

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

ADRIEL BARBOZA BENTOS

SISTEMAS AGROFLORESTAIS IMPLANTADOS EM ÁREAS  
DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E SEUS EFEITOS NA  
QUALIDADE DA ÁGUA DE RIACHOS LOCALIZADOS NA  
AMAZÔNIA MATO-GROSSENSE

SÃO CARLOS

2022

ADRIEL BARBOZA BENTOS

SISTEMAS AGROFLORESTAIS IMPLANTADOS EM ÁREAS DE  
PRESERVAÇÃO PERMANENTE E SEUS EFEITOS NA QUALIDADE  
DA ÁGUA DE RIACHOS LOCALIZADOS NA AMAZÔNIA MATO-  
GROSSENSE

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Ciências Ambientais da Universidade Federal de São  
Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do  
título de doutor<sup>1</sup>.

Orientador: Prof. Dr. Rodolfo Antônio de Figueiredo.

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marcela Bianchessi da  
Cunha Santino.

SÃO CARLOS

2022

---

<sup>1</sup> Apoio: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) -  
Código de Financiamento 001

Bentos, Adriel Barboza

Sistemas agroflorestais implantados em áreas de preservação permanente e seus efeitos na qualidade da água de riachos localizados na Amazônia Mato-grossense / Adriel Barboza Bentos -- 2022.

131f.

Tese de Doutorado - Universidade Federal de São Carlos, campus São Carlos, São Carlos

Orientador (a): Rodolfo Antônio de Figueiredo

Banca Examinadora: Marcela Bianchessi da Cunha Santino, Adriana Cavalieri Sais, Alexandre de Azevedo Olival, Angela Terumi Fushita, Luciana Cordeiro de Souza Fernandes

Bibliografia

1. Impactos Ambientais. 2. Recursos Hídricos. 3. Integridade Ambiental de Rios.. I. Bentos, Adriel Barboza. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Ronildo Santos Prado - CRB/8 7325



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais

---

**Folha de Aprovação**

---

Defesa de Tese de Doutorado do candidato Adriel Barboza Bentos, realizada em 24/02/2022.

**Comissão Julgadora:**

Prof. Dr. Rodolfo Antônio de Figueiredo (UFSCar)

Profa. Dra. Marcela Bianchessi da Cunha Santino (UFSCar)

Profa. Dra. Adriana Cavalieri Sais (UFSCar)

Prof. Dr. Alexandre de Azevedo Olival (UNEMAT)

Profa. Dra. Angela Terumi Fushita (UFABC)

Profa. Dra. Luciana Cordeiro de Souza Fernandes (UNICAMP)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais.

Aos agricultores e agricultoras da agricultura familiar, dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao Instituto Ouro Verde por subsidiar a realização deste trabalho e a todas as pessoas vinculadas ao instituto. Assim, agradeço a Andrezza, ao Alexandre, a Aline Nava e a Aline Veras, ao Jeferson, aos demais técnicos e pesquisadores e em especial, ao Vinícius por todo o suporte e ajuda com as tarefas árduas de campo.

Ao professor Rodolfo Antônio de Figueiredo, meu orientador, que guiou os passos dessa minha caminhada. Agradeço pela forma serena e sábia dos teus cuidados como orientador, por sempre estar disponível e atento quando demandei e por não soltar a minha mão durante toda jornada. Isso, desde quando o conheci, nas aulas de estágio do mestrado.

A professora Marcela Bianchessi da Cunha Santino, minha coorientadora, pelo carinho e atenção em todos os momentos dos quais tivemos em contato. Tenho uma admiração extrema pela forma de como à senhora cativa o amor e carinho com seus alunos e alunas. Suas aulas são grandiosas e sua orientação foi fundamental.

Aos agricultores e suas famílias, Sr. Pedro, Sr. Guilherme, Sr. Edeimar “in memoriam”, as agricultoras e suas famílias, Sr.<sup>a</sup> Vanda e Sr.<sup>a</sup> Rosemeire, por me receberem em suas propriedades, pela confiança, carinho e gentileza para com o meu trabalho. Vocês foram o motivo de realização deste trabalho, gostaria eu, de ter feito mais, faltou aquele bate-papo prometido, infelizmente interrompido pela pandemia. Meu desejo é que este trabalho frutifique, rendendo assim, novas histórias com vocês.

Ao laboratório de Microbiologia e Fitopatologia da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), campus de Alta Floresta, pela realização de parte das análises de qualidade da água, por ceder o laboratório em determinado momento para que eu pudesse realizar análises e em especial, a Ana Paula, que esteve diretamente ligada a todo esse suporte.

A professora Adriana Cavalieri Sais, por me acompanhar nessa jornada, ajudando com às questões da pesquisa desde o início, quando da escolha dos pontos de estudo, metodologias de análise, passando pela qualificação, elaboração de mapa, até a minha defesa. Sua ajuda e conhecimento foram de fundamental importância para que eu chegasse até aqui. Gratidão.

Ao Alexandre Kannebley de Oliveira, técnico biólogo da UFSCar, por todo suporte e atenção quando tive que fazer os empréstimos das sondas e equipamentos do Departamento de Ciências Ambientais (DCAm) da UFSCar, portanto, meu agradecimento ao DCAm e juntamente, agradeço ao Vinicius José de Oliveira Freitas, técnico administrativo do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, responsável pelos trâmites da secretaria e por aturar os alunos perguntando sobre bolsa (risos). Gratidão, Vinicius.

As maravilhosas e queridas pessoas que o doutorado me proporcionou conhecer. Assim, agradeço as meninas da república, a Andréia (Déia) e as Jacquelines, ao pessoal da minha turma, em especial, a Livia, Renata e Fernanda.

A Nathalia de França Guimarães, amiga que não negou me socorrer nos momentos de angústia com certas questões estatísticas. Você é luz!

Ao meu namorado, Vitor de Paula Marinho, por estar ao meu lado nesse acontecimento tão importante. Você desperta em mim o querer de estar sempre evoluindo. Agradeço por escutar minhas lamentações, por aturar minhas crises, por de vez em sempre me perguntar: “E essa tese? Sai ou não sai?”. Você foi gentil e atencioso em todos os momentos, quando de felicidade ou quando de tristeza, por isso, sou extremamente grato.

Por fim, meu agradecimento vitalício para as minhas fontes de inspiração e força, minhas amadas e preciosas mães, Ana Maria Teixeira Barboza e Maura Falcão de Souza.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

"Zerei o jogo!"

**Autor desconhecido**

"[...] Eu sempre sonho que uma coisa gera,  
nunca nada está morto.  
O que não parece vivo, aduba.  
O que parece estático, espera".

(Do poema "Leitura")

**Adélia Prado**

## RESUMO

Bentos, A. B. – SISTEMAS AGROFLORESTAIS IMPLANTADOS EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E SEUS EFEITOS NA QUALIDADE DA ÁGUA DE RIACHOS LOCALIZADOS NA AMAZÔNIA MATO-GROSSENSE. 2022 – 131p: Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, São Carlos – 2022.

Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos ambientais de Sistemas Agroflorestais (SAF) sobre a qualidade da água de riachos localizados em áreas rurais do município de Carlinda, norte do estado de Mato Grosso, território do Portal da Amazônia (55°30' a 57°00' longitude W, 9°00' a 11°00' latitude S). Para isso, foram selecionados cinco ambientes/sistemas de estudo, sendo três SAF de diferentes idades, um Sistema de Mata Ciliar Nativa (SMCN) e um Sistema de Pastagem (SPas), para fins de monitoramento, avaliação e comparação. Ao todo, foram realizadas cinco coletas e aferições *in loco* para analisar parâmetros físicos, químicos e microbiológicos de qualidade da água, em períodos secos e chuvosos, entre 2017 até 2019. Os resultados foram comparados frente aos padrões estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357/2005, sendo realizadas análises de estatística descritiva, seguida pela Análise de Variância (ANOVA), com teste de Tukey (5%) e pela Análise de Componentes Principais (ACP), com determinação da matriz de correlação, autovetores e autovalores. A avaliação física ambiental foi realizada conforme aplicação do Índice de Integridade Ambiental de Rios (RCE) e análise temporal do uso e ocupação do solo nos anos de 2010 e 2019. As aplicações do RCE revelaram que, dentre os ambientes estudados, o SAF 2010 apresentou a melhor integridade ambiental, sendo esta classificada como “boa”. O SPas e SAF 2014 tiveram a integridade ambiental classificada como “pobre”, resultante da condição de vegetação ciliar escassa, corroborando assim, com a análise temporal de uso e ocupação do solo, que indicou a importância da mata ciliar para proteção dos riachos. A comparação dos resultados de qualidade da água, frente aos padrões da resolução CONAMA nº 357/2005, apontou resultados em desconformidade nos cinco sistemas estudados, sendo o oxigênio dissolvido (OD) o parâmetro que mais apresentou resultados em desconformidade, porém com boas concentrações no SPas. A presença de *Escherichia coli*, que indica contaminação de origem fecal, foi constatada

em todos os sistemas, revelando uma situação alarmante no SMCN, condicionada pela utilização da água para irrigação de hortaliças. Através da ACP foi possível identificar os aspectos de degradação da qualidade da água, principalmente, pelo aporte de Nitrogênio Total (N Total) e Fósforo Total (P Total) no SAF 2012, como consequência do uso do solo para atividades agrícolas e agropecuárias, bem como, que as altas concentrações de N total no SMCN, estão relacionadas com o acesso do gado ao corpo hídrico. Assim, foi possível considerar que as ferramentas utilizadas foram capazes de identificar os efeitos positivos dos cinco sistemas estudados, mas, sobretudo, os aspectos de degradação na qualidade da água e nos atributos físicos ambientais, sendo esse um cenário consequente das atividades agrícolas e agropecuárias que caracterizam os cinco sistemas.

**Palavras-chave:** Impactos Ambientais; Recursos Hídricos; Agricultura Familiar; Integridade Ambiental de Rios.

## ABSTRACT

Bentos, A. B. – AGROFORESTRY SYSTEMS IMPLEMENTED IN PERMANENT PRESERVATION AREAS AND THEIR EFFECTS ON THE WATER QUALITY OF STREAMS LOCATED IN THE AMAZÔNIA MATO-GROSSENSE. 2022 – 131p: Thesis (Doctorate) – Federal University of São Carlos, Center for Biological and Health Sciences, Graduate Program in Environmental Sciences, São Carlos – 2022.

