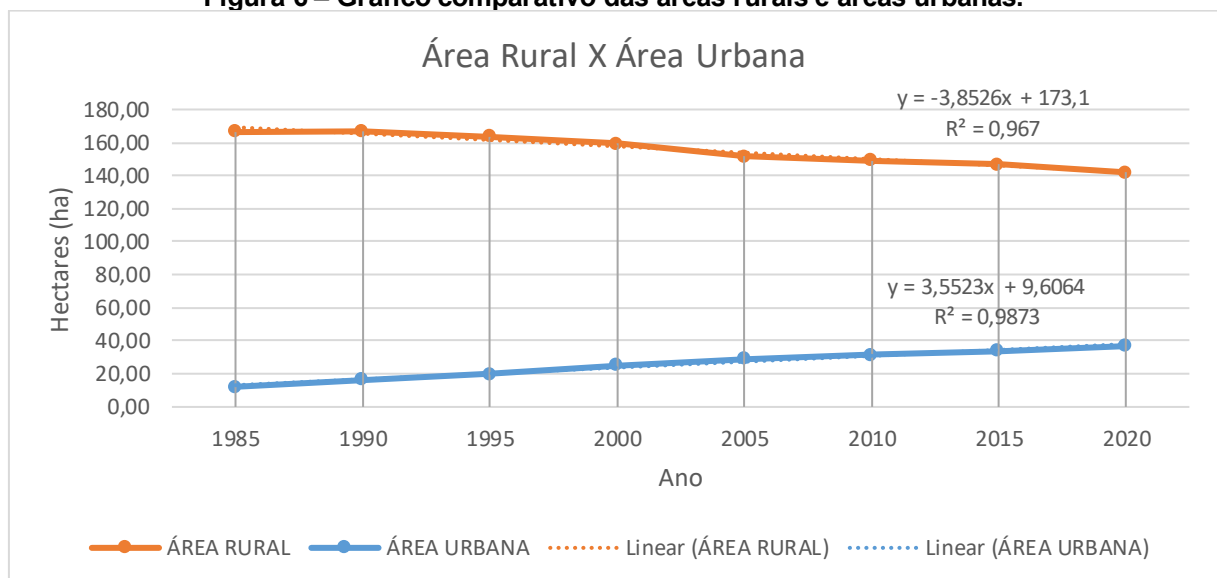


Tabela 3 - Dados populacionais dos municípios de Rolândia, Cambé e Londrina.

Ano	1980	1991	2000	2010	2021 (estimado)
População (hab)					
Londrina	301696	390100	447065	506701	580870
Cambé	53857	73842	88186	96733	108126
Rolândia	41452	43776	49410	57862	68165
Densidade demográfica (hab/km²)					
Londrina	182,56	236,06	270,53	306,61	351,50
Cambé	108,72	149,06	178,02	195,27	218,27
Rolândia	90,30	95,37	107,64	126,05	148,50

BASEADO EM: IBGE (2022)
FONTE: Autoria própria, 2022.

A Figura 7 apresenta o comportamento das áreas destinadas ao uso rural e a área urbana, é possível observar a queda do primeiro e a ascensão do segundo, de modo que a diferença entre as áreas, no período de 1985 e 2020, se complementa, uma perda de cerca de 11,98% de área rural e um ganho de cerca de 11,93% de área urbana (Tabela 2), levando a crer que as áreas rurais “perdidas” estão sendo utilizadas em novos loteamentos, de forma a contribuir com o aumento da área urbana. Outro aspecto que pode ser utilizado como justificativa, são os coeficientes angulares das equações de linhas de tendência, pois, são valores próximos com sinais contrários (-3,8526 para a área rural e 3,5523 para a área urbana), indicando sentidos contrários e “velocidades” semelhantes, levando a crer que há uma certa sincronia na tendência que os fatores “área rural” e “área urbana” evoluem no passar do tempo.

A Tabela 4 exhibe e compara o comportamento das classes: Outras lavouras temporárias, Soja e Café.

Tabela 4 – Áreas em hectare e percentuais das classes: Outras lavouras temporárias, Soja e Café, durante o período estudado.

Ano	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
OUTRAS LAVOURAS TEMPORÁRIAS								
Área (ha)	83,71	81,21	86,71	57,99	22,35	18,35	13,53	8,77
Percentual	40,57%	39,37%	42,03%	28,11%	10,83%	8,90%	6,56%	4,25%
SOJA								
Área (ha)	5,81	14,82	15,78	38,06	57,36	66,12	78,15	78,17
Percentual	2,82%	7,19%	7,65%	18,45%	27,80%	32,05%	37,88%	37,89%
CAFÉ								
Área (ha)	11,25	11,31	6,22	9,94	6,23	4,54	1,06	0,89
Percentual	5,46%	5,48%	3,02%	4,82%	3,02%	2,20%	0,52%	0,43%

FONTE: Autoria própria, 2022.

De acordo com a Tabela 4, houve uma grande expansão da classe Soja, a qual em 1985 ocupava cerca de 2,82% (5,81 ha), já em 2020 ocupava 37,89% (78,17 ha), fato este que quando comparado com os valores apresentados pela classe outras lavouras temporárias, mostra que houve uma substituição de culturas. Este ocorrido pode ser explicado pela importância econômica que o grão de soja adquiriu no âmbito internacional, sendo um dos principais commodities exportados pelo Brasil.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho, com o auxílio da plataforma MapBiomas, realizou a construção de mapas de uso e ocupação de solo, os quais demonstram, dentro de um período temporal de 35 anos, a transformação da paisagem predominantemente rural da bacia para uma paisagem urbanizada, devido a crescente expansão urbana das regiões metropolitanas das cidades de Rolândia, Cambé e Londrina. O avanço das áreas urbanas sobre a área de drenagem da bacia tem como efeito imediato a impermeabilização do solo e a deposição, no leito do rio, de resíduos sólidos oriundos de atividades humanas.

