



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIA
AMBIENTAL**

JOÃO BATISTA OLIVEIRA DUQUE

**FUNCIONALIDADE DAS VEGETAÇÕES RIPÁRIAS COMO AMORTECEDORES
DE ATIVIDADES AGROPECUÁRIAS**

**BAMBUÍ-MG
2020**

JOÃO BATISTA OLIVEIRA DUQUE

**FUNCIONALIDADE DAS VEGETAÇÕES RIPÁRIAS COMO AMORTECEDORES
DE ATIVIDADES AGROPECUÁRIAS**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – IFMG, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental.

Orientadora: Prof. Dra. Ludimilla Portela Zambaldi Lima Suzuki.

Linha de pesquisa: Ecologia Aplicada.

D948f Duque, João Batista Oliveira.
Funcionalidade das vegetações ripárias como amortecedores de
atividades agropecuárias. / João Batista Oliveira Duque. – Bambuí, 2020.
60 f.: il.; color.

Orientadora: Prof. Dra. Ludimilla Portela Zambaldi Lima Suzuki.
Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG, Curso Mestrado
Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, 2020.

1. CAR. 2. Geoprocessamento. 3. Áreas verdes. I. Suzuki, Ludimilla
Portela Zambaldi Lima. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG. III. Título.

CDD 580



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
Campus Bambuí
Diretoria Geral
Diretoria de Inovação, Pesquisa e Pós-graduação
Coordenadoria de Pós-Graduação
Av. Professor Mário Werneck, 2590 - Bairro Buritis - CEP 30575-180 - Belo Horizonte - MG
37 3431 4900 - www.ifmg.edu.br

FICHA DE APROVAÇÃO

Mestrando: João Batista Oliveira Duque.

Orientadora: Prof. Dra. Ludimilla Portela Zambaldi Lima Suzuki.

Dissertação de Mestrado, intitulada “**FUNCIONALIDADE DA VEGETAÇÃO RIPÁRIA COMO AMORTECEDORES DAS ATIVIDADES AGROPECUÁRIAS**”, de autoria do mestrando em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, **João Batista Oliveira Duque**, aprovado pela Banca Examinadora de Defesa, em 18/04/2020, com a média de pontuação dos baremas com **74,5 pontos**.

Bambuí (MG), 18 de abril de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Ronaldo dos Reis Barbosa, Assistente em Administração**, em 29/08/2020, às 08:04, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Ludimilla Portela Zambaldi Lima Suzuki, Professora**, em 01/09/2020, às 14:27, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Sousa Cavalcanti, Professor**, em 01/09/2020, às 23:25, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Fernanda Carla Wasner Vasconcelos, Usuário Externo**, em 03/09/2020, às 17:30, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **0627297** e o código CRC **58FAC05C**.

DEDICO...

Ao Criador pelo dom da vida.

À minha família, que contribuiu com suporte e apoio incondicional, nos momentos mais críticos, concedendo-me forças pra lutar em busca dos meus objetivos.

OFEREÇO.

Discente: João Batista Oliveira Duque	
Filiação: Geraldo Luiz Duque e Dilma Terezinha Oliveira	
Naturalidade: Formiga, Minas Gerais.	Data de nascimento: 8/12/1991

ENSINO MÉDIO	
Escola: Escola Estadual Doutor Abílio Machado	Ano de conclusão: 2009

ENSINO SUPERIOR	
Curso técnico: Mecânica Automotiva e Implementos Agrícolas.	Ano de conclusão: 2012
Instituição de Ensino: CEFET - <i>Campus</i> Bambuí	
Monografia: Técnicas de Manutenção Automotiva.	
Orientador: Professor Dr. Carlos Antonio Rufino	
Curso Superior: Licenciatura em Ciências Biológicas	Ano de conclusão: 2016
Instituição de Ensino: UNIFOR-Formiga-MG	
Monografia: Inventário Florístico das Espécies Arbóreas do Parque Municipal Chico Mendes no Município de Formiga-MG.	
Orientador: Lucélio Nativo da Asunção	

EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL	
Empresa: (2006-2019) Centro de Formação de Condutores Dilma LTDA	
Cargo: Secretário/Instrutor de Trânsito/Diretor de Ensino.	
Área de atuação: Financeira, Recursos Humanos e Instrução Teórica e Prática.	

AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares pelo apoio e incentivo.

À instituição com seus diversos profissionais, que propiciaram um ambiente favorável ao meu desenvolvimento.

À minha orientadora, Profa. Dra. Ludimilla Portela Zambaldi Lima Suzuki, pela grande contribuição intelectual, norteando todo o meu caminho.

Aos meus novos amigos do mestrado, que se revelaram de extrema importância em minha trajetória.

*Semear ideias ecológicas e plantar sustentabilidade é
ter a garantia de colhermos um futuro fértil e
consciente.*

(Sivaldo Filho)

RESUMO

Os problemas gerados com o crescimento populacional aliado ao desmatamento é a principal causa do aumento da hostilidade na biosfera. A forma mais eficiente de alterar essa realidade é por meio da reconstituição vegetal em áreas protegidas por lei como matas ciliares, encostas e topos de morro. No Brasil, a legislação exige proporções de reserva legal e Áreas de Preservação Permanente (APPs), nas propriedades, que têm a função a manutenção e produção de recursos naturais. Porém, em razão da escassez em atividades de fiscalização e educação ambiental, essas áreas são alteradas continuamente. Logo o trabalho buscou enfatizar a importância das APPs, em função da oferta dos serviços ecossistêmicos associados, visando embasar programas do governo que fornecem renda aos produtores que preservam as fontes naturais. Técnicas de geoprocessamento e a base de dados da plataforma do Cadastro Ambiental Rural foram utilizadas, para o mapeamento e quantificação das áreas de APPs preservadas, nas propriedades do município de Formiga. Os resultados foram percentuais baixos de APPs preservadas, em grande parte das propriedades, com uma paisagem altamente fragmentada, possivelmente relacionada aos problemas de oferta de água no município.

Palavras-chave: CAR. Geoprocessamento. Áreas Verdes.

ABSTRACT

The problems caused by population growth allied with deforestation are the main cause of the increase of hostility in the biosphere. The most efficient form of changing this reality is reconstructing the vegetation in protected areas by law such as riparian forests, slopes, and hilltops. Brazilian legislation demands proportions of legal reserves and permanent protection areas (PPAs) in the properties, with the objective of maintaining and producing natural resources. However, little supervision and environmental education have continuously changed these areas. Therefore, this work aimed to emphasize the importance of the PPAs regarding the offer of associated ecological services aiming to support government programs that provide income to producers who preserve natural resources. We used geoprocessing techniques and the Rural Environmental Registry database to map and quantify the PPAs in the properties of the municipality of Formiga-MG. The results showed low percentages of preserved PPAs in most properties, with a highly fragmented landscape, possibly related to issues on water supply in the municipality.

Keywords: Rural Environmental Registry. Geoprocessing. Green Areas.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

- Figura 1 - Fluxograma da metodologia empregada, para a quantificação e mapeamento das APPs de propriedades, no município de Formiga, em Minas Gerais:.....20
- Figura 2- Gráfico da proporção do uso da terra nas APPs dentro do município de Formiga, em Minas Gerais:21
- Figura 3 - Número de propriedades rurais e a porcentagem de áreas de APPs com vegetação nas propriedades do município de Formiga, Minas Gerais. A coluna 0% se refere às propriedades que não possuem cursos d'água em seus limites.22
- Figura 4 - Distribuição das porcentagens de vegetação em APPs por propriedade no município de Formiga.....23
- Figura 5 - Mapa de densidade de propriedades com vegetação inferior à 20% em APPs25

CAPÍTULO 2

- Figura 1- Localização dos pontos de coleta, nos ambientes de monocultura com vegetação ciliar, pastagem com vegetação ciliar, vegetação preservada e pastagem sem vegetação ciliar na área de estudo41
- Figura 2- Exemplificação da localização dos pontos de coleta antes (C_1) e após a mata ciliar (C_2) e em ambientes onde não há mata ciliar (B_1 – pasto) (B_2 entorno do rio sem mata ciliar)43
- Figura 3 - Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis para os pontos amostrais em ambientes preservados, culturas e pastagens em matas ciliares para a bacia do rio Formiga, em Minas Gerais. Somente as variáveis com escores maiores que 0.4 estão indicadas no gráfico45
- Figura 4 - Pontuação dos fatores obtidos no eixo 1 da análise de PCA diferenças significativas ($p < 0,05$) para os locais amostrais. P – borda do ambiente preservado; RP – borda do rio do ambiente preservado; C – borda da cultura; C – borda do rio do ambiente de cultura; PM – borda do ambiente de pastagem com mata ciliar; RPM – borda do rio do ambiente de pastagem com mata ciliar; OS – borda do ambiente de pastagem sem mata ciliar; RPS – borda do rio do ambiente de pastagem sem mata ciliar.....46

APÊNDICE A

Figura 1- Imagem da cena inicial do vídeo	58
---	----

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1 - Distribuição do uso da terra nas APPs no município de Formiga, em Minas Gerais:21

CAPÍTULO 2

Tabela 1 - Métodos Utilizados Para A Coleta De Variáveis Associadas Ao Microclima E Solos41

Tabela 2 - Média dos valores das variáveis coletadas nos pontos após mata cultura e pastagens e na borda dos rios44

Tabela 3 - Percentual de Redução ou Acréscimo das variáveis entre os pontos na borda da mata, cultura ou pastagem para os pontos na borda do rio e pontos na borda do rio. Valores em vermelho indicam acréscimo entre os pontos, valores em verde a redução e, em preto, a não alteração.....48

ANEXO A

Tabela 1 - Valores das variáveis coletadas para todos os ambientes. Variáveis: pH: potencial Hidrogeniônico em Água; P: Fósforo(mg/dm³); K: Potássio (mg/dm³); Ca: Cálcio (cmolc/dm³); TA: Temperatura Ambiente (°C);TS: Temperatura do Solo (°C); U: Umidade -(%)59

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

°C	Graus Celsius
ANA	Agência Nacional das Águas
ANOVA	Análises de Variância
APPs	Áreas de Preservação Permanente
Ca	Cálcio
CAR	Cadastro Ambiental Rural
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IDE SISEMA	Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente
IFMG	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais
K	Potássio
P	Fósforo
pH	Potencial hidrogeniônico
PSA	Pagamento por Serviços Ambientais
PV NRF	Programa Vida Nova Rio Formiga
SAAE	Serviço Autônomo de Água e Esgoto
SAFs	Sistemas Agroflorestais
SE	Serviços Ecológicos
SICAR	Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
TA	Temperatura Ambiente
TS	Temperatura do Solo
U	Umidade do ar
UHE	Usina Hidrelétrica de Furnas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	14
	CAPÍTULO 1 - CONSERVAÇÃO DE ÁREAS DE PROTEÇÃO PERMANENTE DE CURSOS D'ÁGUA E IMPLICAÇÕES PARA A PROVISÃO DE ÁGUA	15
1	INTRODUÇÃO	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
3	METODOLOGIA	19
3.1	Área de estudo	19
3.2	Métodos	19
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5	CONCLUSÃO	26
	REFERÊNCIAS	27
	CAPÍTULO 2 - FUNCIONALIDADE DE ÁREAS PRESERVADAS E DA VEGETAÇÃO RIPÁRIA COMO AMORTECEDORES DAS ATIVIDADES AGROPECUÁRIAS	29
1	INTRODUÇÃO	31
2	REFERENCIAL TEÓRICO	33
2.1	Serviços Ecosistêmicos (SE).....	33
2.2	Vegetação Ciliar	34
2.3	Macronutrientes que podem alterar a capacidade de oferta de SE	36
3	METODOLOGIA	40
3.1	Caracterização da área de estudo	40
4	MÉTODOS	41
4.1	Coleta das amostras de solos	42
4.2	Avaliação dos serviços ecossistêmicos	43
4.3	Análise dos dados	43
5	RESULTADOS.....	44
6	DISCUSSÃO	49
7	CONCLUSÃO	52
	REFERÊNCIAS	53
	APÊNDICE A - Produto Técnico Vídeo.....	57
	ANEXO.....	59

1 INTRODUÇÃO GERAL

As intervenções humanas são capazes de alterar profundamente a dinâmica do funcionamento do planeta, afetando de maneira significativa a oferta de recursos e serviços ecossistêmicos. Os processos antrópicos criaram a necessidade de procurar métodos para mitigar e balancear a produção humana com um impacto reduzido. No Brasil, as diversas formações ambientais possuem áreas de preservação condizentes com a sua importância, para proteger os recursos naturais. Apesar destas áreas de preservação, denominadas áreas de proteção permanente (APPs) serem protegidas por lei, diversas são as alterações humanas nestas áreas, buscando, principalmente o aumento na produtividade e na facilidade de uso do recurso

Especialmente importantes em áreas antropizadas como a região sudeste do Brasil as APPs atuam na conservação e oferta de serviços importantes à oferta de serviços essenciais e à manutenção da qualidade de vida da população nos municípios, como oferta e regulação da água, regulação da erosão, regulação e ciclagem de nutrientes, dentre outros.

No município de Formiga, Minas Gerais, localizado no Centro-Oeste mineiro, o abastecimento da população é dependente do rio Formiga. Neste município, ocorreram graves crises hídricas, desencadeando uma ação do sistema executivo em fiscalizar e restaurar a região da microbacia do rio principal, o qual é responsável pela maior parte do abastecimento.

A manutenção da oferta e regulação do recurso água é dependente da manutenção da estrutura física e biológica dos riachos, rios e lagos, da vegetação presente no entorno, visto sua efetividade e necessidade no impedimento de processos erosivos, contaminação por resíduos da agropecuária, regulação de microclima entre outras funções.