This study aimed to assess the environmental effects of Agroforestry Systems (SAF) on the water quality of streams located in rural areas of the municipality of Carlinda, north of the state of Mato Grosso, territory of the Portal da Amazônia (55°30' to 57 °00' W, 9°00' to 11°00' S). Five environments/systems were selected, three SAF of different ages, a Native Riparian Forest System (SMCN) and a Pasture System (SPas) to proceed with the environmental monitoring. Five samplings and *in site* measurements were carried out to analyze physical, chemical and microbiological parameters of water quality, in dry and rainy periods, between 2017 and 2019. The results were compared with the standards established by CONAMA Resolution No. 357/ 2005, with descriptive statistical analysis, followed by Analysis of Variance (ANOVA), with Tukey's test (5%) and Principal Component Analysis (PCA), with determination of the correlation matrix, eigenvectors and eigenvalues. The environmental physical assessment was carried out according to the application of the Riparian, Channel and Environmental Inventory (RCE) and temporal analysis of land use and occupation in the years 2010 and 2019. The RCE applications revealed that, among the studied area, the SAF 2010 presented the best environmental integrity, which was classified as "good". The SPas and SAF 2014 had the environmental integrity classified as "poor", resulting from the condition of almost non-existent riparian vegetation, thus corroborating with the temporal analysis of land use and occupation, which indicated the importance of riparian forest for the protection of streams. The comparison of water quality results, showed disagreement in the five systems studied, and the dissolved oxygen (DO) was the parameter that showed disagreement results, except in SPas. The presence of *Escherichia coli*, which indicates contamination of fecal origin, was observed in all systems, indicating an alarming situation in the SMCN, that the use of water for irrigation of vegetables. Through the PCA, it was possible to identify aspects of water quality degradation, mainly through the contribution of Total Nitrogen (Total N) and

Total Phosphorus (Total P) in SAF 2012, as a consequence of land use for agricultural and cattle activities, as well that the high concentrations of total N in the SMCN, are related with the access of the cattle to the streams. Thus, the tools used were able to identify the positive effects of the five systems studied, but, aspects of degradation in the quality of the water and in the physical environmental attributes is a consequence of the agricultural and livestock activities that characterize the five systems.

**Keywords:** Environmental Impacts; Water Resources; Family Farming; Environmental Integrity of Rivers.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa hipsométrico com localização dos ambientes amostrais estudados, município de Carlinda - MT, Brasil. SAF 2010 (1), SAF 2012 (2), SAF 2014 (3), SMCN (4), SPas (5).....	52
Figura 2 - Pontos de estudo do SAF 2010, município de Carlinda – MT, Brasil.....	53
Figura 3 - Pontos de estudo do SAF 2012, município de Carlinda – MT, Brasil.....	54
Figura 4 - Pontos de estudo do SAF 2014, município de Carlinda – MT, Brasil.....	55
Figura 5 - Pontos de estudo do SMCN, município de Carlinda – MT, Brasil. ....	56
Figura 6 - Pontos de estudo do SPas 2010, município de Carlinda – MT, Brasil. ....	57
Figura 7 - Média aritmética da precipitação pluviométrica mensal ocorrida no município de Carlinda (MT), entre os anos de 2009 até 2016. ....	58
Figura 8 - Frascos utilizados para armazenamento das amostras de qualidade da água. ....	59
Figura 9 - Sistematização simplificada da ACP.....	67
Figura 10 - Mapa temático de uso e ocupação do solo das bacias que estão inseridos os cinco ambientes estudados para o ano de 2010, Carlinda - MT.....	68
Figura 11 - Mapa temático de uso e ocupação do solo das bacias que estão inseridos os cinco ambientes estudados para o ano de 2019, Carlinda - MT.....	69
Figura 12 - Desenho do croqui da propriedade (SAF 2010), Carlinda - MT. ....	72
Figura 13 - Desenho do croqui da propriedade (SAF 2012), Carlinda - MT. ....	73
Figura 14 - Desenho do croqui da propriedade (SAF 2014), Carlinda - MT. ....	73
Figura 15 - Desenho do croqui da propriedade (SMCN), Carlinda - MT. ....	74
Figura 16 - Desenho do croqui da propriedade (SPas), Carlinda - MT. ....	75

Figura 17 - Características de baixa integridade ambiental observadas no SAF 2012. .....	77
Figura 18 - Características de impactos negativos observados no SMCN.....	78
Figura 19 - Deposição de lixo doméstico em área próxima à nascente. ....	79
Figura 20 - Condições encontradas no ponto II do SAF 2014, período seco, agosto de 2018, Carlinda - MT.....	83
Figura 21 - Ponto II do SMCN, com seta em amarelo indicando o sentido da montante, Carlinda - MT.....	85
Figura 22 - Características do ponto II do SAF 2012, com seta em amarelo indicando o espaço aberto entre a vegetação, além da predominância de samambáias de metro, Carlinda - MT.....	87
Figura 23 - Características do SAF 2012, com seta em amarelo indicando a localização do riacho, Carlinda - MT.....	89
Figura 24 - Ocupação da samambaia de metro observada no ponto III do SAF 2012, Carlinda - MT.....	90
Figura 25 - Teste de média dos parâmetros que apresentaram significância a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ) no primeiro período seco.....	93
Figura 26 - Representação gráfica biplot das CP1 e CP2, com pesos dos parâmetros e relação com os ambientes e pontos estudados. ....	96
Figura 27 - Teste de média dos parâmetros que apresentaram significância a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ) no primeiro período chuvoso. ....	98
Figura 28 - Representação gráfica biplot das CP1 e CP2, com pesos dos parâmetros e relação com os ambientes e pontos estudados. ....	100
Figura 29 - Teste de média dos parâmetros que apresentaram significância a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ) no segundo período seco. ....	102
Figura 30 - Representação gráfica das CP1 e CP2, com pesos dos parâmetros e relação com os ambientes e pontos estudados. ....	104
Figura 31 - Teste de média dos parâmetros que apresentaram significância a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ) no segundo período chuvoso. ....	106

Figura 32 - Representação gráfica biplot das CP1 e CP2, com pesos dos parâmetros e relação com os ambientes e pontos estudados. .... 108

Figura 33 - Teste de média dos parâmetros que apresentaram significância a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ) no terceiro período seco. .... 110

Figura 34 - Representação gráfica das CP1 e CP2, com pesos dos parâmetros e relação com os ambientes e pontos estudados. .... 112

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensões espaciais dos efeitos do uso do solo. ....	34
Tabela 2 - Características dos ambientes amostrais estudados. ....	50
Tabela 3 - Variáveis limnológicas utilizadas e suas respectivas metodologias de análise. ....	58
Tabela 4 - Dados de campo das coletas realizadas. ....	60
Tabela 5 - Classificação do RCE e ações recomendadas. ....	64
Tabela 6 - Quantificação das classes de uso e cobertura do solo das bacias que os ambientes estudados estão inseridos para os anos de 2010 e 2019, Carlinda - MT. ....	69
Tabela 7 - Resultados das aplicações do protocolo RCE (2018 e 2019). ....	75
Tabela 8 - Valores brutos de pH obtidos das aferições a campo com indicação dos resultados desconformes em vermelho, segundo a resolução CONAMA nº 357/05. ....	80
Tabela 9 - Valores brutos de OD obtidos das aferições a campo com indicação dos resultados desconformes em vermelho, segundo a resolução CONAMA nº 357/05. ....	81
Tabela 10 - Valores brutos do parâmetro temperatura, obtidos das aferições a campo. ....	82
Tabela 11 - Valores brutos do parâmetro CE, obtidos das aferições a campo. ....	84
Tabela 12 - Valores brutos do parâmetro turbidez, obtidos das aferições a campo com indicação dos resultados desconformes em vermelho, segundo a resolução CONAMA nº 357/05. ....	85
Tabela 13 - Valores brutos do parâmetro N total, obtidos das análises laboratoriais com indicação dos resultados desconformes em vermelho, segundo a resolução CONAMA nº 357/05. ....	88
Tabela 14 - Valores brutos do parâmetro P total, obtidos das análises laboratoriais com indicação dos resultados desconformes em vermelho, segundo a resolução CONAMA nº 357/05. ....	89

Tabela 15 - Resultados de presença (+) e ausência (-) de CT e E. coli, obtidos das análises laboratoriais.....	91
Tabela 16 - Estatística descritiva dos parâmetros analisados no primeiro período seco. ....	92
Tabela 17 - Matriz de correlação dos parâmetros de qualidade da água no primeiro período seco.....	94
Tabela 18 - Autovalores e variância total (período seco - julho de 2017).....	94
Tabela 19 - Matriz de pesos dos parâmetros nas CPs.....	95
Tabela 20 - Estatística descritiva dos parâmetros analisados no primeiro período chuvoso.....	97
Tabela 21 - Matriz de correlação dos parâmetros de qualidade da água no primeiro período chuvoso.....	98
Tabela 22 - Autovalores e variância total (período chuvoso - fevereiro de 2018).....	99
Tabela 23 - Matriz de pesos dos parâmetros nas CPs.....	99
Tabela 24 - Estatística descritiva dos parâmetros analisados no segundo período seco.....	101
Tabela 25 - Matriz de correlação dos parâmetros de qualidade da água no segundo período seco.....	102
Tabela 26 - Autovalores e variância total (período seco - agosto de 2018). ....	103
Tabela 27 - Matriz de pesos dos parâmetros nas CPs.....	103
Tabela 28 - Estatística descritiva dos parâmetros analisados no segundo período chuvoso.....	105
Tabela 29 - Matriz de correlação dos parâmetros de qualidade da água no segundo período chuvoso.....	106
Tabela 30 - Autovalores e variância total (período chuvoso - abril de 2019).....	107
Tabela 31 - Matriz de pesos dos parâmetros nas CPs.....	107

Tabela 32 - Estatística descritiva dos parâmetros analisados no terceiro período seco. .....	109
Tabela 33 - Matriz de correlação dos parâmetros de qualidade da água no terceiro período seco.....	111
Tabela 34 - Autovalores e variância total (período seco - agosto de 2019). ....	111
Tabela 35 - Matriz de pesos dos parâmetros nas CPs.....	111

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classes das águas doces e seus usos preponderantes. ....	32
Quadro 2 - Associação entre os usos da água e os requisitos de qualidade. ....	35
Quadro 3 - Protocolo RCE, parâmetros e pontuações atribuídas. ....	62
Quadro 4 - Critério de avaliação do grau de dispersão. ....	65

## SUMÁRIO

<b>1 - INTRODUÇÃO</b> .....	23
<b>2 - HIPÓTESE E QUESTÕES</b> .....	25
<b>3 - OBJETIVOS</b> .....	26
<b>4 - REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	27
4.1 - Água .....	27
4.2 - Impactos Ambientais.....	28
4.3 - Aspectos Legais.....	30
4.4 - Qualidade da Água .....	33
4.4.1 - Potencial Hidrogeniônico .....	37
4.4.2 - Oxigênio Dissolvido .....	38
4.4.3 – Temperatura .....	38
4.4.4 - Condutividade Elétrica .....	39
4.4.5 - Turbidez.....	39
4.4.6 - Nitrogênio Total .....	39
4.4.7 - Fósforo Total.....	40
4.4.8 - Salinidade.....	40
4.4.9 - Coliformes Totais e Termotolerantes.....	41
4.5 - Sistemas Agroflorestais .....	41
4.6 - Instituto Ouro Verde e o Projeto “Sementes do Portal” .....	43
4.7 - Análise Multivariada.....	44