Logo, se faz necessário um acompanhamento periódico da bacia do Ribeirão Cafezal, uma vez que se trata de um dos principais mananciais de Londrina e região, além de ações que mitiguem os danos já instalados devido a ação antrópica na região.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA A. S. e MORAES M. F., **Processamento digital de imagens LANDSAT – 8 para obtenção dos índices de vegetação NDVI e SAVI visando a caracterização da cobertura vegetal no município de Nova Lima – MG.** Disponível em: <<https://mundogeo.com/2014/06/10/processamento-digital-de-imagens-landsat-8-para-obtencao-dos-indices-de-vegetacao-ndvi-e-savi-visando-a-caracterizacao-da-cobertura-vegetal-no-municipio-de-nova-lima-mg/>>, Acesso 08 de jun. de 2022.
- ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **O Comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz?** Brasília, 2011. 66 p.
- BARRETO, Luciano Vieira et al. **Eutrofização em rios brasileiros. Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer-Goiânia, v. 9, n. 16, p. 2167, 2013.
- EASTMAN, J.R. **IDRISI for Windows. User's guide**, version 2.0. Worcester – MA: Clark University, 1997.
- FIORESE, C. H. U. **Uso e ocupação do solo na sub-bacia hidrográfica do Córrego Independência, no município de Mimoso do Sul - ES, Brasil.** Revista Brasileira de Pesquisas Agrícolas, v. 02, n. 01, 2021.
- FOLEY, J. A. et al. **Solutions for a cultivated planet.** Nature, v. 478, n. 7369, p. 337- 342, 2012.
- MACHADO, S. A. C., QUINTANILHA, A. J. **Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e Geoposicionamento: uma aplicação urbana.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo Departamento de Engenharia de Transportes. 2008. Disponível em <http://sites.poli.usp.br/d/ptr2355/PTR2355_Apostila_SR.pdf> Acesso em 21 de mai. de 2022.
- MALMQVIST, Björn; RUNDLE, Simon. **Threats to the running water ecosystems of the world.** Environmental conservation, v. 29, n. 02, p. 134-153, 2002.

MORAIS, M. L. R. de. **Uso e Ocupação do Solo e sua relação com as características limnológicas da Bacia do Ribeirão Cafezal – Londrina/PR.** 2015. Monografia (Graduação) – Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2015.

NASCIMENTO, W. M. e VILAÇA, M. G. **Bacias Hidrográficas: Planejamento e Gerenciamento.** Publicado na revista eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Três Lagoas, n. 7, maio de 2008.

NUNES J. F. e ROIG H. L. **Análise e mapeamento do uso e ocupação do solo da bacia do alto do descoberto DF/GO, por meio da classificação automática baseada em regras e lógica nebulosa.** Revista *Árvore*, Viçosa-MG, v.39, n.1, p.25-36, 2015.

OLIVEIRA, F. C., SILVA, B. A. **A utilização do sensoriamento remoto como ferramenta de apoio à atividade turística do distrito de Igatu - BA.** - Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal – RN. 2009.

PIACENZA, L.B. **Efeito do período de chuvas para as estruturas limnológica e microbiológica da bacia hidrográfica do Ribeirão Cafezal.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2021.

SANO, E.E.; ROSA, R.; BRITO, J.L.S.; FERREIRA, L.G; BEZERRA, H.S. **Mapeamento da cobertura vegetal natural e antrópica do bioma Cerrado por meio de imagens Landsat ETM+.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. Anais... Natal: INPE, 2009. p.1199-1206.

SILVA, Jerri Augusto da. **Tendências do novo rural na bacia do Ribeirão Cafezal.** Dissertação (Mestrado em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. Março de 2006.

SUGUIMOTO, I. E., **Uma abordagem ambiental sobre a porção inferior da bacia hidrográfica do Ribeirão Cafezal- Londrina PR,** 2002. Monografia curso de especialização em ensino de Geografia, Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

TUCCI, C. E. M. ; MELLER, A. **Regulação das águas pluviais urbanas**. Rega – Revista de Gestão da América Latina, Porto Alegre: v. 4, n. 1, p. 75 – 89, 2007.

TUNDISI, J. G. e TUNDISI, T.M. **Limnologia**. Oficina de Textos. 2008.

VASCONCELOS R. B., FILHO P. C. A. **Sensoriamento Remoto na Cobertura do Solo da Bacia Hidrográfica do Rio Amambá – MS**. Anais de Congresso, 48o Congresso SOBER, Campo Grande, 2010.

VIEIRA, C. E. D. et al. **Multiple biomarker responses in Prochilodus lineatus subjected to shortterm in situ exposure to streams from agricultural areas in Southern Brazil**. Science of the Total Environment, v. 542, p. 44-56, 2016.

WOODWARD, G. et al. **Continental-scale effects of nutrient pollution on stream ecosystem functioning**. Science, v. 336, n. 6087, p. 1438-1440. 2012.