No intuito de quantificar as alterações em APPs e analisar a potencial interferência na oferta de água em quantidade e qualidade adequadas à demanda do município, o primeiro capítulo, buscou mapear o uso das APPs de cursos d'água e identificar áreas prioritárias para recuperação e consequente retomada dos serviços ecossistêmicos.

No segundo capítulo buscou-se avaliar a funcionalidade da vegetação ripária como detentores de sedimentos de áreas agricultáveis e áreas desprotegidas.

O produto técnico apresentado no terceiro capítulo tem o propósito de divulgar e conscientizar sobre a vegetação ciliar e a promoção da proteção dos recursos hídricos que elas ofertam.

CAPÍTULO 1 - CONSERVAÇÃO DE ÁREAS DE PROTEÇÃO PERMANENTE DE CURSOS D'ÁGUA E IMPLICAÇÕES PARA A PROVISÃO DE ÁGUA

Resumo

Áreas naturais inseridas em áreas antropizadas, são as principais formas de proteção e manutenção da oferta de recursos essenciais em qualidade e quantidade adequadas às populações, como a água. A legislação regulamenta a preservação destas áreas denominadas áreas de preservação permanente (APPs) que tem a função de manutenção e produção de recursos naturais. Porém, devido à escassez em atividades de fiscalização e educação ambiental, essas áreas são alteradas continuamente. A manutenção e recuperação da vegetação nestas áreas é a forma mais eficiente de manter a oferta de recursos e o abastecimento das populações. Foi realizada a quantificação e mapeamento da vegetação em APPs de cursos d'água para o município de Formiga, altamente dependente deste recurso para atender a demanda da população e identificadas áreas de maior necessidade de recuperação da vegetação para a oferta de água em toda a bacia. Apenas 29% das APPs de cursos d'água têm sua vegetação preservada, sendo que apenas 262 propriedades rurais, do total de 1.810 propriedades com APPs de cursos d'água, possuem mais de 80% de vegetação nas APPs de cursos d'água preservadas. Propriedades com APPs não preservadas (menos de 20% de vegetação) não estão distribuídas de maneira uniforme no município, sendo importante as medidas específicas de gestão destas áreas, visando à recuperação destas.

Palavras-chave: mata ciliar, serviços ecossistêmicos, mapeamento de vegetação.

Abstract

Natural areas inserted in anthropized areas, are the main forms of protection and maintenance of the essential resources supply such as water in adequate quality and quantity to populations. Legislation regulates the preservation of these areas called permanent preservation areas (APPs) that have the function of maintaining and producing natural resources. However, due to the scarcity in inspection and environmental education activities, these areas are continuously changed. The maintenance and recovery of vegetation in these areas is the most efficient way to maintain the supply of resources and populations. The vegetation was quantified and mapped in watercourse APPs for the municipality of Formiga, highly dependent on these resources to meet the population's demand and identified areas of greatest need for vegetation recovery for water supply throughout the basin. Only 29% of the watercourse APPs have their vegetation preserved, and only 262 rural properties, out of a total of 1,810 properties with watercourse APPs, have more than 80% vegetation in the preserved watercourse APPs. Properties with non-preserved APPs (less than 20% vegetation) are not evenly distributed in the municipality, and specific management measures for these areas are important in order to recover them.

Keywords: riparian forest, ecosystem services, vegetation mapping

1 INTRODUÇÃO

A expansão humana em busca de recursos aliada ao alto crescimento populacional está causando aos diversos ecossistemas terrestres graves desequilíbrios que podem levar o planeta a uma situação hostil à vida. Estes desequilíbrios podem atingir cidades do Brasil por meio de inundações anuais em períodos de cheia, necessidade de racionamento de água em períodos de seca, altas temperaturas, comprometimento da qualidade do ar atmosférico, entre outros. Nas áreas rurais, os problemas também são graves, poiso desmatamento, a perda de solo, uso abusivo de defensivos e adubos inviabilizam o uso ou reduzem quantidade de água disponível.

As Áreas de Proteção Permanente contemplam locais destinados à preservação de recursos pedológicos, genéticos, bem como mantêm os fluxos biogeoquímicos que influenciam diretamente no bem-estar humano. O Brasil regulamenta a obrigatoriedade de proteção dessas áreas (BRASIL, 2012a), sendo que o tamanho das APPs de cursos d'água varia de acordo com a sua largura. Para potencializar as ações de preservação, órgãos federais, como a ANA, implantaram medidas como remuneração à produção de recursos naturais em suas propriedades (BRASIL, 2012a).

Apesar do Brasil possuir 12% de água doce do planeta, a distribuição do recurso, nas regiões mais populosas, é menor, que leva à necessidade de promover a geração e preservação da água (BRASIL, 2020). Uma das alternativas atuais, para melhorar a situação global, pode estar ligada à gestão da paisagem, por meio de técnicas de geoprocessamento. Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) possibilitam uma gestão da paisagem, trazendo ao homem uma visão precisa da distribuição e conservação dos recursos naturais (CHIARAVALLOTI-NETO, 2017). A junção das ferramentas SIG à gestão das áreas naturais propicia um acompanhamento de conservação e recuperação do uso de recursos, particularmente à água, que necessita de um acompanhamento na escala de bacias e municípios.

Ferramentas de gestão são fundamentais para a implantação adequada de ações de conservação e recuperação dos recursos como o programa produtor de água, lançado pela ANA, que propicia o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), na ambição de melhorar a oferta de Serviços Ecossistêmicos (SE), objetivando um ambiente mais favorável ao produtor e populações vizinhas. Dentre as práticas conservacionistas incluídas no PSA, citam-se a manutenção de florestas, o reflorestamento, o plantio adensado e em nível, o plantio direto, a recuperação de pastagens, os sistemas agrosilvopastoris, a construção de bacias de infiltração,

a readequação de estradas, o terraceamento e a recuperação das áreas de proteção permanente, APP e reserva legal (BRASIL, 2012b).

Apesar da proteção de APPs de cursos d'água serem regulamentadas por lei, a remoção da vegetação destas áreas e conseqüente redução na qualidade e quantidade do recurso d'água é um problema comum em diversas localidades. Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo mapear e quantificar as APPs dos recursos hídricos e identificar áreas onde a recuperação é prioritária, no intuito de apontar locais para as diretrizes e ações de gestão para proteção e manutenção desse recurso, aplicado ao município de Formiga, Minas Gerais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

As APPs possuem relação direta com a oferta de Serviços ecossistêmicos (SE), por serem áreas com vegetação natural que podem prover recursos, propiciar a regulação térmica, fornecer habitat para fauna e flora e áreas de recreação. Fornecem um conjunto de benefícios às populações próximas, favorecendo a produção agrícola, a manutenção do abastecimento de água às populações e produtores rurais, e manutenção da qualidade de vida. É importante ressaltar que só é possível afirmar a existência do SE, se o ser humano estiver se beneficiando do produto (DE GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002).

Atualmente, o Brasil possui ferramentas, para gerir e monitorar a paisagem, por meio de sistemas digitais integrados ao SIG. Os sistemas digitais “Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural” (SICAR) e a “Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente” (IDE SISEMA) permitem adquirir arquivos, a fim de processar e alimentar SIGs, possibilitando a realização de análises espaciais e a confecção de mapas. Isso proporciona a avaliação de áreas de preservação em propriedades rurais, a hostilidade da matriz e inferir sobre a oferta de SE e sobre possíveis soluções para o desenvolvimento nas atividades agrícolas e ambientais (MINAS GERAIS, 2018).

3 METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

O município de Formiga, inserido no bioma Cerrado e localizado no Centro-Oeste do estado de Minas Gerais, ocupa uma área de 1.501 km² e possui uma população atual de, aproximadamente, 67 mil habitantes. No município, predominam formações vegetais do bioma Cerrado com fragmentos de Mata Atlântica, inseridos na bacia do Rio Grande (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2020).

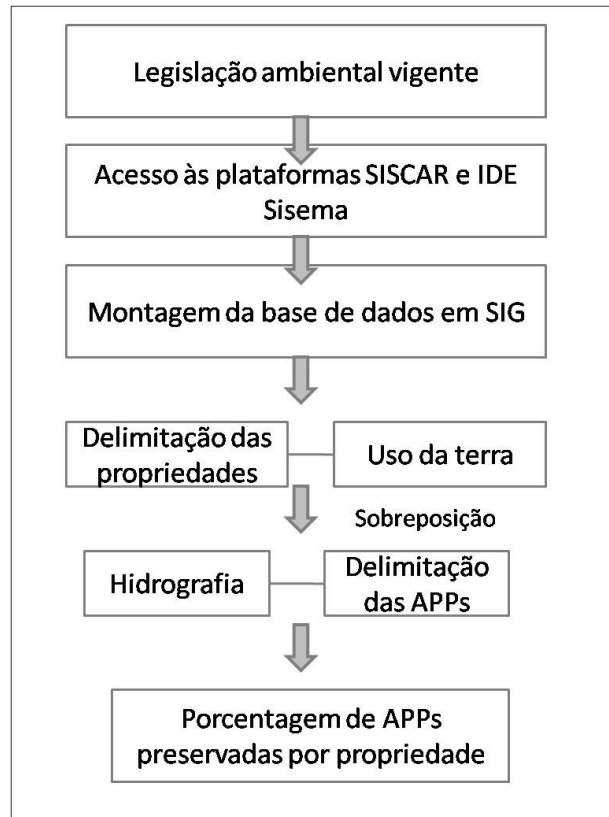
O clima regional se enquadra na classificação de KoppenCwb com invernos secos e verões moderados (SÁ JÚNIOR, 2009). O abastecimento de água da maior parte do município é realizado pelo rio Formiga.

3.2 Métodos

A legislação atualmente vigente no Brasil (Brasil, 2012 a) aborda a proteção de vegetação ciliar classificada dentro de Áreas de Proteção Permanente (APPs), buscando a proteção e manutenção do recurso água, essencial ao abastecimento da população assim como a utilização deste para a geração de energia, através das Usinas Hidrelétricas. O tamanho da APP é dependente da largura do curso d'água, sendo avaliada e declarada pelos proprietários rurais através da plataforma do Cadastro Ambiental Rural (CAR). Os dados declarados pelos proprietários rurais estão disponíveis na plataforma SISCAR.

Para o mapeamento e quantificação da vegetação ciliar responsável pela proteção do recurso água e consequente abastecimento da população do município de Formiga, foi utilizado um Sistema de Informações Geográficas (SIG), onde foram sobrepostos dados sobre uso e ocupação da terra no entorno dos cursos d'água. Os dados foram obtidos através das plataformas SISCAR e IDE SISEMA (Figura 1) foram sobrepostos, em SIG, realizando a quantificação e mapeamento do uso da terra nas APPs das propriedades rurais.

Figura 1 - Fluxograma da metodologia empregada, para a quantificação e mapeamento das APPs de propriedades, no município de Formiga, em Minas Gerais:



Fonte: O autor, 2020.

Utilizando os dados do mapeamento de propriedades rurais com menos de 20% de vegetação nas APPs, foi elaborado um mapa de distribuição da densidade, visando identificar áreas de maior acúmulo de APPs não protegidas, ou seja, aquelas com ausência de vegetação e que formam áreas prioritárias para recuperação, necessárias à manutenção da oferta de água em qualidade e quantidades adequadas para à manutenção do abastecimento humano.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

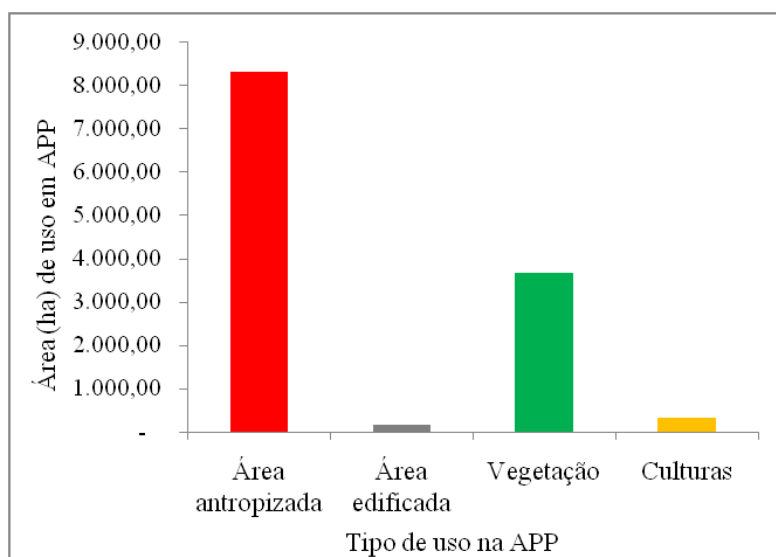
A vegetação oferta diversos serviços ecossistêmicos, estando assim associada à manutenção dos ciclos hidrológicos constantes nos ambiente se promove a manutenção do recurso água em qualidade e quantidade à utilização humana (CROWTHER *et al.*, 2015). O município de Formiga possui uma área total de APPs de 12.419,08, sendo que 8 mil hectares foram convertidas em áreas antropizadas (Tabela 1). Setenta por cento das áreas de APP não estão preservadas, o que resulta em 30% de áreas de vegetação, para prover recursos e serviços de maneira eficiente a uma população de, aproximadamente, 65 mil habitantes (Tabela 1).

Tabela 1 - Distribuição do uso da terra nas APPs no município de Formiga, em Minas Gerais:

Uso	Área (ha)	Área (%)
Área antropizada	8.290,40	66,76
Área edificada	151,74	1,22
Vegetação	3.658,64	29,46
Culturas	318,31	2,56
Total	12.419,08	100,00

Fonte: O autor, 2020.