4.8 - Protocolos (Índice de Integridade Ambiental de Rios) .....	45
<b>5 - MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>46</b>
5.1 - Contexto Histórico da Ocupação das Terras no Estado de Mato Grosso .....	46
5.2 - Área de Estudo .....	49
5.3 - Ambientes e Pontos Amostrais .....	50
5.4 - Parâmetros Utilizados .....	58
5.5 - Amostragem.....	59
5.6 - Croquis das Propriedades Rurais .....	61
5.7 - Ferramentas e Métodos de Avaliação .....	61
5.7.1 - Uso e Ocupação do Solo .....	61
5.7.2 - Protocolo de Avaliação da Integridade Ambiental de Rios .....	62
5.7.3 - Estatística Descritiva e Análise de Variância .....	64
5.7.4 - Análise de Componentes Principais .....	65
<b>6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>67</b>
6.1 - Uso e Ocupação do Solo .....	67
6.2 - Croquis .....	71
6.3 - Avaliação da Integridade Ambiental de Rios .....	75
6.4 - Comparação Frente aos Padrões da Resolução CONAMA nº 357/2005 .....	80
6.5 - Análises Estatísticas do Primeiro Período Seco (Julho de 2017) .....	92
6.6 - Análises Estatísticas do Primeiro Período Chuvoso (Fevereiro de 2018) .....	97
6.7 - Análises Estatísticas do Segundo Período Seco (Agosto de 2018) .....	101

6.8 - Análises Estatísticas do Segundo Período Chuvoso (Abril de 2019).....	105
6.9 - Análises Estatísticas do Terceiro Período Seco (Agosto de 2019) .....	109
<b>7 - CONCLUSÕES .....</b>	<b>115</b>
<b>8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>117</b>

## 1 - INTRODUÇÃO

A água doce é um recurso natural essencial para a manutenção da vida no planeta. Sua disponibilidade é fundamental para a garantia de saúde e bem-estar dos seres vivos e para o funcionamento dos ecossistemas (PRADO, 2004).

Sua composição resulta de fluxos líquidos superficiais e subsuperficiais (RESENDE et al., 1995), sendo produto residual do ciclo hidrológico. Assim, a qualidade da água de uma bacia hidrográfica é dependente de suas interações no sistema, tanto no plano espacial, quanto temporal, ou seja, está relacionada à geologia, tipo de solo, clima, tipo e quantidade de cobertura vegetal e com as atividades que ocorrem na bacia hidrográfica (SOUZA, 1996; VALENTE; CASTRO, 1981).

Logo, os ambientes aquáticos integram todo tipo de atividade que acontece nas áreas de entorno e isto significa que tais ambientes estão intimamente conectados ao ambiente terrestre (CALLISTO et al., 2001). Nessa configuração, a ocupação das bacias hidrográficas e, conseqüentemente, o uso dos recursos hídricos acarretam mudanças nas características físicas, químicas e biológicas de qualidade da água e ambientais, estruturais nas margens dos corpos hídricos ao longo de seus cursos.

Segundo Almeida e Tertuliano (1991), algumas dessas mudanças são identificadas pelos fatores físicos na vazão (rios), tempo de residência (reservatórios), radiação solar, temperatura, pressão, densidade, forças de cisalhamento externas, energias interna e cinética, entropia, regime sedimentológico, pelos fatores químicos na presença de elementos químicos inorgânicos e orgânicos dissolvidos, material orgânico particulado, nutrientes, metais pesados e componentes tóxicos em baixas concentrações e pelos fatores biológicos na ocorrência de produtores primários, zooplâncton, zoobentos, peixes, organismos em diferentes estágios de vida.

Não somente de ordem física, química e biológica, os problemas ambientais das atividades antrópicas sobre os ecossistemas aquáticos decorrem também de outros fatores, dentre os quais, cabe destacar o desmatamento da vegetação ciliar. Krupek e Felski (2006), ao avaliarem a cobertura ripária de rios e riachos da bacia hidrográfica do Rio das Pedras, localizada no município de Guarapuava, região centro-sul do estado do Paraná, constataram que as áreas de mata ciliar foram fortemente afetadas pelo desmatamento, inclusive em uma Área de Proteção

Ambiental (APA). Alterações impactantes nos parâmetros de qualidade da água em virtude da ausência de mata ciliar foram apontadas no trabalho de Garcia et al. (2018).

De acordo com Andrade et al. (2005), as matas ciliares têm a capacidade de reter defensivos agrícolas, poluentes e sedimentos transportados que possam afetar a qualidade da água e, conseqüentemente, a fauna aquática e os seres humanos. Checchia (2003) discorre que uma vegetação ciliar saudável contribui na filtragem de sedimentos, na estabilização de taludes, no controle da erosão, na qualidade e no armazenamento de água na bacia e conseqüentemente, recarga de aquíferos, funcionando também, como redutor da radiação solar, minimizando as flutuações de temperatura nos cursos d'água.

Apesar de serem formações florestais protegidas por lei, conforme Lei de Proteção da Vegetação Nativa - LPVN (Lei 12.651/2012), que estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente (APPs) e demais formas de vegetação, bem como da biodiversidade, do solo, dos recursos hídricos, entre outros e diante aos benefícios supracitados, as matas ciliares vêm sendo intensamente devastadas e por este motivo atribuem redução na qualidade da água de rios e riachos, principalmente em áreas rurais (OLIVEIRA; PEREIRA; VIEIRA, 2011; CARVALHO; BENTOS; PEREIRA, 2014; BENTOS et al., 2018) e até em regiões de abrangência da Amazônia Legal (UMETSU et al., 2012; AGUIAR; PELEJA; SOUSA, 2014; PEREIRA et al., 2016).

É imediata a necessidade de atividades que contraponham os impactos ambientais negativos sobre os ambientes lóticos e para além do entorno da vegetação ciliar. Conciliando produção alimentar e conservação dos recursos naturais, os Sistemas Agroflorestais (SAF) têm sido adotados como forma recomposição da paisagem, uma vez que a utilização destes sistemas segue em conformidade com a legislação brasileira.

Por definição, SAF é uma forma de uso da terra onde espécies lenhosas e perenes (arbustos e/ou árvores) são utilizadas na mesma unidade de manejo consorciadas com cultivares agrícolas, pastagem e/ou animais em arranjo espacial e temporal (NAIR, 1993). Alguns dos benefícios dos SAF são relativos à proteção do solo contra erosão e contra a lixiviação e deslizamentos; ao controle de fluxos de água pela melhora da drenagem das chuvas e ao sequestro de carbono pelas árvores, sendo que, tais práticas agroflorestais, ao respeitarem os processos naturais no

desenvolvimento da vegetação, proporcionam um razoável nível de conservação no sistema em geral (MICHON; FORESTA, 1999).

Nas regiões amazônicas, os SAF possuem papel importante na subsistência e geração de renda para a agricultura familiar (MILLER; NAIR, 2006) e sua utilização favorece não apenas benefícios econômicos e a segurança alimentar, mas, sobretudo, contribui com a conservação da água, do solo e da biodiversidade (KUMAR; NAIR, 2004).

Nesse contexto, desde 2008, o Instituto Ouro Verde (IOV) tem realizado projetos de implantação de SAF no norte do estado de Mato Grosso, região do Território Portal da Amazônia, junto aos agricultores familiares e movimentos sociais ligados à Agricultura Familiar, como estratégias de restauração florestal, além de promover o desenvolvimento social, ecológico e econômico, assegurando o fortalecimento da resiliência dos agricultores familiares na região (OLIVEIRA et al., 2021).

Estudos que se propõem a evidenciar os efeitos dos SAF implantados são objetos para o IOV e estão em constante demanda pela comunidade científica. Santos, Miranda e Tourinho (2004) afirmam que são poucos os estudos que abordam os SAF, a fim de gerar novos conhecimentos e tecnologias. Isso tem inviabilizado seu aproveitamento de forma sustentável, principalmente, no que diz respeito à influência desses sistemas na qualidade da água dos mananciais.

Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água de riachos que perpassam diferentes sistemas de uso da terra, localizados em áreas rurais do município de Carlinda, norte do estado de Mato Grosso, território do Portal da Amazônia e com isso, comparar os diferentes sistemas, com ênfase nos SAF, verificando influências e efeitos ambientais na qualidade da água dos riachos.

## **2 - HIPÓTESE E QUESTÕES**

Os SAF são sistemas utilizados como alternativa para promover desenvolvimento econômico, social e ecológico, sua principal característica consiste na recuperação de áreas degradadas, bem como na recuperação da vegetação ciliar. Na busca de compreender melhor a dinâmica de SAF implantados como mata ciliar em APPs e sua influência na qualidade da água de ambientes lóticos, o presente trabalho levantou a seguinte hipótese:

- Os SAF são sistemas que proporcionam melhorias nas propriedades físicas, químicas e biológicas de qualidade da água de riachos.

Com isso, a investigação da pesquisa consiste em responder as seguintes questões:

- O tempo de desenvolvimento de um SAF é um fator significativo para promover melhorias na qualidade da água de riachos, ou seja, SAF mais antigos e mais complexos têm um melhor desempenho em relação a SAF menos desenvolvidos?
- A qualidade da água em SAF apresenta semelhança a de um sistema natural, com mata ciliar bem desenvolvida?
- A qualidade da água em SAF apresenta melhores condições que um sistema de pastagem?

### **3 - OBJETIVOS**

O objetivo geral deste trabalho consistiu em avaliar a influência de SAF implantados em Áreas de Preservação Permanente (APP), por agricultores familiares, sobre corpos hídricos localizados na zona rural do município de Carlinda, norte do estado de Mato Grosso, região de abrangência da Amazônia Legal. Assim, cinco ambientes de estudo foram selecionados para serem monitorados, avaliados, comparados e ao final, objetivou-se determinar as influências e efeitos ambientais de tais sistemas sobre a qualidade da água dos riachos, conforme diagnóstico da qualidade ambiental.

Dessa maneira, fez-se necessário alcançar alguns objetivos específicos, tais como:

- Monitorar sazonalmente os cinco sistemas estudados, por meio de avaliações de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos de qualidade da água;
- Elaborar um banco de dados em relação aos parâmetros de qualidade da água e de qualidade física ambiental;
- Elaborar croquis que caracterizam as propriedades rurais;

- Aplicar o protocolo de Integridade Ambiental de Rios (RCE), para avaliar as características físicas ambientais dos cinco sistemas de estudo;
- Avaliar as características evolutivas de uso e ocupação do solo das bacias hidrográficas onde estão inseridos os riachos estudados;
- Gerar um diagnóstico da qualidade ambiental dos ambientes amostrados, determinando a influência dos SAF.

#### **4 - REVISÃO DE LITERATURA**

Os conteúdos percorridos neste tópico apresentam uma fundamentação teórica em relação ao escopo do trabalho.