Figura 2– Gráfico da proporção do uso da terra nas APPs dentro do município de Formiga, em Minas Gerais:



Fonte: O autor, 2020.

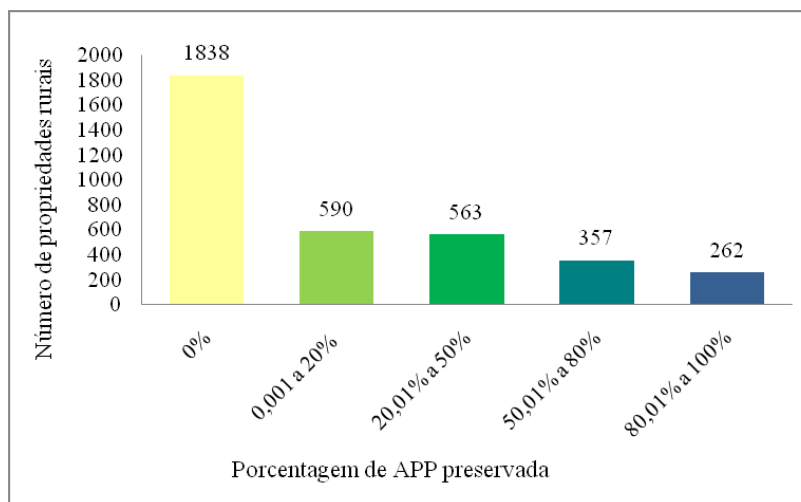
O abastecimento da maior parte da cidade é feita por um único rio que possui uma microbacia localizada a montante da cidade. Os proprietários rurais utilizam a água do rio

Formiga e de seus afluentes para produção agrícola (principalmente cultivo de hortaliças) e pecuária, dependendo assim da oferta contínua deste recurso.

O desmatamento, especialmente no entorno dos cursos d'água, compromete a realização do ciclo da água local e regional, não oferecendo condições de absorção, abastecimento de lençóis freáticos, resultando na reduzida oferta deste recurso ou na redução da qualidade deste (BRUIJNZEEL, 2004). Afeta também os custos para manejo da água, uma vez que a redução da quantidade e qualidade aumenta o custo tratamento para abastecimento dos municípios (CHOMITZ *et al.*, 2007; DUDLEY; STOLTON, 2003). APPs preservadas, que poderiam minimizar os efeitos nocivos do desmatamento, estão com o potencial reduzido pelo baixo percentual de preservação (Figura 2).

Do total de 3.612 propriedades rurais no município de Formiga, 1.802 não possuem cursos d'água dentro dos limites. Das 1.810 propriedades com APPs de cursos d'água, apenas 112 possuem as APPs de cursos d'água preservadas, sendo 262 propriedades com 80% ou mais das APPs com vegetação. Estas propriedades são potencialmente responsáveis pela maior preservação do recurso água e oferta deste aos demais proprietários rurais e ao abastecimento da cidade de Formiga (Figura 3).

Figura 3 - Número de propriedades rurais e a porcentagem de áreas de APPs com vegetação nas propriedades do município de Formiga, Minas Gerais. A coluna 0% se refere às propriedades que não possuem cursos d'água em seus limites.

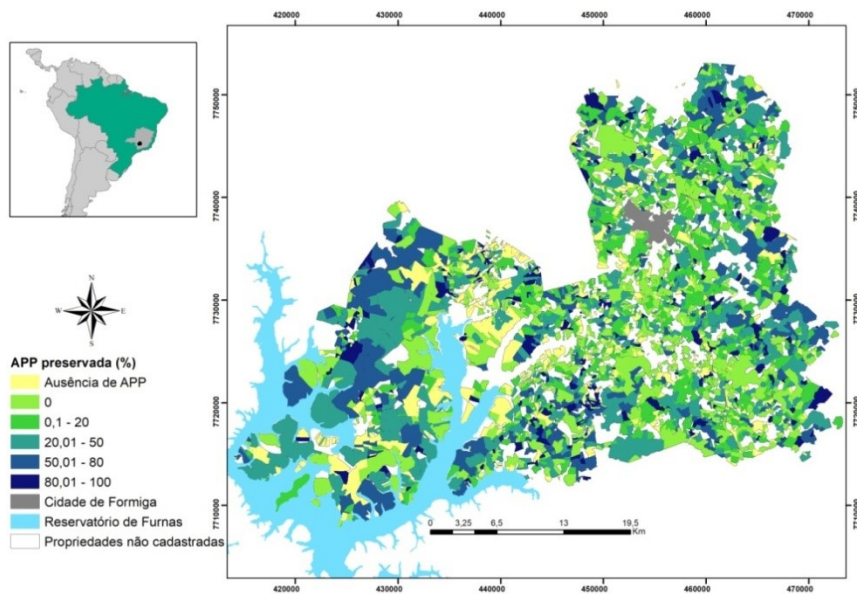


Fonte: O autor, 2020.

As propriedades, em que as APPs não estão preservadas, concentram-se em regiões próximas às áreas no entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica de Furnas (UHF) (Figura 4) e em áreas urbanizadas. Propriedades próximas ao reservatório são compostas por

casas de veraneio, clubes, áreas de pastagem e culturas. O Código Florestal mineiro (MINAS GERAIS, 2013) determina que, em lagos artificiais registrados com data anterior a 2001 seguem parâmetros de APPs, a APP deve ser preservada em um metro acima do nível máximo da lâmina de água da represa. Em locais de planície, as áreas de APPs podem se estender por quilômetros e, em áreas de relevo inclinado, as APPs se estendem por poucos metros ou centímetros.

Figura 4 - Distribuição das porcentagens de vegetação em APPs por propriedade no município de Formiga.



Fonte: O autor, 2020.

O rio Formiga atravessa a cidade e a APP deste não é preservada e algumas propriedades dentro dos limites do município possuem percentual baixo de (0 a 20%) e pequenas propriedades com percentual de 50,01 a 80% de vegetação em APPs de cursos d'água. Entre as rodovias MG-050 e BR-354, há uma paisagem heterogênea com áreas distintas de vegetação, culturas, pastagens, propriedades rurais, estradas e áreas industriais, formando um verdadeiro mosaico com diversas pequenas áreas de APPs. As áreas de APPs que ainda existem são fragmentos isolados podendo resultar em diversos danos à biodiversidade como a perda de variabilidade genética (METZGER, 2001). No entanto, as matas ciliares podem atuar como corredores ecológicos, pois propiciam o deslocamento e a continuidade do fluxo gênico da fauna e flora, possibilitando a manutenção de espécies e a variabilidade genética entre populações, além de fornecer habitat para grande quantidade de espécies, como aves, insetos, mamíferos e répteis (MARIOT, 2007). O percentual de APPs,

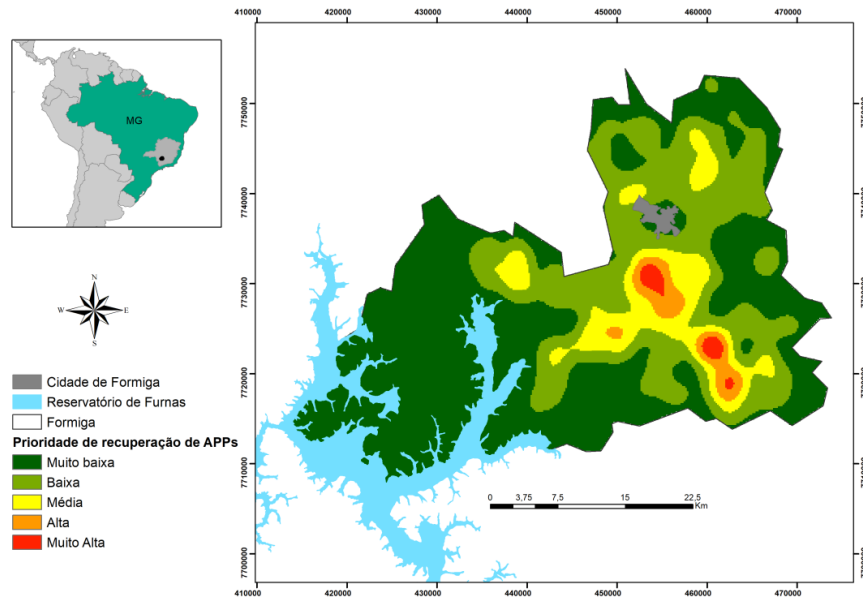
nesta área da microbacia do rio, é baixo (Tabela 1), que pode influenciar no nível do volume d'água do rio Formiga, uma vez que quanto menor cobertura vegetal, menor potencial de absorção de água pelo solo, resultando em reduções anormais do volume de água em períodos de estiagem (BRUIJNZEEL, 2004).

A ausência de vegetação também abrange nascentes, áreas de grande importância, para a formação dos rios, riachos, lagos, lagoas entre outros. O código florestal (2012a) estabelece que seja preservado, em forma de APPs, um raio de cinquenta metros em torno das nascentes. A ausência de vegetação no entorno de nascentes afeta diretamente a oferta de serviços essenciais à manutenção do recurso água para abastecimento da população durante ao longo de todo o ano.

Os impactos da ausência de proteção natural dos cursos d'água têm sido foco da atenção do poder executivo e medidas mitigadoras começaram a ser estabelecidas. Impactos como a redução da quantidade de água disponível e sua oferta durante todo o ano levou ao estabelecimento de projetos como o de revitalização do rio Formiga. Este projeto inclui ações de cercamento de nascentes, criação de terraços, manutenção de estradas, fiscalização no uso da água.

O código Florestal dispõe sobre a importância de manter as APPs e reservas legais, porém mais de 80% das propriedades do município (Figura 3) não possuem APP preservada. O estudo possibilita a identificação dos locais de maior acumulação de propriedades propensas à participação em projetos produtores de água (Figura 5), a partir da identificação de concentração do maior número de propriedades com 0 a 20% de vegetação nas APPs de cursos d'água, revelando áreas onde há a necessidade de implantação de programas de recuperação de APPs, com o propósito de devolver a oferta de SE refletindo em qualidade e bem-estar para a população do município. O custo de restauração das APPs pode ser alto, para ambos (produtores e sistema público), mas vale ressaltar que o valor por não restaurar pode ser ainda maior, visto que processos erosivos, em solos desprovidos de vegetação no cerrado, podem gerar graves consequências, como empobrecimento do solo, assoreamento de córregos, rios e lagos, hostilidade do clima, entre outros. A restauração proporcionaria a provisão de recursos ao estado de grande valor monetário como apresentado em alguns estudos (CARDINALE *et al.*, 2012).

Figura 5 - Mapa de densidade de propriedades com vegetação inferior à 20% em APPs



Em meio à vegetação altamente fragmentada no município existem agricultores que podem se beneficiar com a instalação do programa Produtores de Água, porque alguns proprietários mantêm parcelas de vegetação nativa e aderiram ao projeto piloto lançado pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE). Entretanto, as ações de identificação das áreas não preservadas, após um longo período sem fiscalização e, após a crise no município, podem ter aumentado a resistência dos agricultores de forma geral em aderir ao programa. O mais apropriado seria educar os proprietários sobre práticas sustentáveis, direcionando-os e lhes apresentando os bons resultados das novas técnicas de cultivo, criação de gado e gestão. Uma iniciativa do poder executivo seria, por exemplo, a manutenção das vias de acesso que estão em condições precárias.

5 CONCLUSÃO

A pesquisa revelou a baixa quantidade de vegetação natural nas APPs, que pode estar relacionado à ausência de SE de provisão, realizada pela vegetação natural em manter os rios, córregos e lagos constantes durante as estações. O percentual de áreas antropizadas está em 70% do município, restando apenas 30% de vegetações naturais de APPs aliada às áreas de reserva legal, isoladas em meio às lavouras, às pastagens, às construções civis, entre outros, para a provisão dos recursos. Portanto, se fazem necessárias ações, para mitigar o processo de antropização dentro da área do município, principalmente, nas APPs, com o propósito de alcançar melhores condições ambientais.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 12651**, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, DF, 28 maio 2012a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 10 jan. 2020.

BRASIL. Agência Nacional das Águas. **Manual operativo**. 2. ed. Brasília, DF, 2012b.

BRASIL. Agência Nacional das Águas. **Quantidade de água**. Disponível em:<<https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>>. Acesso em: 10 jan. 2020.

BRUIJNZEEL, L. A. Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soils for the trees? **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 104, p. 185-228, 2004.

CARDINALE, B. J. *et al.* Biodiversity loss and its impact on humanity. **Nature**, v. 486, n. 7401, p.59-67, June 2012.

CHIARAVALLOTI-NETO, F. O geoprocessamento e saúde pública. **Arquivos de Ciências da Saúde**, n. 4, p. 1-2, 2017.

CHOMITZ, K. M. *et al.* **At logger heads?:** agricultural expansion, poverty reduction and environment in the tropical forests. Washington, DC: World Bank, 2007.32 p. (World Bank Policy Research Report).

CROWTHER, T. W. *et al.* Mapping tree density at a global scale. **Nature**, v.525, n. 7568, p.201-205, Sept. 2015.

DE GROOT, R. S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**, v. 41, n. 3, p. 393-408, June 2002.

DUDLEY, N.; STOLTON, S. Running pure: social determinants of deforestation in developing countries: a cross-national study. **Social Forces**, v. 77, p. 567-586, 2003.

GREVE, M.; SVENNING, J. C. A paper park: as seen from the air. **Journal for Nature Conservation**, v. 19, n. 6, p.368-369, Dec. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/formigaIBGE2019>>. Acesso em: 10 jan. 2020.

MARIOT A. **A biodiversidade em usinas hidrelétricas**. **Meio Ambiente**. 2007. Disponível em: <<http://www.revistameioambiente.com.br/2007/06/28/a-biodiversidade-em-usinashidretricas/>>. Acesso em: 28 de abril 2020.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropical**, v. 1, p. 9, nov. 2001.