##### **4.1 - Água**

A água ocupa um lugar específico entre os recursos naturais, sendo o bem mineral com maior volume sobre a superfície da Terra, embora disponível em diferentes quantidades, em diferentes lugares. Possui papel fundamental no ambiente e na vida humana, e nada a substituí, pois, sem ela a vida não pode existir. Segundo Tundisi (2005), cerca de 3% da água do planeta é doce, de modo que destes 3%, 75% estão mantidos em calotas polares e 10% em aquíferos subterrâneos. Assim, da reduzida parcela, Rebouças et al. (1999) colocam que apenas 0,3%, é encontrada como água doce superficial de fácil utilização pela população.

O território nacional dispõe de cerca de 12% de toda água doce do mundo e, mesmo diante a posição privilegiada, conflitos que relacionam o uso e distribuição da água ocorrem no país, pois cerca de 70% desse volume está concentrado na bacia Amazônica, onde vivem 7% da população, sendo que os 30% restantes estão distribuídos nas outras regiões do país, onde está concentrada 93% da população (MESSIAS, 2008). Tal condição deixa transparecer à existência de áreas muito carentes a ponto de transformar a água em um bem limitado às necessidades da população, pois conforme colocado por Moita e Cudo (1991), o problema da escassez se torna muito mais grave em regiões onde o desenvolvimento ocorreu de forma desordenada, provocando a deterioração das águas disponíveis, devido ao lançamento indiscriminado de esgotos domésticos, despejos industriais, agrotóxicos e outros poluentes.

Diversos outros fatores podem influenciar a qualidade da água de uma microbacia, dentre eles, estão o clima, a cobertura vegetal, a topografia, a geologia, bem como o tipo, o uso e o manejo do solo da bacia hidrográfica (VAZHEMIN, 1972; PEREIRA, 1997). Queiroz et al. (2010) alega que o conhecimento sobre a qualidade dos cursos de água de uma bacia é de extrema importância, uma vez que a partir dessas informações é possível inferir sobre as condições da bacia hidrográfica como um todo.

Barrella (2001) considera a bacia hidrográfica ou de drenagem como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água. As águas superficiais escoam para as partes mais baixas do terreno, formando riachos e rios, sendo que as cabeceiras são formadas por riachos que brotam em terrenos íngremes das serras e montanhas.

Dessa forma, devido à presença de inter-relações entre diversos elementos abióticos, bióticos e socioeconômicos existentes na paisagem, a bacia hidrográfica representa uma unidade ideal de planejamento do uso de terras, ao contrário de outras unidades definidas por critérios diferentes, que não abrangem a paisagem como um todo (BOTELHO, 1999).

Rodriguez et al. (2011) enfatizam que a análise da bacia a partir da visão sistêmica é válida porque a tarefa consiste em compreender e considerar as relações de arranjo espacial e temporal do papel da água como recurso indispensável no funcionamento da biosfera ou esfera geográfica, uma vez que, esses nexos ocorrem devido às interações espaciais entre a distribuição da água, o clima, a geologia e o relevo, formando, de maneira articulada, um conjunto ambiental completo constituindo o espaço e a paisagem natural.

No entanto, os recursos hídricos têm sofrido fortes impactos em função do aumento populacional, das mudanças do clima e das alterações de uso e ocupação do solo (DAVIES; SIMONOVIC, 2011; MURRAY; FOSTER; PRENTICE, 2012).

#### 4.2 - Impactos Ambientais

Tundisi (1999) discorre que alterações na quantidade, distribuição e qualidade da água dos recursos hídricos ameaçam a sobrevivência humana e as demais espécies que habitam o planeta, estando o desenvolvimento econômico e social dos

países fundamentados na disponibilidade de água de boa qualidade e na capacidade de sua proteção e conservação.

Os impactos ambientais e consequente degradação dos recursos naturais, principalmente do solo e da água, vêm crescendo de forma alarmante, atingindo níveis críticos que se refletem na deterioração do meio ambiente, no assoreamento dos cursos e dos espelhos d'água (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990).

O Artigo 1º da Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 01 de 1986 define impacto ambiental como:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:  
I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;  
II - as atividades sociais e econômicas;  
III - a biota;  
IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;  
V - a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986).

A NBR ISO 14001 de 2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) descreve impacto ambiental como qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização. Segundo Sanchez (2008), os impactos ambientais podem ser entendidos como as alterações que o ser humano provoca no meio ambiente, sejam elas advindas da inserção, supressão e/ou sobrecarga de elementos no meio. Entretanto, Mata-Lima et al. (2013) afirma que alterações ambientais de origem não antrópica denominadas de impactos ambientais, podem ser encontradas na literatura.

Fato é que a degradação ambiental tem sido de tal ordem que vem comprometendo a possibilidade de gerações futuras virem a usufruir dos recursos naturais essenciais, e ameaçando o próprio presente, o que provoca desastres ecológicos e contribui para o agravamento dos desequilíbrios sociais, podendo levar à possibilidade de escassez de algumas matérias-primas (MÉRICO et al., 1997).

Ao identificar fontes geradoras de impactos ambientais e a influência destas, na qualidade da água superficial do baixo curso da bacia hidrográfica do rio São João, no estado do Rio de Janeiro, Oliveira (2016) constatou que o corpo hídrico vem sendo afetado, principalmente, pelo lançamento de efluentes, pela degradação da mata ciliar e cobertura vegetal nativa em vários locais e pela ocupação desordenada de

propriedades urbanas e agrícolas. Garcia et al. (2018) avaliaram os impactos ambientais em nascentes da bacia do Ribeirão das Pedras, no município de Campinas/SP e constataram que o corpo hídrico sofre impactos de degradação da qualidade da água, devido à retirada da vegetação ciliar.

Na região da Amazônia Legal, onde está inserido o município de estudo (Carlinda – MT), são acometidos impactos ambientais de diversas naturezas, sobretudo, por desmatamentos florestais. Segundo o Sistema de Alerta de Desmatamento (SAD), desenvolvido pelo Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon), o desmatamento detectado na Amazônia Legal em abril de 2008, atingiu 156 km<sup>2</sup>, representando um aumento de 47% em relação ao mesmo mês de abril do ano anterior (2007) quando o desmatamento atingiu 106 km<sup>2</sup>, sendo o estado de Mato Grosso o maior responsável (63%) (IMAZON, 2008).

De posse aos dados mais atualizados, de acordo com o Imazon (2021), o SAD detectou que de janeiro a dezembro de 2021, foram destruídos 10,362 km<sup>2</sup> de mata nativa, o que equivale à metade do estado de Sergipe. Isso, apenas em relação a 2020, ano em que o desmatamento na Amazônia já havia ocupado a maior área desde 2012, com 8,096 km<sup>2</sup> de floresta destruídos, a devastação em 2021 foi 29% maior. Para a Amazônia Legal, no mês de dezembro de 2021, foram detectados 140 km<sup>2</sup> de desmatamento, uma redução de 49% em relação a dezembro de 2020, quando o desmatamento somou 276 km<sup>2</sup>, porém, apesar da redução, o recorde negativo anual é extremamente grave diante das consequências dessa destruição. Entre elas estão a alteração do regime de chuvas e alteração da disponibilidade de água nos corpos hídricos, a perda da biodiversidade, a ameaça à sobrevivência de povos e comunidades tradicionais, além da intensificação do aquecimento global (IMAZON, 2021).

Em função desse quadro de deterioração dos ambientes naturais e, conseqüentemente dos sistemas aquáticos, medidas legislativas são impostas, visando assegurar a proteção e o uso sustentável desses recursos.

#### 4.3 - Aspectos Legais

No Brasil, o interesse recente pelas questões ambientais teve reflexo na legislação específica desenvolvida nos últimos anos, impulsionado pela criação da Lei das Águas (Lei n. 9.433/97) (BRASIL, 1997), que instituiu a Política Nacional de

Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (PNRH). De acordo com Borsoi e Torres (1997), essa lei representou um novo marco institucional no país ao incorporar princípios, normas e padrões de gestão das águas já praticados em muitos outros países.

A PNRH se baseia no gerenciamento integrado da qualidade e quantidade dos recursos hídricos e estabelece fundamentos e instrumentos para o gerenciamento das águas, demandando informações relativas à qualidade das mesmas, assim constituem os fundamentos:

- I - a água é um bem de domínio público;
- II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades (BRASIL, 1997).

Ainda, estabelece como objetivos: assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais; incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais (BRASIL, 1997).

Além disso, traz dentre seus instrumentos o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água. Este enquadramento visa a assegurar às águas, qualidade compatível com os usos mais exigentes a que

forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição, mediante ações preventivas permanentes.

Em 2005, o enquadramento dos corpos de água, segundo suas classes, foi reformulado com o intuito de alcançar as condições adequadas de qualidade da água a ser utilizada nas mais diversas finalidades, conforme estabelecido pelas Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 274 e nº 357 (BRASIL, 2000; 2005).

Dessa forma, a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, estabeleceu em seu 3º Artigo, a divisão das águas doces, salobras e salinas de acordo com a qualidade requerida para seus usos preponderantes e conforme apresentado no Quadro 1, as águas doces são divididas em cinco classes.

Quadro 1 - Classes das águas doces e seus usos preponderantes.

<b>Classe</b>	<b>Usos preponderantes</b>
Especial	Abastecimento humano, com desinfecção; a preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e a preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
1	Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme a Resolução CONAMA nº 274, de 2000; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película e à proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.
2	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto e à aquicultura e à atividade de pesca.
3	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário e a dessedentação de animais.
4	À navegação e à harmonia paisagística.

Fonte: adaptado de CONAMA (2005).

Esta norma também estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes. Assim, essa resolução visa assegurar às águas, qualidade compatível aos usos mais exigentes a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição, mediante ações preventivas e permanentes (CONAMA, 2005).

Contudo, para avaliar se um determinado corpo d'água apresenta condições satisfatórias para assegurar os seus usos potenciais é necessário efetuar a caracterização dos atributos físicos, químicos e microbiológicos da água, ou seja, avaliar a sua qualidade. Dessa forma, é possível a utilização das normas de qualidade das águas, garantindo os padrões para os usos múltiplos desejados pela comunidade, preservando os aspectos qualitativos para a vida aquática e demais usos.

Análises da qualidade da água de corpos hídricos, sendo comparadas aos padrões da Resolução CONAMA nº 357/2005 foram realizadas nos trabalhos de Barreto e Garcia (2010), Betemps, Filho e Kerstner (2014), Bentos (2016), Oliveira, Santos e Lima (2017), Chagas, Lima e Felici (2020) e de Paula, et al. (2021).

#### 4.4 - Qualidade da Água

A partir da revolução industrial, o homem começou realmente a transformar a face do planeta, a natureza de sua atmosfera e a qualidade de sua água. O constante e rápido crescimento da população humana estabeleceu uma demanda sem precedentes que o desenvolvimento tecnológico pretende satisfazer, submetendo o meio ambiente a uma agressão que está provocando o declínio, cada vez mais acelerado, de sua qualidade e de sua capacidade para sustentar a vida (FUNASA, 2014).