MINAS GERAIS. Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2003. Dispõe sobre as políticas florestais e de proteção à biodiversidade no Estado. **Diário do Executivo - Minas Gerais**, Belo Horizonte, 17 out. 2013. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/formigaIBGE2019>>. Acesso em: 10 jan. 2020.

MINAS GERAIS. Resolução nº 2.602, de 23 de janeiro de 2018. Dispõe sobre a alteração a Resolução Conjunta SEMAD/FEAM/IEF/IGAM nº 2516, de 21 de jul. de 2017, e dá outras providências. **Diário do Executivo - Minas Gerais**, Belo Horizonte, 24 jan. 2018. Disponível em: <<https://williamfreire.com.br/periodicos/diario-ambiental/resolucao-conjunta-semadfeamief-igam-no-2-602-de-23-de-janeiro-de-2018/>>. Acesso em: 10 jan. 2020.

SÁ JÚNIOR, A. de. **Aplicação da classificação de koppen para o zoneamento climático do estado de minas gerais**. 2009. 101f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

CAPÍTULO 2 - FUNCIONALIDADE DE ÁREAS PRESERVADAS E DA VEGETAÇÃO RIPÁRIA COMO AMORTECEDORES DAS ATIVIDADES AGROPECUÁRIAS

RESUMO

A vegetação ciliar fornece diversos serviços ecossistêmicos ligados ao fornecimento de água, em qualidade e quantidade. Áreas preservadas atuam como filtros e amortecedores dos impactos ambientais das atividades humanas. Estes ambientes possuem características naturais de reduzir perdas de solo e a hostilidade climática, atua como refúgio da fauna, como reserva genética da flora e mantém a vida aquática. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a funcionalidade de áreas preservadas e da vegetação ripária como filtro de resíduos das atividades agropecuárias, em uma microbacia altamente fragmentada e dependente da oferta de água do rio que a compõe. Foram conduzidas análises de solo e levantamento de variáveis ambientais. Foram comparados ambientes preservados, ambientes de cultura e pastagem, analisando variáveis de macronutrientes do solo e variáveis ambientais antes e após a vegetação ripária (borda do rio). A análise multivariada (Análise de Componentes Principais) indicou diferenças significativas principalmente entre ambientes preservados e ambientes de atividade agropecuária. Amostras de solo revelaram os possíveis processos de lixiviação de macronutrientes pelas áreas de monocultura, com presença de mata ciliar, pastagem com e sem a presença de mata ciliar e áreas controle, em condições naturais preservadas. Foram demarcados dois pontos de coleta das variáveis, situados no início e término do transecto na borda do rio. Os resultados apresentaram um potencial da mata ciliar como sumidouro de resíduos e a capacidade de garantir uma estabilidade térmica ao ambiente.

Palavras-chave: Serviços Ecossistêmicos. Variáveis Ambientais e Solos.

CHAPTER 2 - FUNCTIONALITIES OF THE RIPARIAN VEGETATION AS BUFFERS TO AGRICULTURAL AND LIVESTOCK ACTIVITIES

ABSTRACT

Riparian vegetation provides several ecosystem services related to water supply, in quality and quantity. Preserved areas act as filters and buffers for the environmental impacts of human activities. These environments have natural characteristics of reducing soil losses and climatic hostility, acting as a refuge for fauna, as a genetic reserve of flora and maintaining aquatic life. This research aimed to evaluate the functionality of preserved areas and riparian vegetation as a filter of residues from agricultural activities, in a highly fragmented microbasin and dependent on the water supply of the river that comprises it. Soil analyzes and survey of environmental variables were conducted. Preserved environments, crop and pasture environments were compared, analyzing soil macronutrient variables and environmental variables before and after riparian vegetation (river edge). The multivariate analysis (Principal Component Analysis) indicated significant differences mainly between preserved environments and environments of agricultural activity. Soil samples revealed the possible macronutrient leaching processes by monoculture areas, with the presence of riparian forest, pasture with and without the presence of riparian forest and control areas, in preserved natural

conditions. Two points for the collection of variables were demarcated, located at the beginning and end of the transect at the river's edge. The results showed the potential of riparian forest as a waste sink and the ability to guarantee thermal stability to the environment.

1 INTRODUÇÃO

Água é um dos recursos mais utilizados pelo homem e fundamental para a manutenção das atividades antrópicas como agrícolas e industriais. Para a manutenção deste recurso em quantidade e qualidade adequada, se faz necessária a manutenção de diversos serviços ecossistêmicos associados. Sua produção depende da estabilidade vegetal natural, da retenção dos solos, do controle e do manejo na agropecuária, uma vez que a produção do recurso acontece nas bacias de cabeceiras que são renovadas a partir da precipitação. A vegetação preservada propicia o armazenamento de água em aquíferos por infiltração, que, posteriormente, flui pelos rios e lagos, abastecendo-os continuamente.

A paisagem rural tem o seu papel de fornecer um ambiente favorável à essa condição, colaborando para a produção de água (BREN, 1993). A ausência de conhecimento sobre o processo natural ou o anseio por maior aproveitamento de área para produção faz com que muitos produtores rurais removam ou alterem a vegetação ciliar, transformando-as em áreas de plantio e pastagem. Com o passar do tempo, as áreas de plantio se tornam inférteis pela baixa quantidade de nutrientes que são, em parte, lixiviados para rios e lagos ou esgotados após uso constante. Logo, em razão da baixa quantidade de nutrientes retidos no solo e da consequente improdutividade, a área é abandonada, gerando graves processos erosivos.

As matas ciliares, além de reterem diversos nutrientes, provindos do uso do solo pelo homem, também conseguem assimilar pesticidas, reduzindo seu poder de perturbação aos córregos e rios. Dessa forma, a manutenção da vegetação é necessária para manter um ciclo natural constante (SCHLOSSER; KARR, 1981). Isso acontece, para ofertar os nutrientes de maneira adequada, uma vez que, no decorrer do processo de sucessão ecológica, uma floresta em desenvolvimento necessita de maior quantidade de nutrientes quando comparada a uma floresta madura (OMERNIK; ABERNATHY; MALE, 1981). Uma vegetação ciliar ainda propicia recarga hídrica subterrânea, provisão de água de qualidade e estabilização de margens (JACOBS; VOGUEL, 1998; RICHIE; MCARTY, 2003). A manutenção da vegetação natural e áreas de cultivo se tornam de grande importância, pois sua ausência pode resultar em processos erosivos causando empobrecimento dos solos, diminuição na produção agrícola, assoreamento e contaminação de rios e lagos (CLARK; HAVERKAMP; CHAPMAN, 1985).

A vegetação ciliar funciona como um sistema de controle de temperatura natural da paisagem, pois, no processo de absorção das radiações solares, para a produção de energia

da flora, ocorre a liberação de vapor de água. Esse vapor aumenta a umidade e, em consequência, baixa a temperatura, no interior da mata, realizando assim o serviço de controle do microclima (FRITZSON *et al.*, 2005). Além disso, a presença de vegetação ciliar, durante o período do dia, reduz a temperatura do ambiente e, à noite, bloqueia a queda abrupta da temperatura. No período noturno, o vapor de água está em uma temperatura superior à do ar e ocorre o processo de condensação, levando à precipitação do vapor d'água para as folhas que pode novamente evaporar ou gotejar até o solo (MANTOVANI, 1996).

Os serviços ofertados pelas matas ciliares se enquadra em serviços ecossistêmicos, tendo a função de “regulação”, “habitat”, “produção” e “informação”. A mata realiza o controle de temperatura, intensifica a ciclagem de resíduos da agricultura e pecuária, efetua o controle biológico, é habitat de espécies de fauna e flora, reservas genéticas, recursos ornamentais, matéria orgânica, entre outros (DE GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002). Assim, a importância das matas ciliares, visando à manutenção da estabilidade funcional de nascentes, rios e córregos de cabeceira, com a função de prover água em quantidade e qualidade a populações, ao decorrer dos rios, será abordada, neste cenário, por meio da mensuração dos indicadores de prestação de serviços ecossistêmicos através da comparação da quantidade de macronutrientes e variáveis ambientais, em áreas antropizadas e naturais com presença e ausência de vegetação ciliar.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Serviços Ecossistêmicos (SE)

No relatório da Avaliação Ecossistêmica do Milênio, discute-se a taxa de crescimento populacional, aliada à grande extração de matéria-prima do meio, que gera um saldo negativo na balança ambiental. Logo esse desenvolvimento da humanidade, desenfreado e sem sustentabilidade, inibe a oferta de SE, desfavorece parcelas mais pobres da população e hostiliza o desenvolvimento de futuras gerações.

Os SE são considerados privilégios concedidos ao homem, proferidos pelos diversos ecossistemas existentes, ou seja, tudo que a natureza nos prove de recursos é uma biosfera favorável à vida (BRAAT, 2013). Entretanto existe uma capacidade de resiliência e resistência que cada ecossistema suporta, que se ultrapassado, o dano pode ser irreparável, e a oferta dos SE deixa de existir. Então essa ausência pode levar à extinção em massa, havendo uma necessidade de incluir tais serviços na economia e buscar o valor a ser pago por eles (COSTANZA *et al.*, 1997). Logo as inúmeras relações entre sistemas bióticos e abióticos efetuam as funções ecossistêmicas, regulação, habitat, produção, informação, que são responsáveis por gerar os SE (DE GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002). Porém funções ecossistêmicas diferenciam-se dos SE, pois ocorrem de maneira natural não dependendo de sua utilização pelo homem.

A função de “regulação” está ligada ao equilíbrio das infinitas relações de suporte de vida, que contribui para o ciclo dos compostos químicos de forma geral, o que pode ser descrita pela capacidade que a vegetação possui de fixar e volatilizar compostos, para o seu desenvolvimento, à proteção e retenção dos solos e ao equilíbrio de gases na atmosfera. A função de “habitat” fornece locais adequados para que as espécies possam coexistir. A função de “produção” proporciona matéria-prima de forma geral para as várias atividades humanas. A função de “informação” auxilia no bem-estar humano, como, por exemplo, a prática de ecoturismo, os benefícios espirituais (COSTANZA *et al.*, 1997). Desse modo, é possível descrever os SE em categorias tendo como base as funções ecossistêmicas.

Pode ser considerado que a função de regulação e habitat é provedora das demais funções de produção e informação, assim, é preciso relevar que existe uma ligação entre as funções ecossistêmicas que devem ser estimadas em um estudo do funcionamento dos ecossistemas (DE GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002). Neste parágrafo, o autor explica a relevância da relação entre as funções ecossistêmicas, portanto pode ser comparado, em uma

análise de prestação de SE, que as funções de regulação e habitat terão resultados condizentes com as funções de produção e informação. Portanto é importante lembrar que há casos em que uma função do ecossistema pode proporcionar dois ou mais SE. Alguns SE podem ser fruto de duas ou mais funções, não tendo uma regra fixa. Porém a questão estrutural do ambiente natural é um critério importante, na oferta dos SE, pois faz-se necessário que o ambiente possua um mínimo de componentes, para ofertar processos de ciclagem de nutrientes, de retenção de solos, de equilíbrio térmico, de estabilização de margens, de densidade vegetal, entre outros, para ofertar SE (COSTANZA *et al.*, 1997).

Os SE só possuem uma validade, se estiverem sendo utilizados pelo homem, então, um recurso disponível, como a água de um rio, somente poderá ser considerada como um serviço de provisão quando utilizada. A atividade econômica, realizada em uma região e a forma como os recursos naturais são utilizados podem alterar a importância e a oferta dos SE, apresentando a necessidade de estudos para levantar o impacto de sua ausência. Vale ressaltar que o valor dos SE vai além do ato de existir e deve ser agregado a outras variáveis na sua valoração (HUETING *et al.*, 1998).

Hoje, a pressão sobre técnicas de produção agrícola com menores danos à natureza é um desafio, porquanto as técnicas utilizadas predam a oferta de SE que afetam diretamente populações locais, como acontece no município de Formiga, localizado no Estado de Minas Gerais (MG). O uso indiscriminado da água, aliado ao desmatamento, resultou em uma crise hídrica no município. Portanto a solução que favorece ambas as partes (população e agricultores) são técnicas que mantenham a oferta de SE, como Sistemas Agroflorestais (SAFs) (AZEVEDO, 2016; VASCONCELOS; BELTRÃO, 2017).

2.2 Vegetação Ciliar

Matas ciliares, matas ripárias ou vegetação ribeirinha, em suas diversas nomenclaturas, utilizadas por inúmeros autores, pode ser definida como a flora que circunda cursos d'água, sejam eles rios, lagos ou represas. Configura-se pelo Código Florestal Federal como “área de preservação permanente”, estabelecida, em função da largura do rio, lago ou represa, em relação ao tamanho da propriedade em módulos fiscais (BRASIL, 2012).

As matas ciliares, com as ações antrópicas, assumiram a função de filtros de nutrientes provindos da agricultura e pecuária, com uma manutenção biológica de bacias hidrográficas. Entre os diversos benefícios, a mata ciliar desempenha a função de reduzir o escoamento de defensivos agrícolas, excessos de nutrientes via adubação, com processos de

volatilização e fixação de resíduos, que resulta em não degradação da ecologia dos rios e lagos (LOWRANCE *et al.*, 1984).

A vegetação ciliar pode também fornecer condições, para manter a vida aquática, restringindo o excesso de luz, que, quando frequente, pode disparar processos de eutrofização que resulta em perda da quantidade de oxigênio na água eliminando a biota do rio e reduzindo a qualidade da água. A temperatura é um fator equilibrado pela vegetação, pois, em áreas que possuem vegetação ribeirinha em bacias de cabeceira, a temperatura da água tende a ser mais baixa, favorecendo macros invertebrados, algas e a ictiofauna de forma apropriada a garantir qualidade do recurso, o que contribui para processos base de cadeia alimentar, que, quando ausentes, acarretam danos à dinâmica do rio a jusante (WELSCH, 2017).

Alternativas já foram propostas, como a canalização de riachos, porém tal processo resulta em um maior teor de nutrientes, em comparação aos riachos não canalizados, pelo fato de não haver o contato com as matas ciliares. Logo esses processos resultariam em tornar a disponibilidade do recurso menor, pelo não reabastecimento efetuado por processos de infiltração, ocasionado pela capilaridade de raízes, e o custo do tratamento maior, pela quantidade de resíduos que não iriam ser removidos pela vegetação ribeirinha (KUENZLER *et al.*, 1997).

Matas ciliares maduras podem não exercem a função de filtro biológico pela estabilização natural revela estudo, visto que o crescimento de uma espécie vegetal tende a cessar. Porém deve ser considerado que exista sempre uma sucessão ecológica e ciclos de crescimento podem ocorrer; outro fator seria que a mata ciliar, em estágio final de desenvolvimento, apresenta uma densidade maior que intensifica sua função como barreira de resíduos. Logo, em um trabalho com estudo de turfeiras, na região da microbacia de Minnesota, apresentou um potencial de retenção de 36 a 60% de resíduos anuais, apresentando dados maciços da capacidade de retenção em áreas de matas preservadas (OMERNIK; ABERNATHY; MALE, 1981; VERRY; TIMMONS, 1982).

Em vegetações com indivíduos maduros, para aumentar a eficácia, na absorção de resíduos, existem técnicas de extração de madeira controlada que irão propiciar espaço, para o crescimento de novas espécies pela clareira aberta proporcionar uma boa passagem de luz solar. Sendo assim, diversas espécies que estavam com deficiência de luz poderão desenvolver e absorver, em seu crescimento, altas taxas de compostos químicos do solo, fazendo as taxas e funções ecológicas aumentarem (LOWRANCE *et al.*, 1984).

Para entender melhor tais processos, realizados pelas matas ciliares, faz-se necessário estudar o ciclo dos nutrientes e seu fluxo pelos limites do ecossistema

(LOWRANCE *et al.*, 1984). Os altos fluxos de nutrientes às margens dos rios podem ser em virtude de períodos de cheia e em áreas agricultáveis, em função do uso de insumos no campo. Logo períodos de cheia descarregam essa carga de nutrientes que, potencialmente, podem ser utilizados, para o desenvolvimento da vegetação ciliar (BRINSON *et al.*, 1980).

A mata ciliar com suas diversas funções no ecossistema ainda tem importante função no equilíbrio de temperatura, umidade, podendo também servir como abrigo para diversos animais. Sua ausência (mata ciliar) poderia resultar em um desequilíbrio das variáveis tornando o ambiente mais hostil. O conforto térmico, gerado pelas vegetações ciliares, atrai diversos animais, como pássaros e pequenos mamíferos que utilizam o dossel para constituírem suas residências e forrageio. Em áreas com mudanças climáticas mais acentuadas com períodos de secas prolongadas, características das savanas, tornam as matas ribeirinhas em locais propícios à fauna (FRITZSONS; MANTOVANI; RIZZI, 2004).

Os locais de vegetação ciliar, por meio da estrutura e disposição da vegetação, podem influenciar no movimento das correntes de ar que reflete na temperatura e umidade. A cobertura vegetal propicia menor taxa de absorção de calor, durante os períodos de incidência solar, contribuindo de maneira significativa para um equilíbrio térmico favorável (MOORE; SPITTLEHOUSE; STORY, 2005).

A influência do conjunto da vegetação ciliar, unida à água corrente dos rios e córregos, pode influenciar na queda da temperatura ambiente de locais urbanos e rurais, causando redução nos valores de 3 a 6°C em comparação a locais afastados de 30 a 50 metros de distância. Portanto tais condições mantêm a estabilidade térmica necessária, para o equilíbrio da dinâmica das funções ecológicas que geram os SE necessários, para ciclos biogeoquímicos e controle de eventos climáticos extremos (TSAI *et al.*, 2017).

2.3 Macronutrientes que podem alterar a capacidade de oferta de SE

O pH no solo do cerrado se revela com um potencial ácido entre quatro e cinco normalmente, que dificulta o desenvolvimento da agricultura, pois influencia diretamente no crescimento das plantas. Outro problema no cerrado é o alto teor de alumínio no solo que prejudica o crescimento das raízes e absorção de nutrientes. Logo, é essencial corrigir o pH do solo, buscando níveis que aumentem a capacidade de absorção dos nutrientes pelas plantas com a técnica denominada “calagem”, técnica que efetua a correção do pH na camada arável do solo (SOUZA; LOBATO, 2004).

A calagem pode ser feita utilizando o calcário, o qual vai liberar ao solo cálcio, aumentando o potencial nutritivo do solo, bloqueando o poder negativo do alumínio. Logo uma calagem efetuada de forma correta, para fins agrícolas, irá levar o pH para valores entre 5,5 e 6,3. O cálcio é um elemento em abundância na natureza, porém, em alguns tipos de solos, possui baixos teores. Geralmente a quantidade de Ca no solo influencia no pH, que, com a sua ausência, revela-se ácido. A quantidade de cálcio reflete, diretamente, no desenvolvimento das plantas, um exemplo são os solos do cerrado, que possuem um caráter relativamente ácido e suas plantas, em geral, possuem intoxicação causada pelo alto teor de alumínio, pois o Ca inibe a absorção de alumínio pela planta (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2008).

A origem do cálcio no solo está diretamente ligada às rochas carbonatadas, com os principais representantes, o calcário e o mármore, entre outros. A decomposição de silicatos com ação da água e CO₂ libera no solo Ca²⁺ na forma solúvel disponível para as plantas (BARBER, 1967). O uso do cálcio, como corretor do pH do solo, deve seguir um parâmetro bem criterioso, pois existe uma faixa ideal de pH, para cada cultura, logo se faz necessário um estudo prévio para evitar gastos excessivos.

Uma vez que o cálcio em grande quantidade pode gerar processos erosivos, visto que altera a estrutura química do solo com o aumento do número de cauloides, favorece um raio iônico menor que, na presença de água, forma um raio hidratado que facilita o escoamento da partícula e, conseqüentemente do solo, ou seja, processo erosivo (JUCZ, 1987).

Nas bacias hidrográficas, os principais elementos químicos que circulam pelas áreas de pastagem, culturas e cursos d'água são o nitrogênio e o fósforo, os quais aparecem, em vários estudos, como causas de perturbações nos ecossistemas aquáticos relacionados a processos de eutrofização e perda da qualidade de água (WELSCH, 2017).

A maior parte do nitrogênio é armazenada em estado gasoso na atmosfera. Entretanto as principais modificações ambientais são decorrentes do excesso de nitrogênio no solo, proveniente das atividades agrícolas e do uso abusivo dos compostos nitrogenados, pelos fertilizantes e excretas animais.

Quando esse composto não é utilizado, o excedente fica no solo e pode ser lixiviado por gravidade pela precipitação indo para os cursos d'água. Pesquisas apontam que 99% de nitrato de nitrogênio movimentam, por via de fluxo sub-superficial, visto que 80% do escoamento total foi dessa maneira. (JACKSON *et al.*, 1973).

O fósforo, por sua vez, está em grande parte no solo e seres vivos, presente no material genético e em moléculas energéticas de ATP. Na agricultura e pecuária, é lançado ao

solo, por meio de fertilizantes e resíduos, assim como o nitrogênio, porém o fósforo possui afinidade com partículas do solo e seu carreamento, para cursos d'água, quando ocorre, é associado a materiais orgânicos que são levados pela precipitação e gravidade (CLARK; HAVERKAMP; CHAPMAN, 1985).

Nos solos, as fontes de fósforos são rochas que possuem, em suas propriedades, as apatitas que, por meio do intemperismo, são liberadas ao solo e disponibilizadas para as plantas. Logo o ciclo do fósforo está ligado, basicamente ao solo, cursos hídricos e seres vivos, não ocorrendo na atmosfera. Suas reservas naturais somam cinco bilhões de toneladas as quais podem ser exploradas pelo homem para fins econômicos. Porém o uso indiscriminado dos recursos que somam dez milhões de toneladas/ano podem cessar as reservas e gerar uma crise em seu principal setor, a agricultura, sob formas de fertilizantes fosfatados (FINCK, 1982).

A nutrição das plantas pelo fósforo é bem complexa, pois o pH influencia diretamente nas reações químicas. Em solos com pH ácido ou alcalino, o fósforo tende a não ficar disponível às plantas. Então é importante controlar a calagem do solo, visto que o melhor aproveitamento do P se dá em solos com pH neutro. Assim, aumenta o aproveitamento, já que se trata de um elemento que limita a produção agrícola, e sua lixiviação, para cursos de água, provoca processos de eutrofização e empobrecimento do solo (MALUF, 2017).

Contudo é importante conhecer os compostos que o P pode formar nos solos, para melhorar sua disponibilidade às plantas, visto que as formas mais disponíveis, para o desenvolvimento das plantas e microrganismos, são formas solúveis. Todavia estudos comprovam que algumas espécies de fungos podem buscar o P em formas insolúveis. Logo o emprego de determinadas espécies, como, por exemplo, as micorrizas podem aumentar a disponibilidade de P nos sistemas aumentando a produção e crescimento das plantas (SHARPLEY; HALVORSON, 1994).

O potássio é um elemento de grande importância, na nutrição das plantas e seres humanos, pois auxilia no funcionamento das células, tecidos e órgãos. No solo, geralmente, encontra-se nos materiais de origem vegetal em decomposição, excretas animais e proveniente de escoamento de áreas agrícolas. O potássio disponível no solo é de fácil assimilação por plantas e pode ser lixiviado pela precipitação (CLESCERI; GREENBERG; EATON, 1998).

O ciclo do potássio é de fácil compreensão, pois o potássio é absorvido do solo pelas plantas e pode ser ingerido por um animal ou continuar na planta até sua morte. Ele retorna para o solo pelas excretas dos animais ou decomposição do corpo da planta que possui

uma rápida mineralização, que o torna disponível novamente para as futuras gerações. O processo de senescência e decomposição da planta, rapidamente, libera potássio no solo, por fracas ligações químicas no organismo da planta. Na agricultura, o uso de técnicas de plantio direto pode garantir a fonte de potássio no solo entre outros benefícios (CLARKSON, 1995; SPARK; HUANG, 1985).

Porém o potássio é um nutriente que pode ser lixiviado, em grau acentuado, dependendo da estrutura do solo e quantidade de chuva, logo a adubação e o potássio, proveniente da palha ou restos de material vegetal em decomposição, possui grande mobilidade. Estudos em ambientes controlados, com uso de mecanismos de adubação artificial e natural à palha de milho, revelam que, um índice pluviométrico de 30 mm, foi suficiente para lavar grande parte do potássio presente na camada superficial do solo (ROSOLEM *et al.*, 2006).

Formas sustentáveis de inibir processos de lixiviamento de compostos orgânicos, para os cursos d'água, podem ser físicas: pelo uso de terraços, curvas de nível, barragens biológicas: por matas ciliares que irão funcionar como uma pia ou tampão, absorvendo, fixando ou volatilizando compostos, como principalmente o fósforo.

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da área de estudo

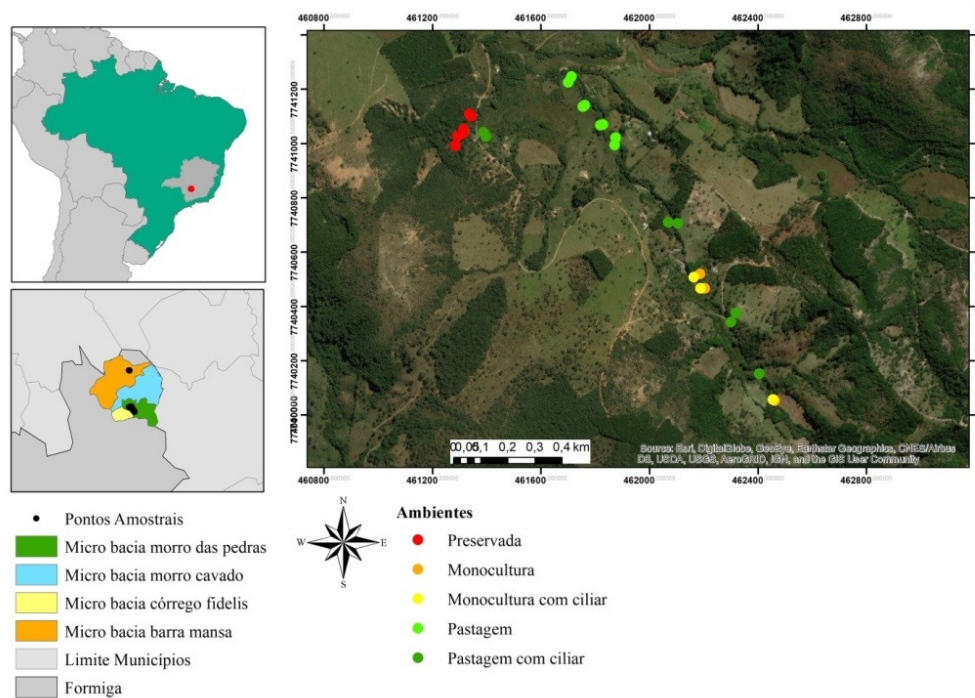
A alteração no ambiente e consequente modificação do ciclo da água fez com que muitos municípios fossem atingidos pela escassez de água em alguns períodos do ano. Isso levou algumas regiões, como a do município de Formiga, situada no estado de Minas Gerais, a fiscalizar e monitorar a área da bacia do principal rio da cidade, buscando a causa da escassez de água. Nesse município, toda a área urbana e a maior parte da área rural são abastecidas pelas águas da bacia do Rio Formiga. O desmatamento e o uso indiscriminado de água pelo produtor rural foram apontados como possíveis causas para a escassez na bacia do município.