Uma gama de impactos negativos sobre os componentes naturais têm sido geradas, no que consiste o uso dos combustíveis fósseis, é o aumento da concentração de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera e, conseqüentemente, a um aumento da temperatura global da Terra. Outros males relevantes causados pelas atividades antrópicas ao meio ambiente são os usos de pesticidas que contaminam regiões agrícolas e interferem no metabolismo do cálcio das aves; a erosão do solo, que está degradando de 20 a 35 % das terras de cultivos de todo o mundo; a perda das terras virgens; o crescente problema mundial do abastecimento de água, como conseqüência do esgotamento dos aquíferos subterrâneos (FUNASA, 2014).



Escoamento médio	x	x	x	x	-	-	-
Escoamento máximo	x	x	x	x	-	-	-
Escoamento base	x	x	x	x	-	-	-
Recarga de águas subterrâneas	x	x	x	x	-	-	-
Carreamento de sedimentos	x	x	x	x	-	-	-
Nutrientes	x	x	x	x	x	-	-
Matéria orgânica	x	x	x	x	-	-	-
Patógenos	x	x	x	-	-	-	-
Salinidade	x	x	x	x	x	x	x
Pesticidas	x	x	x	x	x	x	x
Metais pesados	x	x	x	x	x	x	x
Regime térmico	x	x	-	-	-	-	-

Impacto perceptível (x); impacto não perceptível (-).

Fonte: FAO, 2000

Logo, os diversos componentes presentes na água, e que alteram o seu grau de pureza, podem ser retratados com o estudo dos atributos físicos, químicos e biológicos da água, sendo este entendido como estudo de base para compreender o comportamento e fazer o diagnóstico da qualidade ambiental da bacia. Entretanto, a questão da água requer além do diagnóstico, um monitoramento sistemático e planejamento adequado quanto aos diversos tipos de usos. Corroborando a isso, as normas do CONAMA, que estabelecem que os parâmetros de qualidade da água devem ser respeitados de acordo com as classificações de uso e, conforme destacado por Von Sperling (2005), a visão integrada da qualidade da água, ou seja, os usos e os requisitos de qualidade (Quadro 2).

Quadro 2 - Associação entre os usos da água e os requisitos de qualidade.

Uso Geral	Uso Específico	Qualidade requerida
Abastecimento de água doméstico	-----	Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde
		Isenta de organismos prejudiciais a saúde
		Adequada para serviços domésticos
		Baixa agressividade e dureza
		Esteticamente agradável (baixa turbidez, cor, sabor e odor, ausência de macrorganismos)
Abastecimento industrial	Água é incorporada ao	Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde

	produto (ex: alimento, bebidas, remédios)	Isenta de organismos prejudiciais à saúde
		Esteticamente agradável (baixa turbidez, cor, sabor e odor)
	Água entra em contato com o produto	Variável com o produto
	Água não entra em contato com o produto (ex: refrigeração, caldeiras)	Baixa dureza
Baixa agressividade		
Irrigação	Hortaliças, produtos ingeridos crus ou com casca	Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde
		Isenta de organismos prejudiciais a saúde
		Salinidade não excessiva
	Demais plantações	Isenta de substâncias químicas prejudiciais ao solo e às plantações
Salinidade não excessiva		
Dessedentação de animais	-----	Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde dos animais
		Isenta de organismos prejudiciais à saúde dos animais
Preservação da flora e da fauna	-----	Variável com os requisitos ambientais da flora e da fauna que se deseja preservar
Aquicultura	Criação de animais	Isenta de substâncias químicas prejudiciais a saúde dos animais e dos consumidores
		Isenta de organismos prejudiciais à saúde dos animais e dos consumidores
		Disponibilidade de nutrientes
	Criação de vegetais	Isenta de substâncias químicas tóxicas aos vegetais e aos consumidores
Disponibilidade de nutrientes		
Recreação e lazer	Contato primário (contato direto com o meio líquido; ex: natação, esqui, surfe)	Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde
		Isenta de organismos prejudiciais à saúde
		Baixos teores de sólidos em suspensão e óleos e graxas
	Contato secundário (não há	Aparência agradável

	contato direto com o meio líquido; ex: navegação de lazer, pesca, lazer contemplativo)	
Geração de energia	Usinas hidrelétricas	Baixa agressividade
	Usinas nucleares ou termelétricas (ex: torres de resfriamento)	Baixa dureza
Transporte		Baixa presença de material grosseiro que possa por em risco as embarcações
Diluição de despejos	-----	-----

Fonte: adaptado de Von Sperling (2005).

A avaliação da qualidade da água, bem como sua evolução no tempo/espço só será possível através da implementação de programas sistemáticos de monitoramento, resultando em séries históricas que, futuramente, possam ser analisadas a fim de se estabelecer padrões de distribuição sazonais e espaciais para indicadores bióticos e abióticos. Os conhecimentos destas variações poderão ser manipulados e utilizados para a previsão da qualidade da água durante o ano hidrológico (FREIRE, 2000). Assim, o controle da qualidade da água está associado a um planejamento global, no nível de toda a bacia hidrográfica, e não individualmente, por agente alterador (VON SPERLING, 2005).

Os parâmetros citados a seguir constituíram a avaliação e o monitoramento do presente estudo, os quais, conforme o acesso as metodologias de análise, foram determinados, totalizando nove parâmetros de qualidade da água. A água possui inúmeras propriedades físicas, fundamentais na formação e manutenção dos sistemas aquáticos. Entretanto, serão abordados apenas os parâmetros pertinentes neste estudo.

#### 4.4.1 - Potencial Hidrogeniônico

O pH é definido como o cologaritmo da concentração de íons  $H^+$  em solução expressa em moles  $L^{-1}$ . Essa medida permite a identificação das características ácidas ou alcalinas, em maior ou menor intensidade. Quanto mais o valor do pH se aproxima de zero, maior a acidez, e quanto mais próximo de 14, maior a sua alcalinidade (VON SPERLING, 2003).

A determinação do pH em águas é realizada como monitor primário, ou seja, bruscas alterações dos valores de pH, para valores acima de 9,0 ou abaixo de 6,0; podem indicar despejo de efluentes industriais e a presença de compostos tóxicos não tratados (PIVELI; KATO, 2006). A acidez exagerada pode ser um indicativo de contaminações, enquanto o excesso de solubilização de sais também pode tornar a água imprópria para consumo devido a elevada dureza.

Esteves (1998) acrescenta que o pH é muito influenciado pela quantidade de matéria morta a ser decomposta, sendo que quanto maior a quantidade de matéria orgânica disponível, menor o pH, pois para haver decomposição desse material muitos ácidos são produzidos.

#### 4.4.2 - Oxigênio Dissolvido

O agente oxidante mais importante em águas naturais é o oxigênio molecular dissolvido,  $O_2$  (BAIRD, 2002).

Araújo, Sales e Saito (2004) enfatizam que o oxigênio dissolvido é utilizado como principal parâmetro de qualidade da água e serve para indicar o impacto de poluentes sobre os corpos hídricos. O consumo de oxigênio é dado pela oxidação da matéria orgânica, respiração dos organismos aquáticos e demanda bentônica de oxigênio (sedimentos). Esse oxigênio é produzido pela reaeração da atmosfera (difusão), na fotossíntese e pela entrada no mesmo em tributários e efluentes.

Segundo Wetzel (2001), a desordem deste parâmetro nas águas, compromete o metabolismo de todos os seres vivos aeróbicos do sistema, sendo indispensável sua quantificação para compreensão dos processos ecológicos nos sistemas aquáticos.

#### 4.4.3 – Temperatura

A temperatura é um dos padrões ou características organolépticas de qualidade das águas atrelada à sensibilidade dos organismos vivos, que tornam uma água atraente ou não para o consumo. Quando a alteração da temperatura de um corpo hídrico é tão significativa a ponto de alterar a sua qualidade, a essa variável passa a ser caracterizada como poluição térmica (PERCEBON; BITTENCOURT; ROSA FILHO, 2005).

#### 4.4.4 - Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica é a medida da capacidade dos íons presentes na água em conduzir eletricidade. Diferentes íons variam com base nessa capacidade, mas, em geral, a maior concentração de íons na água natural, corresponde à maior condutividade. Pode-se utilizar o parâmetro da condutividade elétrica para obter uma noção da quantidade de sais na água, uma vez que está diretamente ligada à quantidade de sólidos dissolvidos totais (MACHADO, 2006).

A condutividade elétrica pode ser expressa por diferentes unidades e, principalmente, por seus múltiplos. No Sistema Internacional de Unidades (S.I.), é reportada como Siemens por metro (S/m). Entretanto, em medições realizadas em amostras de água, utiliza-se preferencialmente microSiemens ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) (PINTO, 2007).

#### 4.4.5 - Turbidez

Wetzel (2001) define a turbidez como uma propriedade visual da água que representa a redução ou falta de luz na coluna da água devido à presença de material particulado em suspensão, ou seja, a turbidez é um indicativo de conteúdo orgânico e inorgânico em suspensão.

Segundo Von Sperling e Möller (1995), os sólidos em suspensão na água podem ser de origem natural (partículas de rochas, argila, silte, algas e outros microorganismos) ou antrópica e, geralmente, a origem antrópica dos sólidos em suspensão está associada a efluentes domésticos e industriais, microorganismos e erosão acelerada.

#### 4.4.6 - Nitrogênio Total

Dentre as substâncias encontradas na água, o composto nitrogenado em seus diferentes estados de oxidação (nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato) pode apresentar riscos à saúde humana (ALABURDA; NISHIHARA, 1998).

Von Sperling e Möller (1995) ressaltam que a avaliação da parcela predominante de nitrogênio pode fornecer informações sobre o estágio da poluição, uma vez que os compostos de nitrogênio na forma orgânica ou de amônia estão relacionados à poluição recente, enquanto o nitrito e o nitrato, à poluição mais remota. A presença desses nutrientes na água pode ter origem natural, sendo proveniente da dissolução de compostos do solo e da decomposição da matéria orgânica, e origem antropogênica quando for proveniente de despejos domésticos, despejo industrial, detergentes, excrementos de animais, inseticidas e pesticidas.

O nitrato, um dos mais encontrados em águas naturais, apresenta-se em baixos teores nas águas superficiais, podendo alcançar altas concentrações em águas profundas, como nas fontes minerais, por ser altamente lixiviante nos solos, contaminando corpos d'água e aquíferos subterrâneos (ALABURDA; NISHIHARA, 1998).

#### 4.4.7 - Fósforo Total

O fósforo é um nutriente essencial para os microorganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica. É também elemento indispensável ao crescimento de algas e, quando em grandes quantidades, pode levar ao processo de eutrofização de um recurso hídrico (RICHTER; AZEVEDO NETTO, 1991). Smith e Schindler (2009) consideraram a eutrofização como o maior problema da atualidade em corpos de água superficiais e um dos exemplos mais visíveis das alterações ocasionadas pelo homem à biosfera.