O rio Formiga é responsável pela maior parte do abastecimento da cidade de Formiga e de parte da zona rural do município. Localizada no Bioma Cerrado, a bacia abrange áreas de vegetação, com características de campo aberto, campo cerrado, *stricto sensu*, cerradão e matas ciliares. De acordo com a classificação climática de Köppen, a região se enquadra em Cwb com invernos secos e verões moderados (SÁ JÚNIOR, 2009).

4 MÉTODOS

Com o objetivo de avaliar a capacidade de retenção dos sedimentos realizada pela vegetação ciliar, foram comparados ambientes com e sem a vegetação ciliar (Figura 1), através de análises de nutrientes do solo, medidas de temperatura do solo do ambiente, e umidade do ar (Tabela 1).

Figura 1- Localização dos pontos de coleta, nos ambientes de monocultura com vegetação ciliar, pastagem com vegetação ciliar, vegetação preservada e pastagem sem vegetação ciliar na área de estudo



Fonte: O autor, 2019.

Tabela 1 - Métodos utilizados para a coleta de variáveis associadas ao microclima e solos

Descrição	Serviços associados	Variáveis	Metodologia
Microclima	Regulação climática	Temperatura Ambiente e solo (°C), Umidade (%).	Davies-Colley, Payne e van Elswijk (2000)
Análise de solos	Controle de erosão e retenção de sedimentos,	Ph, fósforo, potássio, e cálcio.	Oliveira e colaboradores (2010)

Fonte: O autor, 2019.

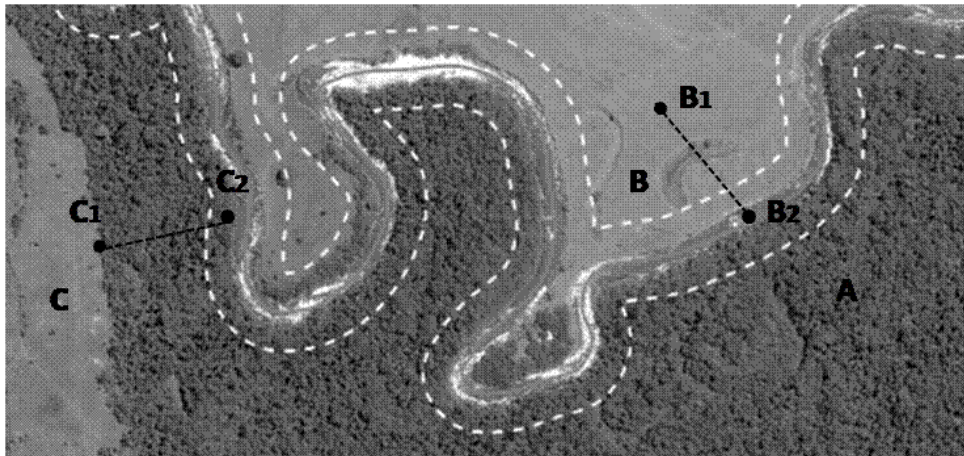
4.1 Coleta das amostras de solos

A coleta de amostras de solos foi realizada em quatro ambientes distintos, com 4 repetições em cada uma das quatro áreas, totalizando de 16 amostras de solos. Os ambientes foram: 1- culturas (milho, quiabo, feijão e tomate) com presença de vegetação ciliar na borda do rio; 2-pastagem com vegetação ciliar na borda do rio; 3-área de vegetação preservada com mata ciliar no entorno do rio; 4- pastagem desprovida de vegetação ciliar no entorno do rio.

Os ambientes possuem as mesmas características de tipos de vegetação, relevo e profundidade. Como o objetivo do trabalho foi à conservação do solo, a frequência e época do ano não influenciaram nos dados (SOUZA; LOBATO, 2004). Nas áreas de culturas agrícolas, ocorre a prevalência do plantio convencional. Nos ambientes de pastagens, as áreas são compostas por gramíneas e poucas espécies arbóreas. Nos ambientes de vegetação natural e mata ciliar preservada, prevaleceu a ocorrência de indivíduos arbóreos e uma camada de serapilheira no solo. A largura da vegetação ciliar variou de 7 a 10 metros.

Os ambientes selecionados receberam marcações de dois pontos perpendiculares ao eixo do rio, sendo o primeiro em área anterior à mata ciliar e o segundo situado na borda do rio, posteriormente à mata ciliar. Em cada ponto, foi traçada uma linha paralela ao curso hídrico, sempre utilizando a topografia do terreno, para a área de desnível, onde o ponto da borda se estabelecia, em uma altitude menor que o primeiro ponto, com estabelecimento de altitude maior e menor proporcionais aos pontos de coleta (Figura 2). As linhas paralelas de cada ponto foram feitas em três perfurações do solo de vinte e cinco centímetros de profundidade e coletados, em um copo descartável 150 ml de solo na superfície e 150 ml a vinte centímetros com o total da amostra de aproximadamente um kg (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Figura 2- Exemplificação da localização dos pontos de coleta antes (C_1) e após a mata ciliar (C_2) e em ambientes onde não há mata ciliar (B_1 – pasto) (B_2 entorno do rio sem mata ciliar)



Fonte: O autor, 2019.

4.2 Avaliação dos serviços ecossistêmicos

As amostras de solo, utilizadas para inferência sobre os serviços ecossistêmicos de controle de erosão e retenção de sedimentos, foram armazenadas em embalagens estéreis, para análise e submetidas ao teste químico, utilizando a técnica de Mehlich (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1997). Foram avaliados os seguintes parâmetros: pH, fósforo, potássio e cálcio.

Para a avaliação dos serviços de regulação climática, regulação de perturbação e controle de erosão eólica, foram coletados dados de temperatura ambiente, temperatura do solo e umidade.

4.3 Análise dos dados

Para caracterizar os pontos de coleta de acordo com as características ambientais, as variáveis foram apresentadas em uma Análise de Componentes Principais (PCA). Eixos com autovalores maiores que 1 foram retidos para interpretação de acordo com o critério Kaiser-Gutman (Jackson 1993). O teste de Kruskal-wallis (diferença significativa: $P < 0,05$) foi utilizado para avaliar diferenças significativas nos escores das variáveis entre os locais de amostragem. Posteriormente, foi realizado o teste de Mann-Whitney (diferença significativa $P < 0,05$) para verificar diferenças significativas entre os pares.

5 RESULTADOS

Valores mais altos de macronutrientes foram encontrados em regiões de culturas e Variáveis ambientais mais hostis, em áreas com menor vegetação arbórea (pastagens) (Tabela 2).

Tabela 2 - Média dos valores das variáveis coletadas nos pontos após mata cultura e pastagens e na borda dos rios

	LOCAL	Ph	P	K	Ca	TA	TS	U
Cultura com mata ciliar	Borda Cultura	5,85	55,075	73,5	2,515	29,4	23,725	56,75
	Borda do rio	6,2	7,275	51	2,68	27,28	18,875	58,25
Pastagem com mata ciliar	Borda Pastagem	5,35	3,25	72,25	1,2275	32,8	24,425	48,25
	Borda do rio	5,625	1,65	152	1,0825	24,675	19,3	61
Preservada com mata ciliar	Borda mata	5,4	1,575	98,25	1,5975	22,9	20	64,25
	Borda do rio	5,75	1,375	72,5	1,9175	23,375	18,725	64,75
Pastagem sem mata ciliar	Borda pastagem	5,8	2,7	46,5	1,7475	34,625	22,325	53
	Borda do rio	5,675	3,32	35,25	1,265	32,65	21,35	54,5

Fonte: O autor, 2020.

Os pontos amostrais foram avaliados através da análise da análise exploratória no gráfico da PCA indicando uma possível variação entre alguns pontos amostrais (Figura 3) A matriz das variáveis no PCA apresentou dois eixos com valores maiores que um, explicando 61,65% da variação nos dados. As variáveis que mais contribuíram para a explicação foram a temperatura ambiente (Eixo1), Fósforo e Cálcio (Eixo 2) (Figura 3). Temperatura ambiente foi negativamente correlacionada com o primeiro eixo e fósforo e cálcio negativamente correlacionado com o eixo 2. Estas variáveis, portanto, foram as principais variáveis que para a separação entre os pontos amostrais ($p < 0,05$) (Tabela 2).

Figura 3 - Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis para os pontos amostrais em ambientes preservados, culturas e pastagens em matas ciliares para a bacia do rio Formiga, em Minas Gerais. Somente as variáveis com escores maiores que 0.4 estão indicadas no gráfico

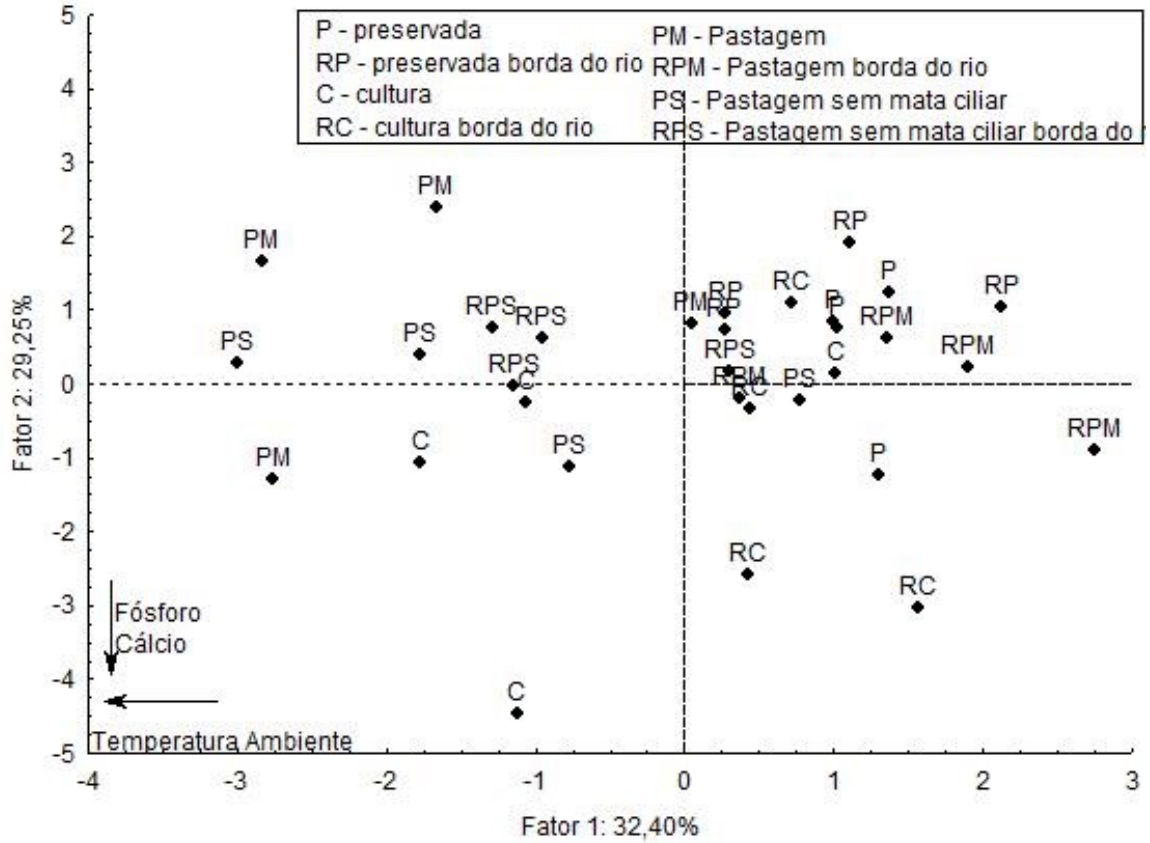
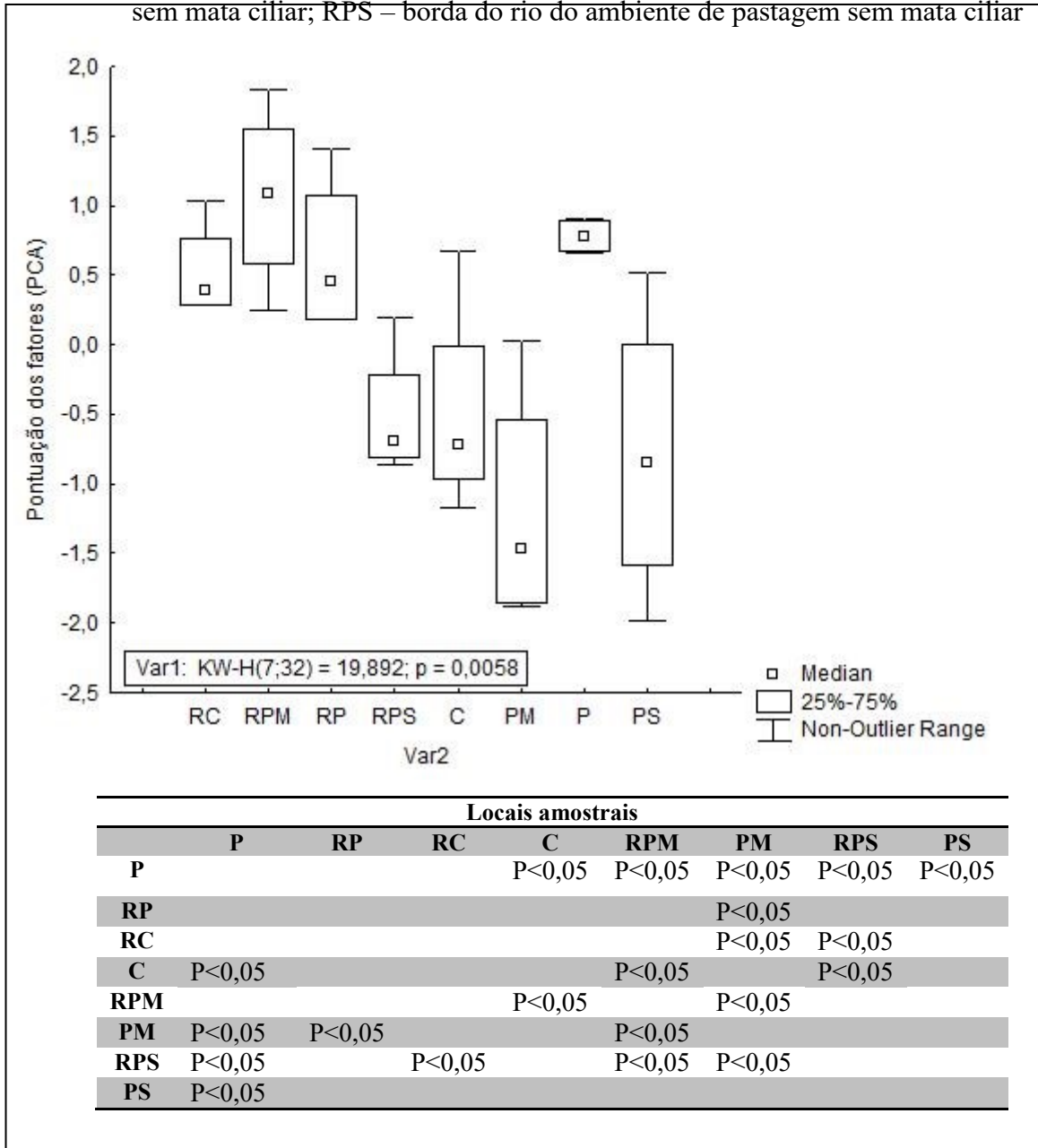