#### 4.4.8 - Salinidade

A salinidade das águas, que a define como doces, salinas e salobras, é o conteúdo total de sais dissolvidos em água (PICKARD; EMERY, 1982).

A salinidade total da água doce normalmente é dominada por quatro cátions principais: cálcio, magnésio, sódio e potássio e pelos ânions: bicarbonato, carbonato, sulfato e cloro (WETZEL, 1981). Quando a salinidade é igual ou inferior a 0,5%,

considera-se o corpo hídrico de água doce, quando a salinidade for superior a 0,5% e inferior a 30%, os corpos hídricos são considerados de águas salobras e, como águas salgadas, os que possuem salinidade superior a 30%.

#### 4.4.9 - Coliformes Totais e Termotolerantes

O grupo coliforme é definido pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005), como todas as bactérias aeróbias ou anaeróbias facultativas, gram-negativas, não esporuladas, na forma de bastonete que fermentam a lactose com formação de gás dentro de 48 h a 35°C, incluindo organismos que diferem nas características bioquímicas e sorológicas e no habitat. Podem ser classificadas em: *Escherichia*, *Aerobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e outros gêneros que quase nunca aparecem em fezes, como a *Serratia* (ALVES; ODORIZZI; GOULART, 2002).

Os termotolerantes se distinguem dos coliformes totais devido a sua capacidade de fermentar a lactose a  $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$  em 24 horas, tendo como principal representante a *Escherichia coli*, sendo considerada o indicador mais preciso de contaminação fecal de origem exclusivamente fecal (ANVISA, 2004; RECHE; PITTOL; FIUZA, 2010).

Silva et al. (2006) colocam que a presença desses dois grupos pode ser verificada de maneira diferenciada nos corpos hídricos. Altos índices de coliformes totais indicam contaminação pós-sanitização ou pós-processo, tratamentos térmicos ineficientes ou multiplicação durante o processo. Já altos índices de coliformes termotolerantes indicam contaminação fecal e aferem as condições higiênico-sanitárias do corpo d'água (SANTANA et al., 2003).

#### 4.5 - Sistemas Agroflorestais

As áreas ripárias e suas vegetações ciliares possuem funções importantes na dinâmica dos ecossistemas aquáticos. Dentre elas destacam-se: a formação de habitats e abrigos, corredores de migração, áreas de reprodução, constância térmica, regulação da entrada e saída de energia, fornecimento de material orgânico, contenção de ribanceiras, diminuição da entrada de sedimento, sombreamento,

regulação da vazão e do fluxo corrente, além de influenciar na concentração de elementos químicos na água (BARRELA et al., 2001).

Devido a sua importância ímpar na regulação de sistemas aquáticos, a LPVN (Lei 12.651/2012) estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente (APP) e as áreas de Reserva Legal (RL), as quais são definidas como:

“Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;  
Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa (BRASIL, 2012)”.

Segundo a revogada Lei nº 4771, de 15 de setembro de 1965, não era permitido o cultivo de quaisquer sistemas de produção em APP e áreas ocupadas por RL, salvo apenas o manejo agroflorestal sustentável em RL de pequenas propriedades rurais (BRASIL, 1965). Com a mudança, o novo Código Florestal Brasileiro, instituído pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, definiu que pequenas propriedades rurais de agricultura familiar podem utilizar plantios de Sistemas Agroflorestais (SAF) em suas APP e RL (BRASIL, 2012).

Para Guerra (2012), tais modificações foram realizadas no intuito de minimizar os impactos ambientais negativos causados pelo desmatamento das APP e RL, viabilizando a recuperação e preservação ambiental desses importantes ecossistemas, além da oportunidade de otimização da renda familiar.

Yared (1998) define SAF como sistema de uso da terra que envolve a integração de árvores ou outras espécies perenes lenhosas com cultivos agrícolas e/ou pecuária, visando obter como resultado dessa associação a racionalização e o melhor aproveitamento do uso dos recursos naturais envolvidos no sistema de produção.

Em virtude desse cenário, a implementação de SAF em APP e RL, dentro dos padrões legais, é relativamente nova no Brasil. De acordo com Froufe e Seoane (2011) a utilização das práticas agroflorestais predominam no sul da Bahia, na região do Vale do Ribeira paulista e paranaense, e em algumas regiões Amazônicas.

Por exemplo, na última região supracitada, foi iniciado no ano de 2010, o projeto denominado “Sementes do Portal”, realizado por ONGs e movimentos sociais ligados a agricultura familiar em alguns municípios do território Portal da Amazônia<sup>2</sup>, que propôs aos agricultores a recuperação de áreas degradadas por intermédio da implementação de SAF como alternativa econômica viável e de segurança alimentar (FUNDO AMAZÔNIA, 2009). O projeto “Sementes do Portal” difundiu a implementação de SAF na região, fortalecendo a integração entre as comunidades de agricultores (FUNDO AMAZÔNIA, 2009).

#### 4.6 - Instituto Ouro Verde e o Projeto “Sementes do Portal”

O Instituto Ouro Verde (IOV) é uma Organização Não Governamental (ONG) fundada em 1999, tem área de atuação no estado de Mato Grosso (MT) e foco no desenvolvimento sustentável através da participação social.

Por meio de uma proposta submetida pelo IOV ao Fundo Amazônia, no ano de 2010, deu início o projeto “Sementes do Portal”. O principal objetivo do projeto era promover a recuperação ambiental de 1.200 hectares de áreas degradadas, sendo estas, áreas de APP e RL, conforme a implantação de SAF, além da revalorização da agricultura familiar pautada no uso sustentável da floresta e geração de renda (IOV, 2016).

O projeto teve como abrangência territorial, sete municípios pertencentes da região Portal da Amazônia, no extremo norte de MT, a citar: Apiacás, Alta Floresta, Carlinda, Nova Guarita, Nova Canaã do Norte, Terra Nova do Norte e Matupá. Agricultores familiares e a comunidade indígena Terena do estado de MT foram os beneficiários do projeto (IOV, 2016). Assim, o projeto atingiu a marca de 1.246 hectares de SAF implantados em 518 propriedades, superando o objetivo proposto, além disso, foram beneficiadas diretamente pelas ações do projeto 1.916 pessoas (518 famílias). Em suma, o projeto considerou ter difundido a implementação de SAF na região, ter viabilizado uma opção econômica e ter fortalecido a integração entre as comunidades de agricultores (IOV, 2016).

---

<sup>2</sup> Compreende os municípios localizados no extremo norte do estado do Mato Grosso que representam os limites iniciais da Floresta Amazônica, tais como: Nova Santa Helena, Alta Floresta, Apiacás, Carlinda, Colíder, Guarantã do Norte, Marcelândia, Matupá, Nova Bandeirantes, Nova Canaã do Norte, Nova Guarita, Nova Monte Verde, Novo Mundo, Paranaíta, Peixoto de Azevedo e Terra Nova do Norte.

Diante ao tamanho sucesso do trabalho desenvolvido, o projeto “Sementes do Portal” teve ampliação para a fase II, a qual propôs a expansão da recuperação ambiental de áreas degradadas.

Cabe ressaltar que o desenvolvimento do presente estudo esteve totalmente amparado pelo projeto e pelo IOV. O apoio consistiu no financiamento dos gastos com deslocamentos, análises laboratoriais, materiais e procedimentos de campo, bem como, na hospedagem do pesquisador no alojamento do IOV.

#### 4.7 - Análise Multivariada

A denominação “Análise Multivariada” corresponde a um grande número de métodos e técnicas que utilizam, simultaneamente, todas as variáveis na interpretação teórica do conjunto de dados obtidos (NETO, 2004). Nesse contexto, está inserida a Análise de Componentes Principais - ACP (Principal Component Analysis - PCA), esta que é uma técnica estatística multivariada que transforma o conjunto de dados em um novo sistema de variáveis.

As componentes principais (CPs) são as combinações lineares não correlacionadas e são derivadas em ordem decrescente de importância, ou seja, a primeira componente principal (CP) será responsável pela maior variância contida em todas as CPs e a última CP, conseqüentemente, será responsável pela menor variância restante. As variâncias de cada CP são, na verdade, os autovalores da matriz de covariância ou correlação dependendo do caso, estando ordenadas do maior número para o menor. Uma CP é formada pela combinação dos pesos associados aos fatores, isso quer dizer que quanto maior a contribuição positiva ou negativa de um autovetor, maior será a importância do fator associado à CP gerada (FRANÇA, 2009).

Para a determinação das componentes principais, faz-se necessário calcular a matriz de covariância, ou a matriz de correlação, encontrar os autovalores e os autovetores e, por fim, escrever as combinações lineares, as quais serão as novas variáveis, ou seja, novas CPs, sendo que cada CP é uma combinação linear de todas as variáveis originais, independentes entre si e estimadas com a finalidade de reter, em ordem de estimação e em termos da variação total, contida nos dados iniciais (REGAZZI, 2001).

#### 4.8 - Protocolos (Índice de Integridade Ambiental de Rios)

Protocolos de avaliação rápida da integridade de rios e riachos são ferramentas utilizadas para constatar alterações nos padrões ambientais. De forma holística, evidenciam as características físicas do ambiente.

Segundo Resh e Jackson (1993), tais protocolos seriam análogos ao uso de um termômetro na avaliação da saúde humana, onde valores da “saúde” da comunidade, facilmente obtidos, são comparados com padrões de referência, dentro de um limite do que se considera normal. No entanto, o principal desafio é determinar quais parâmetros da população ou da comunidade seriam biologicamente e ecologicamente relevantes, quais os limites deveriam ser considerados normais e quanto do desvio da normalidade seria considerado um sinal de distúrbio ou “doença”.

Portanto, é fundamental que a análise ambiental tenha um caráter comparativo e mensurável e que todas as variáveis sejam simultaneamente avaliadas na tentativa de minimizar o caráter subjetivo da ferramenta.

As vantagens desse tipo de metodologia se referem a obter, em tempo real, uma pertinente avaliação do ambiente em foco, de forma eficiente, rápida e com baixo custo, de modo que a coleção de informações geradas por tais ferramentas, sirva para complementar partes metodológicas de pesquisas, além de orientar pesquisados e órgãos ambientais para a tomada de decisão na gestão dos recursos hídricos (MINATTI-FERREIRA; BEAUMORD, 2004).

Cabe também ressaltar a relevância da utilização de protocolos no contexto social, como exposto no trabalho de Rodrigues, Malafaia e Castro (2008) e em atividades de educação ambiental ligadas à preservação dos ambientes aquáticos, conforme os estudos realizados por Bergmann e Pedrozo (2008), Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012) e Machado (2019).

Desenvolvido por Petersen (1992), para avaliação de rios em áreas agricultáveis da Europa, o Índice de Integridade Ambiental de Rios (Riparian, Channel and Environmental Inventory - RCE) baseia-se na quantificação de 16 parâmetros analíticos de características físicas e ambientais associadas à integridade dos rios. Cada parâmetro avaliado recebe uma pontuação, de acordo com estado de conservação encontrado. A soma dos valores resulta no índice final, o qual aponta classes de integridade ambiental conforme a relação dos escores obtidos.

Portanto, este estudo se propõe a utilizar o RCE como método de avaliação das características físicas e ambientais, uma vez que sua utilização tem sido bastante colocada em trabalhos de avaliação dos sistemas aquáticos, conforme apontado nos trabalhos de Mugnai et al. (2011), Yoshida e Rolla (2012), Peligro e Jumawan (2015), Doll et al. (2016), Stefunkova, Neruda e Vasekova (2019).

A utilização do RCE tem se mostrado eficiente para avaliar características físicas e ambientais dos sistemas aquáticos, de modo que sua utilização se faz bastante pertinente para ser adotada neste estudo.

## **5 - MATERIAIS E MÉTODOS**

### **5.1 - Contexto Histórico da Ocupação das Terras no Estado de Mato Grosso**

Durante a década de 30 até 1945, o estado de Mato Grosso viveu sob intervenção federal, por força da política federal implantada por Getúlio Vargas. Assim, a colonização foi realizada no estado como parte da estratégia do Governo Federal que visava a ocupação dos "espaços vazios" e o fortalecimento de seus domínios nas áreas de fronteira, conforme a implantação de colônias agrícolas nacionais. O projeto apresentava como objetivo a expansão da pequena propriedade, como forma de diversificação da produção nacional, a partir do desenvolvimento da indústria nacional (MORENO, 1999).

Através do programa "Marcha para o Oeste", tentou-se conquistar o interior do país, para a sua integração à economia nacional, pretendendo assim, criar uma espécie de "válvula de escape" ao deslocar milhares de "homens sem terras para terras sem homens", no intuito de diminuir o clima de conflito e tensão social nas áreas de ocupação agrícola mais antigas, principalmente no Sul do país (RIBEIRO, 2001).

Com isso, a política de ocupação e colonização de Mato Grosso foi redefinida a partir de 1950, "visando a incorporação da fronteira agrícola da região à economia nacional" com a pretensão de absorver excedentes populacionais de outras regiões brasileiras, além da ocupação de terras através da colonização privada. (CASTRO et al., 1994).

O interesse maior em promover a colonização particular faz retomar, pelo primeiro governo constitucional de Mato Grosso, a alternativa de concessão de terras gratuitas, porém limitando-as em 25 ha e com 10 anos de ocupação efetiva e trabalho

familiar e como legado aos seus sucessores, deixou o primeiro "Código de Terras do Estado" (1949), sistematizando as diretrizes que norteavam as questões de terra. Embora já trouxesse um conteúdo extremamente liberal, o novo Código de Terras, logo foi modificado (1951), com várias emendas, contudo na convalidação e dilatação de prazos vencidos para a legalização das terras adquiridas do estado, bem como na autorização da colonização particular. Enxergava-se já nesse momento a valorização das terras com as construções de Brasília e da rodovia Belém-Brasília pelo governo do Presidente Juscelino Kubitschek (JK) (MORENO, 1999).

Dessa maneira, criadas as condições legais, o reordenamento fundiário no estado, no período de 1950 a 1964, teve como marca a venda indiscriminada de terras devolutas e sua utilização nas disputas eleitorais, servindo como premiação ou pagamento de favores políticos (MORENO, 1999). Em 1953 foi criada a Superintendência do Plano de Valorização da Amazônia (SPVEA) para contribuir com o aumento do interesse pelas terras mato-grossenses, almejando a apropriação dos recursos naturais da chamada Amazônia Legal, tanto sobre as riquezas minerais como as vegetais. Assim, a partir do Plano de Metas, adotado no governo do Presidente JK (1955-1960), a venda das terras mato-grossenses e amazônicas se intensificou. (SIQUEIRA, 2002)

Já em 1964, a política de desenvolvimento para a Amazônia, iniciada pelos governos militares, promove a redistribuição da terra a uma classe privilegiada. Essa era a condição necessária aos empreendimentos idealizados, que mais tarde foi confirmada com a federalização de 64% das terras devolutas sob a jurisdição do Estado no Decreto nº 1164/71, colocando sob tutela da União e do Conselho de Segurança Nacional a maioria das terras devolutas situadas nos estados componentes da Amazônia Legal, o Governo Federal passou a interferir decisivamente na política fundiária desses estados (MORENO, 1999).

No início da década de 1970, os modelos de colonização e modernização agrícola na Amazônia estavam baseados nos princípios da Revolução Verde, que visava o aumento da produção e da produtividade através da abertura de novas áreas e da busca por tecnologias agrícolas mais eficazes. Este modelo de desenvolvimento, subsidiado pelo governo através de incentivos fiscais, habilitou a entrada massiva de grandes empreendimentos do setor agropecuário na Amazônia, provocando mudanças significativas na organização da produção e, por consequência, a desestabilização da agricultura familiar (LOUREIRO, 2002).

A partir de 1971 até a revogação do Decreto nº 1164/71, em 1987, as ações fundiárias foram desenvolvidas pela União, através do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), pelo estado, através da Companhia de Desenvolvimento do Estado de Mato Grosso (CODEMAT) e, após 1978, através também do Instituto de Terras de Mato Grosso (INTERMAT). A federalização das terras devolutas em conjunto com outras medidas que se complementavam entre si, faziam parte da estratégia geopolítica dos governos militares para a ocupação/exploração da Amazônia. À terra passou a ser abertamente franqueada aos grandes grupos econômicos, através da definição de uma política de regularização fundiária que privilegiava a implantação dos chamados projetos de "colonização empresarial", ou seja, projetos agropecuários, agroindustriais, minerais e de colonização oficial e particular (MORENO, 1999).

A partir daí foram construídas as rodovias Transamazônica, estabelecendo uma conexão entre as regiões Nordeste e Norte, e a Cuiabá-Santarém (BR 163), que fez a conexão do Centro-Sul ao Norte do país (SELUCHINESK, 2008). O estado de Mato Grosso passou a concentrar vários programas para a implantação de polos de desenvolvimento, tais como o POLAMAZÔNIA, POLOCENTRO e POLONOROESTE e projetos ligados ao desenvolvimento da agropecuária e a exploração de recursos minerais.

Nas décadas de 70 e 80, foram implantados 268 projetos de "colonização empresarial", 84,9% desses, voltados ao desenvolvimento da agropecuária. Esses projetos integravam o programa de desenvolvimento da região Norte do estado, muitos deles não foram executados, outros dedicaram-se à exploração extensiva da pecuária de corte. Predominavam agricultores vindos do sul do Brasil, reproduzindo em território mato-grossense o padrão sulista de colonização baseado na fundação de cidades, divisão e venda de lotes rurais, urbanos e seleção de colonos, que deveriam dispor de uma reserva de capital para participar do empreendimento. (BARROZO, 2008). Isso contribuiu para o enraizamento das tradições sulistas e com isso, as áreas de fronteira da Amazônia Legal de Mato Grosso foram intensamente povoadas (OLIVEIRA, 1997).

No entanto, os projetos serviram de pretexto para a privatização de grandes áreas, muitas vezes avançando sobre territórios indígenas ou áreas ocupadas por antigos posseiros, provocando o aumento de tensões e violências no campo e o fortalecimento da concentração fundiária no estado (MORENO, 1999).

“As colonizadoras Privadas (SINOP, INDECO, CONTRIGUAÇU), conseguiram grandes áreas de terras devolutas, dividindo-as em milhares de lotes que tinham um tamanho entre 100 a 300 ha, e eram revendidos depois para colonos do Sul do Brasil” (Souza, 2012:10). Este processo de colonização, denominado “Projeto de Assentamento Conjunto” (PAC), é baseado na ação conjunta do INCRA com cooperativas sendo implantado às margens da BR-163. Tem por resultado direto seis projetos: Terra Nova (1978), Peixoto de Azevedo (1980), Ranchão (1980), Braço Sul (1981), Carlinda e Lucas do Rio Verde (1981) (CASTRO et al., 2002; DOULA; KIKUCHI, 1998).

Nesse cenário, a colonização privada se sobrepôs as outras formas de colonização (oficial e espontânea) e as bases para uma agricultura capitalista, tendo a soja como “carro chefe”, foram estabelecidas (PASSOS, 2000). Segundos os dados do IBGE (2008), A economia de Mato Grosso está fortemente ligada à agricultura, à pecuária extensiva e à exploração de madeira. O estado é considerado um dos principais produtores agrícolas do Brasil, sendo o maior produtor de soja (5,075 milhões de hectares) e de algodão (560 milhares de hectares), e o segundo maior produtor de milho (1,65 milhão de hectares).

Diante ao exposto, considera-se que os processos de ocupação no estado caracterizaram as atividades de uso da terra no município estudado, pois conforme o laudo técnico de avaliação sobre o Valor de Terra Nua (VTN), do município de Carlinda, para o ano de 2020, publicado em Ofício de nº 084/2020 pela prefeitura municipal, a principal economia de Carlinda é devida ao modelo de colonização e está baseada na agricultura e pecuária.

## 5.2 - Área de Estudo

Pertencente ao território Portal da Amazônia, o município de Carlinda localiza-se no extremo norte do estado de Mato Grosso, Brasil, entre as coordenadas geográficas de 55°30' a 57°00' longitude W, 9°00' a 11°00' latitude S e altitude de 290 metros, distante cerca de 750 km da capital Cuiabá. Com área de 2.393,027 km<sup>2</sup> o município possui cerca de 10.990 habitantes (IBGE, 2010).

Segunda a classificação de Koppen (1948), o clima da região é Tropical chuvoso, com nítida estação seca (junho a setembro) e chuvosa (dezembro a março),

podendo alcançar índices pluviométricos de até 2.500 mm, sendo a temperatura anual média de 26°C, com máximas e mínimas de 38°C e 20°C, respectivamente.

O relevo faz parte do Planalto Apicás-Sucurundi e da depressão Interplanáltica Amazônica Meridional, apresentando várias serras em forma de cristas geomorfológicas (FARID, 1992).

A vegetação é composta basicamente por Floresta Ombrófila, típica da transição para à Floresta Amazônica, com ocorrência de Castanheiras e outras espécies deste bioma. Os solos predominantes são os Latossolos Vermelho-amarelo distrófico e Argissolo Vermelho-amarelo distrófico (SEPLAN, 2002).

Segundo a Prefeitura Municipal de Carlinda (2020), o município pertence a microbacia hidrográfica do rio Teles Pires, sendo este, uma das principais fontes de água da região, além de ser formador do rio Tapajós, principal afluente do rio Amazonas.

### 5.3 - Ambientes e Pontos Amostrais

A escolha dos ambientes de estudo ocorreu conforme o estabelecimento de critérios prévios, considerados essenciais, baseados na realidade local e na relação dos agricultores e agricultoras com o IOV. Assim, uma relação das propriedades, agricultores/as e sistemas foi elencada por profissionais de assistência técnica do IOV e critérios como facilidade de acesso, configuração dos riachos, tipo de vegetação no entorno e principalmente, ano de implementação dos SAF foram determinantes.