Figura 4 - Pontuação dos fatores obtidos no eixo 1 da análise de PCA diferenças significativas ($p < 0,05$) para os locais amostrais. P – borda do ambiente preservado; RP – borda do rio do ambiente preservado; C – borda da cultura; C – borda do rio do ambiente de cultura; PM – borda do ambiente de pastagem com mata ciliar; RPM – borda do rio do ambiente de pastagem com mata ciliar; OS – borda do ambiente de pastagem sem mata ciliar; RPS – borda do rio do ambiente de pastagem sem mata ciliar



O maior valor de potássio (K) foi encontrado no ambiente de vegetação preservada na borda da mata. Este ambiente se diferenciou dos pontos amostrais na borda da cultura, na borda das pastagens com e sem mata ciliar e na borda dos rios da pastagem sem mata ciliar.

O maior valor de cálcio foi encontrado no ambiente de cultura na borda do rio e este ambiente se diferenciou significativamente da área preservada e de uma das áreas de pastagens.

As áreas de cultivo apresentaram um grau acentuado de potencial hidrogeniônico (pH), fósforo (P) e cálcio (Ca) quando comparado aos demais ambientes (Tabela 2). O pH, e Ca no ambiente de culturas apresentou teor elevado na borda do rio, quando comparados aos pontos na borda de culturas, pastagem e mata preservada. Na borda do rio do ambiente de culturas o valor de pH foi elevado, quando comparado aos valores do pH, nos demais ambientes pesquisados. Extremos para valores de P foram encontrados, no ambiente de borda da cultura.

No ambiente de culturas com vegetação ciliar no ponto da borda do rio, ocorreu a proporção mais alta entre os ambientes das variáveis Ph e Ca. Nesse ambiente de cultura, o valor médio de P foi o mais elevado quando comparado aos demais ambientes analisados (Tabela 2).

O ambiente de pastagem com vegetação ciliar no ponto na borda do rio apresentou o nível médio mais alto da variável K. Este ambiente se diferiu significativamente dos ambientes preservados, do ambiente de cultura na borda da cultura, no ambiente de pastagem na borda da pastagem e no ambiente de pastagem sem mata ciliar, na borda do rio.

O ambiente de pastagem sem vegetação ciliar apresentou extremos de temperatura (TA) e o maior valor de temperatura do solo (TS) quando comparado aos demais ambientes.

O ambiente de pastagem com vegetação ciliar, no ponto na borda do rio apresentou o valor mais alto de umidade do ar (U) em relação as outras áreas. Se diferiu significativamente da borda do ambiente preservado e de ambos os pontos no ambiente de cultura.

O ambiente de pastagem sem vegetação ciliar na borda do rio apresentou os valores médios de K mais baixos em relação aos demais ambientes. As variáveis ambientais TA e TS do ambiente de pastagem revelaram os valores mais altos em relação aos outros locais amostrais avaliados (Tabela 2). Estes ambientes se diferiram significativamente das áreas de pastagem na borda do rio com vegetação ciliar.

Nos ambientes, houve variáveis que sofreram aumento quando comparados os pontos na borda da mata, cultura ou pastagem para os pontos na borda do rio (Tabela 3), como também variáveis que reduziram dos pontos na borda da mata, cultura ou pastagem para os pontos na borda do rio.

Tabela 3 - Percentual de Redução ou Acréscimo das variáveis entre os pontos na borda da mata, cultura ou pastagem para os pontos na borda do rio e pontos na borda do rio. Valores em vermelho indicam acréscimo entre os pontos, valores em verde a redução e, em preto, a não alteração.

	Ph	P	K	Ca	TA	TS	U
Cultura com mata ciliar	5,90%	86,00%	30%	6,5%	7%	20%	2%
Pastagem com mata ciliar	5%	5%	10%	11%	24%	20%	26%
Preservada com mata ciliar	6,4	6%	26%	20%	2%	6%	0,77%
Pastagem sem mata ciliar	2,15%	3%	24%	27	5%	4%	2,80%

Fonte: O autor, 2020.

O maior valor de potássio está associado ao ambiente de pastagem com vegetação ciliar, seguidos pelo ambiente de vegetação preservada, ambiente de culturas e ambiente de pastagem sem vegetação ciliar. A temperatura do ar apresentou média mais acentuada, no ambiente de pastagem sem vegetação ciliar, seguido pelo ambiente com vegetação ciliar, ambiente de cultura com vegetação ciliar e ambiente de vegetação preservada. A temperatura do solo não variou entre os ambientes de pastagem com vegetação ciliar e pastagem sem vegetação ciliar. A umidade foi alta no ambiente de vegetação preservada, com redução no ambiente de culturas, seguida pelo ambiente de pastagem com vegetação ciliar e pastagem sem vegetação ciliar.

6 DISCUSSÃO

Em razão das atividades agrícolas realizadas do entorno dos rios, os macronutrientes podem ser carregados até os cursos d'água, processo que pode ser reduzido ou impedido pela vegetação. A quantidade e a qualidade da vegetação estão diretamente ligadas às quantidades de nutrientes que atingem os cursos d'água (LOWRANCE *et al.*, 1984). A vegetação ciliar também participa do equilíbrio térmico, reduzindo a hostilidade do clima, que propicia um conforto térmico (FRITZSONS; MANTOVANI; RIZZI, 2004).

A diferença significativa entre os pontos do ambiente preservado e os pontos na borda da cultura e os pontos de nas áreas de pastagem podem ser explicados pela capacidade de retenção de nutrientes e sedimentos realizada pela vegetação.

A diferença entre área de pastagem na borda do rio e a área na borda da cultura pode ser explicada pela diferença na quantidade de nutrientes uma vez que a área de cultura pode conter diversos nutrientes aplicados à cultura e carregados. Na área de pasto, a quantidade de nutrientes é menor assim como a retenção destes, mas na borda do rio com mata ciliar, esta vegetação realiza o processo de retenção.

A diferenciação das áreas de pastagens na borda do rio com e sem mata ciliar é um indicativo de contribuição da vegetação ciliar para retenção de sedimentos e alteração das condições ambientais

O bioma cerrado possui naturalmente o solo ácido, com valores médios de pH de 4 a 5 (SOUZA; LOBATO, 2004). Os maiores valores encontrados, com alguns próximos a 7,1 podem ser explicados pela necessidade de estabilizar o pH para o cultivo agrícola, o que facilita a absorção de nutrientes pelas plantas (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2008). Altos valores de pH encontrados podem indicar que há um excesso no uso de corretores de solo, gerando um acúmulo de Ca (utilizado para corrigir o pH) nas regiões de borda do rio. Ambientes de pastagem com vegetação ciliar, áreas preservadas e pastagem sem vegetação ciliar apresentaram um valor mais alto de pH na borda do rio, o que pode estar relacionado à lixiviação do Ca pela vegetação ciliar (Tabela 2). A alteração do pH pode afetar o desenvolvimento das espécies vegetais nativas do ambiente, podendo causar extinção de espécies, proliferação de indivíduos oportunistas, influenciando direta e indiretamente na dinâmica do ambiente. O acúmulo de cálcio no solo pode desencadear processos erosivos, causando impactos nas vegetações ciliares e córregos (JUCZ, 1987).

A média dos pontos na borda do rio e na borda do ambiente de culturas com vegetação ciliar apresentou elevados valores médios de fósforo (Tabela 2), em relação aos demais ambientes. Tal fato pode ser explicado pela adubação destinada ao plantio. Esses teores apresentados na borda da mata são superiores ao exigido por qualquer cultura brasileira, em qualquer tipo de solo, indicando uma possível lixiviação de P da camada arável (SOUZA; LOBATO, 2004). Logo, os teores de fósforo na borda do rio, após a vegetação ciliar apresentar valores que denotam uma queda relativamente alta, podem evidenciar um consumo de P pela vegetação ciliar, visto que o ciclo do P se mantém no solo (FINCK, 1982).

As médias dos valores de potássio nos pontos na borda de cultura, pastagem e vegetação preservada, tiveram valores similares entre os ambientes. Os ambientes pastagem com vegetação ciliar e vegetação preservada apresentaram médias mais altas, fato que pode estar associado à cobertura vegetal. No ambiente de culturas com vegetação ciliar na borda do rio, a técnica de cultivo dos agricultores empregada realizou a remoção da cobertura vegetal do solo. Com isso, houve remoção das principais fontes de K, que são vegetais em decomposição (CLESCERI; GREENBERG; EATON, 1998).

A Temperatura Ambiente (TA) apresentou valores associados à vegetação ciliar em prover o equilíbrio térmico na paisagem rural. Ambiente sem que a vegetação ciliar está ausente, os valores médios de temperatura foram altos, chegando a 34,65°C no ponto 1 e com valor de média mais alto entre os pontos (Tabela 2), indicando uma possível função da vegetação ciliar na estabilização das temperaturas.

A temperatura do solo foi mais baixa no ambiente com vegetação preservada e valores mais elevados no ambiente de pastagem sem vegetação ciliar. É possível observar um padrão nos valores em que a temperatura na margem do rio com vegetação ciliar é sempre mais baixa que áreas antropizadas (MOORE; SPITTLEHOUSE; STORY, 2005).

Os valores de umidade (U) no ambiente de vegetação preservada não tiveram grandes variações quando comparados aos demais ambientes (Tabela 2). A baixa variação pode indicar que a troca de calor que existe entre a água corrente do rio e o ambiente antropizado gera evaporação que, pela ausência da mata, é dispersada no ambiente não contribuindo para a redução das variáveis ambientais.

No ambiente de culturas com vegetação ciliar, os valores de fósforo reduziram em 86%, revelando uma possível eficácia da vegetação ciliar em assimilar o excesso de P provindo das regiões de cultivo agrícola (Tabela 3).

Considerando os resultados alcançados pelas análises realizadas, as diferenças não significativas entre alguns ambientes podem ter ocorrido devido à influência de diversos

fatores de ambientes naturais nos pontos amostrais, sendo estes não controláveis e podendo interferir nas variáveis. Para a visualização de um padrão claro de contribuição da mata ciliar como redutores ou filtradores de sedimentos, é necessária a análise de um maior número de pontos amostrais.

7 CONCLUSÃO

As condições atuais no meio rural, após intervenções humanas, ultrapassamos limites do ecossistema em remediar, ou seja, excede a capacidade de resiliência, em que a redução de um dos recursos mais importantes, a água, já ocorre. Ou seja, a oferta dos SE está comprometida em função do uso da terra na localidade.

A vegetação ciliar na região estudada assume a função de habitat, corredor e forrageio de animais, (SE) em meio a um ambiente totalmente fragmentado. O acúmulo de fósforo e possivelmente o nitrogênio provoca eutrofização de córregos e rios, porém a pesquisa apresentou que, além do fósforo, outros macronutrientes também podem se acumular nas áreas ciliares. O Ca pode alterar a química do solo e causar processos erosivos, com potencial de destruição mais alto que nitrogênio e fósforo, uma vez que o assoreamento de córregos e rios seria catastrófico e a vegetação ciliar por empobrecimento do solo, deixaria de existir. Em relação às variáveis ambientais, o teste estatístico constatou que a vegetação ciliar está segurando a temperatura de forma a estabilizá-la a extremos e, talvez, a situação não seja pior, por causa da vegetação ciliar.

REFERÊNCIAS

- AUBERTIN, G. M.; PATRIC, J. H. Water quality after clear cutting a small watershed in West Virginia. **Journal of Environmental Quality**, v. 3, n. 3, p. 243-248, 1974.
- AZEVEDO, B. O. **Serviços ecossistêmicos em uma plantação de maracujás (*Passiflora edulis*) em Corumbataí do Sul Paraná: um estudo de caso**. 2016. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campos Mourão, 2016.
- BARBER, S. Liming materials and practices. In: PEARSON, R. W.; ADAMS, F. **Soil acidity and liming**. Madison: American Society of Agronomy, 1967. p. 125-159.
- BRAAT, L. C. The value of the ecosystem services concept in economic and biodiversity policy. In: JACOBS, S.; DENDONCKER, N.; KEUNE, H. **Ecosystem services, global issues, local practices**. Amsterdam: Elsevier, 2013. chap. 10.
- BRASIL. **Lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 10 dez. 2019.
- BREN, L. J. Riparian zone, stream, and floodplain issues: a review. **Journal of Hydrology**, v. 150, n. 2/4, p. 277-299, Oct. 1993.
- BRINSON, M. H. *et al.* Litterfall, stemflow, and throughfall nutrient fluxes in an alluvial swamp forest. **Ecology**, v. 61, p. 827-835, 1980.
- CLARK, E. H.; HAVERKAMP, J. A.; CHAPMAN, W. **Eroding soils: the off-farm impacts**. Washington, DC: The Conservation Foundation, 1985.
- CLARKSON, D.; MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. London: Academic, 1995.
- CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E.; EATON, A. D. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20th ed. Washington, DC: American Public Health Association, 1998. 1325 p.
- COSTANZA R. *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253-260, May 1997.
- DAVIES-COLLEY, R. J.; PAYNE, G. W.; van ELSWIJK, M. Microclimate gradients across a forest edge. **Jornal de Ecologia de Nova Zelândia**, v. 24, n. 2, p. 111-121, 2000.
- DE GROOT, R. S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**, v. 41, p. 393-408, 2002.

EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **The Botanical Review**, v. 38, n. 2, p. 201-341, Apr. 1972.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Boas praticas agrícolas: terraceamento**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/10180/13599347/ID01.pdf>>. Acesso em: 16 abr. 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Nutrientes vegetais no meio ambiente: ciclos bioquímicos, fertilizantes e corretivos**. Jaguariúna, 2008.

FINCK, A. **Fertilizers and fertilization: introduction and practical guide to crop fertilization**. New York: VerlagChemie GmbH, 1982. 438 p.

FOLEY, J. A. Global consequences of land use. **Science**, v. 309, n. 5734, p. 570-574, July 2005.

FRITZSONS, E. *et al.* A influencia da floresta ciliar sobre a temperatura das águas do rio Capivari, Região Cárstica Curitibana. **Revista Floresta**, v. 35, n. 3, p. 395-407 set./dez. 2005.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; RIZZI, N. E. Aplicação de índices de paisagens às florestas ciliares na bacia do Alto Capivari - Região Cárstica Curitibana. **Revista Floresta**, v. 34, n. 1, p. 3-11, jan./abr. 2004.

HUETING, R. *etal.* The concept of environmental function and its valuation. **Ecological Economics**, v. 25, p. 31-35, 1998.

JACKSON, W. A. *et al.* Nitrate in surface and subsurface flow from a small agricultural watershed. **Journal of Environment Quality**, v. 2, p. 480-482, 1973.

JACKSON D. A. **Stopping rules in principal components analysis: a comparison of heuristical and statistical approaches**. *Ecology* 74, 224-2214. 1993

JACOBS, J. M.; VOGUEL, R. M. Optimal allocation of water with drawals in a river basin. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v. 124, n. 6, p. 142-158, 1998.

JUCZ, I. **Calagem como fonte de dispersão do solo**. 1987. 67p. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1987.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155, jul. 2005.

KUENZLER, E. J. *etal.* **Water quality in North Carolina Coastal Plain streams and effects of channelization**. Raleigh: University of North Carolina, 1977. (Water Resources Research Institute Report, 127).

LOWRANCE, R. *et al.* Riparian forests as nutrient filters in agricultural watersheds. **Bioscience**, v. 34, n. 6, p. 374-377, 1984.

MALUF, H. J. G. M. **Technologies for the efficient use of phosphorus in the plant-soil-fertilizer system.** Lavras: Ed. UFLA, 2017.

MANTOVANI, L. E. Conseqüências ambientais e climáticas do desenvolvimento da região sudeste. In: 4º International Symposium on Forest Ecosystems - Forest 96, 4, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1996.

MILLAR, C. E. **Spil fertility.** New York: J. Wiley, 1955. 475 p.

MOORE, R. dan; SPITTLEHOUSE, D. L.; STORY, A. Riparian microclimate and stream temperature response to forest harvesting: a review. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 41, n. 4, p. 813-834, Aug. 2005.

MÜLLER, C. **Expansion and modernization of agriculture in the Cerrado: the case of soybeans in Brazil's center-West.** Brasília, DF: Ed. UnB, 2003. (Department of Economics Working Paper, 306).

NASSAR, N. M. A. **Keeping options alive and threat of extinction: a survey of wild cassava survival in its natural habitat.** 2004. Disponível em: <http://www.geneconserve.pro.br/artigo_2.htm>. Acesso em: 13 jan. 2005.

OLIVEIRA, C. A. de *et al.* Avaliação da retenção de sedimentos pela vegetação ripária pela caracterização morfológica e físico-química do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 12, p. 1281-1287, 2010.

OMERNIK, J. M.; ABERNATHY, A. R.; MALE, L. M. Stream nutrient levels and proximity of agricultural and forest land to streams: some relationships. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 36, n. 4, p. 227-231, July/Aug. 1981.

RITCHIE, J. C.; MCCARTY, G. W. 137 Cesium and soil in a small agricultural watershed. **Soil&TillageResearch**, v. 69, n. 1, p. 45-51, 2003.

RODRIGUES, W. **Tecnologias agrícolas sustentáveis no Cerrado.** Brasília, DF: Ministério da Integração Nacional, 2002.

ROSOLEM, C. A. *et al.* Potássio no solo em consequência da adubação sobre a palha de milho e chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, p. 1033-1040, jun. 2006.

SÁ JÚNIOR, A. de. **Aplicação da classificação de koppen para o zoneamento climático do estado de minas gerais.** 2009. 101p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

SCHLOSSER, I. J.; KARR, J. R. Water quality in agricultural watersheds: impact of riparian vegetation during base flow. **Water Resources Bulletin**, v. 17, n. 2, p. 233-240, Apr. 1981.

SHARPLEY, A. N.; HALVORSON, A. D. The management of soil phosphorus availability and its impact on surface water quality. In: LAL, R.; STEWART, B. A. **Soil processes and water quality**. Boca Raton: CRC, 1994. p. 7-90. (Advances in Soil Science).

SILVA, J. M. C.; BATES, J. M. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a Tropical Savanna Hotspot. **BioScience**, v. 52, p. 225-233, 2002.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2004.

SPARKS, D. L.; HUANG, P. M. Physical chemistry of soil potassium. In: MUNSON, R. D. **Potassium in agriculture**. Madison: American Society of Agronomy, 1985. p. 201-276.

STRASSBURG, B. B. N. *et al.* Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, n. 4, p. 1-3, Mar. 2017.

TSAI, C. W. *et al.* Riparian thermal conditions across a mixed rural and urban landscape. **Applied Geography**, v. 87, p. 106-114, Oct. 2017.

VASCONCELLOS, R. C.; BELTRÃO, N. E. S. Avaliação de prestação de serviços ecossistêmicos em sistemas agroflorestais através de indicadores ambientais. **Interações**, v. 19, n. 1, p. 209-220, jan./mar. 2017.

VERRY, E. S.; TIMMONS D. R. Waterborne nutrient flow through an upland-peatland watershed in Minnesota. **Ecology**, v. 63, p. 1456-1467, 1982.

WELSCH, D. J. **Riparian forest buffers: function and design for protection and enhancement of water resources**. Radnor: United States Department of Agriculture, 2017.

APÊNDICE A - PRODUTO TÉCNICO VÍDEO

1 INTRODUÇÃO

O produto técnico escolhido, para apresentar o tema abordado na pesquisa, foi a elaboração de um vídeo construído a partir de softwares de animação. A proposta do vídeo foi explicar o foco principal da pesquisa e prover conhecimento aos telespectadores. A mensagem principal do vídeo é informar a importância das vegetações ciliares, para a qualidade e quantidade de recursos hídricos do meio rural para o meio urbano. O vídeo apresenta também breves explicações sobre técnicas que podem beneficiar a produção agrícola instituída, em leis estaduais e federais, de forma breve, aguçando a curiosidade dos telespectadores.

A escolha do produto técnico “vídeo” foi pela fácil divulgação, em meios de comunicação atuais, como Youtube, WhatsApp, Facebook, Instagram, entre outros.

2 METODOLOGIA

O vídeo foi totalmente construído a partir de *software* gratuitos de animação *online* “Animaker”. A montagem das cenas e a narração foram elaboradas pelo autor do trabalho e executadas por um técnico em informática. A gravação da fala foi executada em ambiente com isolamento acústico e profissional da área de radialismo.

3 RESULTADOS

O vídeo entrega a proposta da pesquisa de forma clara e objetiva com o passar das cenas (Figura 1). O tempo de vídeo é de 2,04 minutos.

Figura 1- Imagem da cena inicial do vídeo



Link de acesso: <https://youtu.be/E1rGcRW-Hb0>

Fonte: O autor (2020).

REFERÊNCIAS

ANIMAKER vídeos animados, do jeito certo! Disponível em: <<https://www.animaker.com>>. Acesso em: 21 jan. 2020.

BRAAT, L. C. The value of the ecosystem services concept in economic and biodiversity policy. In: JACOBS, S.; DENDONCKER, N.; KEUNE, H. **Ecosystem services, global issues, local practices**. Amsterdam: Elsevier, 2013. chap. 10.

COSTANZA R. *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253-260, May 1997.

ANEXO

Tabela 1 - Valores das variáveis coletadas para todos os ambientes. Variáveis: pH: potencial Hidrogeniônico em Água; P: Fósforo(mg/dm³); K: Potássio (mg/dm³); Ca: Cálcio (cmolc/dm³); TA: Temperatura Ambiente (°C); TS: Temperatura do Solo (°C); U: Umidade -(%)

Ambientes	Ponto	Transecto	pH	P	K	Ca	TA	TS	U
Cultura com mata ciliar	Borda do rio	1	5,2	2,2	45	1,06	26	19,4	65
Cultura com mata ciliar	Borda do rio	2	6,5	9,9	48	4,16	26,6	19,1	50
Cultura com mata ciliar	Borda do rio	3	6	1,6	75	1,61	29,1	18,8	55
Cultura com mata ciliar	Borda do rio	4	7,1	15,4	36	3,89	25,3	18,2	63
Pastagem com mata ciliar	Borda do rio	9	6	1,9	58	2,93	20,3	17,9	75
Pastagem com mata ciliar	Borda do rio	10	5,5	1,1	55	1,51	26,6	17,3	64
Pastagem com mata ciliar	Borda do rio	11	5,8	1,3	80	1,79	25,3	20,6	53
Pastagem com mata ciliar	Borda do rio	12	5,7	1	97	1,44	21,3	19,1	67
Preservada com mata ciliar	Borda do rio	5	5,6	1,4	43	0,47	23,8	19,6	66
Preservada com mata ciliar	Borda do rio	6	5,5	1,4	41	1,41	26,4	19,1	51
Preservada com mata ciliar	Borda do rio	7	5,7	0,9	31	1,37	28,5	17,8	48
Preservada com mata ciliar	Borda do rio	8	5,7	1,3	37	1,08	20	20,7	79
Pastagem sem mata ciliar	Borda do rio	13	5,4	2,3	49	1,85	27,5	21,3	65
Pastagem sem mata ciliar	Borda do rio	14	5,6	2	38	1,2	36,6	19,7	51
Pastagem sem mata ciliar	Borda do rio	15	5,8	4,5	19	0,89	31,7	23,2	51
Pastagem sem mata ciliar	Borda do rio	16	5,9	5,1	35	1,12	34,8	21,2	51
Cultura com mata ciliar	Borda cultura	1	6,3	211,9	126	3,65	30,5	24,3	58
Cultura com mata ciliar	Borda cultura	2	5,3	2	88	2,2	31,8	23,6	55
Cultura com mata ciliar	Borda cultura	3	5,9	4,7	51	2,32	31,1	25	44
Cultura com mata ciliar	Borda cultura	4	5,9	1,7	29	1,89	24,2	22	70
Pastagem com mata ciliar	Borda pastagem	5	5,5	1,2	31	0,41	31,5	25,7	52
Pastagem com mata ciliar	Borda pastagem	6	5	9,5	176	2,33	35,2	23,5	38
Pastagem com mata ciliar	Borda pastagem	7	5,5	0,8	39	0,79	38,5	25,3	40
Pastagem com mata ciliar	Borda pastagem	8	5,4	1,5	43	1,38	26	23,2	63
Preservada com mata ciliar	Borda mata preservada	9	5,5	2,8	200	2,59	22,2	19,6	62
Preservada com mata ciliar	Borda mata preservada	10	5	1,3	86	1,47	24,4	19,3	65
Preservada com mata ciliar	Borda mata preservada	11	5,5	1,2	41	1,52	23,6	20	62
Preservada com mata ciliar	Borda mata preservada	12	5,6	1	66	0,81	21,4	21,1	68

Pastagem sem mata ciliar	Borda pastagem	13	6	3,8	34	1,53	27,1	22,4	78
Pastagem sem mata ciliar	Borda pastagem	14	5	3,2	60	1,69	40,4	23,2	39
Pastagem sem mata ciliar	Borda pastagem	15	6,5	1,7	58	2,41	34	23,7	56
Pastagem sem mata ciliar	Borda pastagem	16	5,7	2,1	34	1,36	37	20	39

Fonte: O autor (2020).