No total, cinco ambientes amostrais foram selecionados, sendo suas principais características apresentadas na Tabela 2 e localizações apresentadas na Figura 1, respectivamente.

Tabela 2 - Características dos ambientes amostrais estudados.

Ambiente	Coordenadas	Elevação	Vegetação	Principal uso da água
			Nome comum (nome científico) das espécies encontradas)	
1 - SAF 2010 (Implantado em 2010)	9°55'14,8"S 55°44'34,6"O	261 m	Jenipapo ( <i>Genipa americana</i> ), Seringueira ( <i>Hevea brasiliensis</i> ), Cedro Rosa ( <i>Cedrela fissilis</i> ), Buriti ( <i>Mauritia flexuosa</i> ), Açaí	Dessedentação do gado

---

2 - SAF 2012 (Implantado em 2012)	9°55'13,4"S 55°43'21,0"O	248 m	( <i>Euterpe oleracea</i> ) e Ingá-de-metro ( <i>Inga edulis</i> )  Jatobá ( <i>Hymenaea courbari</i> ), Pequi ( <i>Caryocar brasiliense</i> ), Seringueira ( <i>Hevea brasiliensis</i> ), Açáide-touceira ( <i>Euterpe oleracea</i> ), Imburana ( <i>Commiphora leptophloeos</i> ) e Champagne ( <i>Dipteryx odorata</i> )	Dessedentação do gado
3 - SAF 2014 (Implantado em 2014)	10°7'35,4"S 55°39'29,1"O	270 m	Caju ( <i>Anacardium occidentale</i> ), Ipê branco ( <i>Tabebuia roseo-alba</i> ), Buriti ( <i>Mauritia flexuosa</i> ), Guapuruvu ( <i>Schizolobium parahyba</i> ) e Monjoleiro ( <i>Senegalia polyphylla</i> )	Dessedentação do gado
4 - Sistema Mata Ciliar Nativa (SMCN) (Acima de 40 anos)	9°56'19,6"S 55°45'43"O	260 m	Guapuruvu ( <i>Schizolobium parahyba</i> ), Embaúba ( <i>Cecropia pachystachya</i> ) e Pente-de-macaco ( <i>Apeiba tibourbou</i> )	Dessedentação do gado e irrigação da horta
5 - Sistema de Pastagem (SPas)	10°8'10,4"S 55°38'57,3"O	266 m	Pastagem ( <i>Brachiaria</i> ) e Assa-peixe ( <i>Vernonia polysphaera</i> )	Dessedentação do gado

---

Fonte: Elaborado pelo autor.

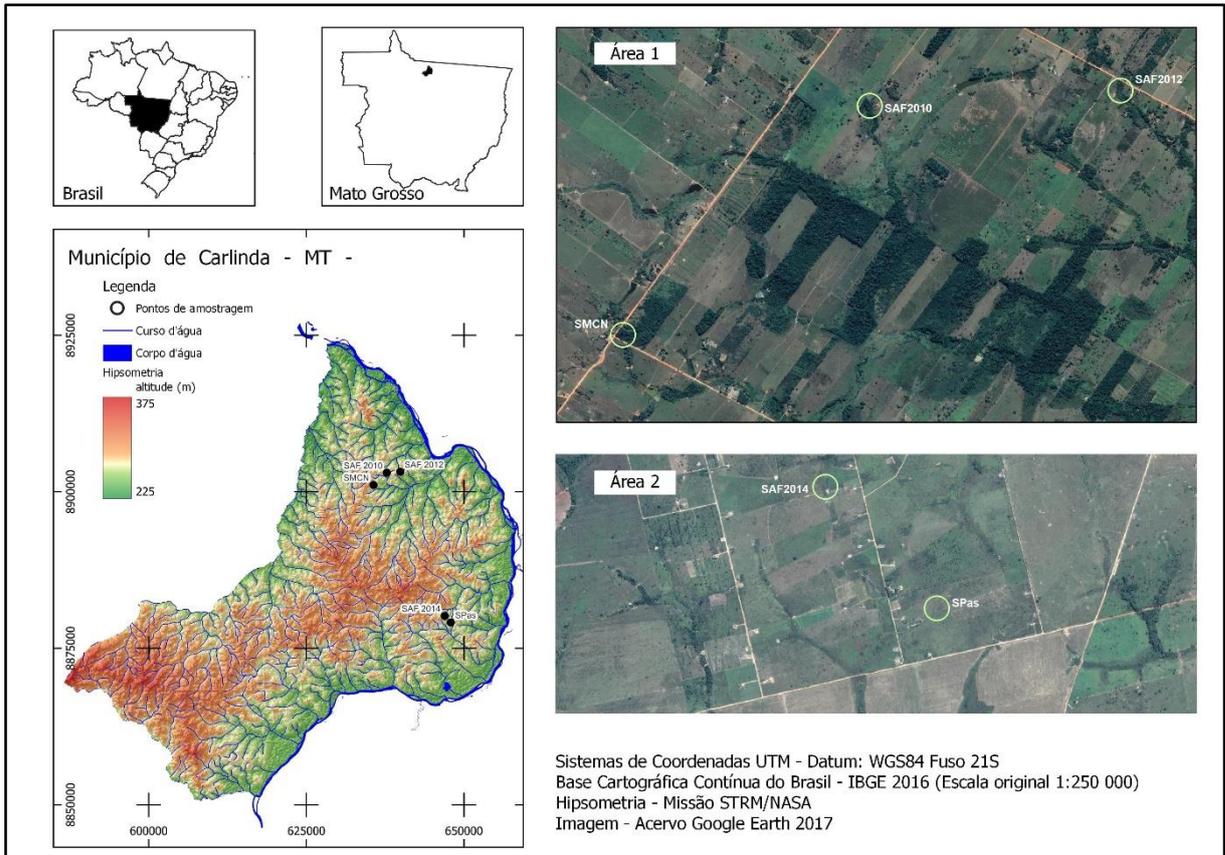


Figura 1 - Mapa hipsométrico com localização dos ambientes amostrais estudados, município de Carlinda - MT, Brasil. SAF 2010 (1), SAF 2012 (2), SAF 2014 (3), SMCN (4), SPas (5).  
Fonte: org. Sais, A. C. (2021).

Assim, para cada ambiente amostral foi estabelecido um transecto, que compreendeu a distância de 0 m da nascente (montante) até 200 m em direção a foz (jusante), no gradiente longitudinal dos riachos em foco. Por conseguinte, em cada ambiente, foram adotadas três medidas de comprimento (pontos amostrais) para realização padrão das análises de qualidade da água, tais como: 0 até 10 m (ponto 1); 90 até 100 m (ponto 2) e; 190 m até 200 m (ponto 3), ou seja, em cada ambiente as análises foram realizadas em triplicata, da mesma forma em que nos pontos, as coletas e análises *in situ* foram realizadas em triplicata, sendo o valor final resultante da média.

Abaixo, seguem figuras ilustrando os pontos amostrais de cada sistema estudado. Desse modo, a Figura 2 apresenta o SAF 2010, a Figura 3 o SAF 2012, a Figura 4 o SAF 2014, a Figura 5 o SMCN e a Figura 6 o SPas.



Figura 2 - Pontos de estudo do SAF 2010, município de Carlinda – MT, Brasil.  
Fonte: acervo do autor (2021).



Figura 3 - Pontos de estudo do SAF 2012, município de Carlinda – MT, Brasil.  
Fonte: acervo do autor (2021).



Figura 4 - Pontos de estudo do SAF 2014, município de Carlinda – MT, Brasil.  
Fonte: acervo do autor (2021).



Figura 5 - Pontos de estudo do SMCN, município de Carlinda – MT, Brasil.  
Fonte: acervo do autor (2021).



Figura 6 - Pontos de estudo do SPas 2010, município de Carlinda – MT, Brasil.  
Fonte: acervo do autor (2021).

Para elucidar discussões acerca da influência dos fatores climáticos, as avaliações de qualidade da água foram realizadas em períodos chuvosos de alta precipitação (novembro até fevereiro) e em períodos de estiagem de baixa precipitação (de junho até agosto), de modo que está determinação se deu conforme os dados obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) da precipitação média mensal dos anos de 2009 até 2016, do município de Carlinda – MT (Figura 7).

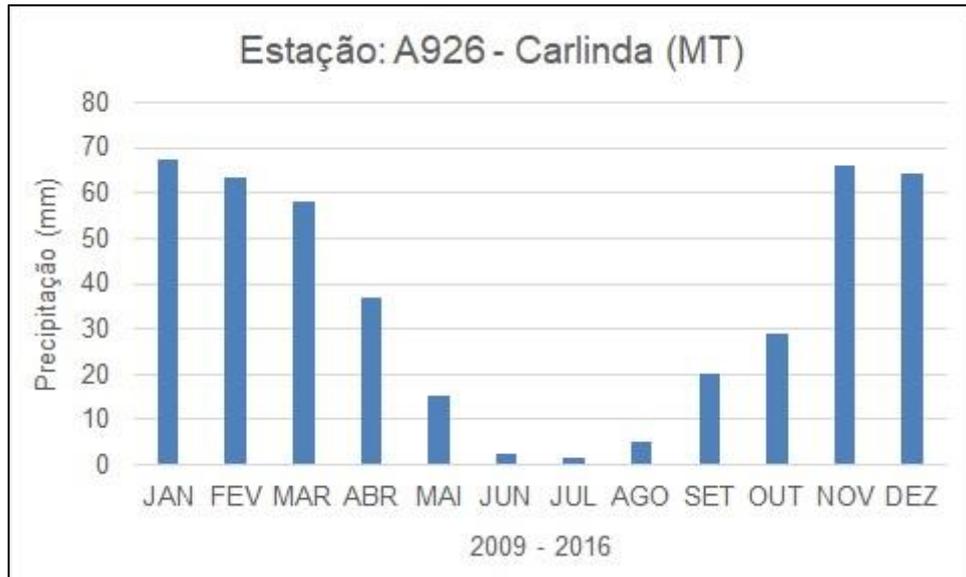


Figura 7 - Média aritmética da precipitação pluviométrica mensal ocorrida no município de Carlinda (MT), entre os anos de 2009 até 2016.

Fonte: elaborado pelo autor, adaptado de INMET.

No total, cinco coletas compreenderam o monitoramento de qualidade da água, sendo três coletas no período seco e duas coletas no período chuvoso.

#### 5.4 - Parâmetros Utilizados

Nove parâmetros de qualidade da água compuseram as avaliações do presente estudo, dentre os quais podem ser citados: potencial hidrogeniônico (pH); temperatura; turbidez; Oxigênio Dissolvido (OD); Fósforo total (P total); Nitrogênio total (N total); Coliformes Totais (CT) e *Escherichia coli* (*E. coli*); salinidade e Condutividade Elétrica (CE).

A metodologia de análise dos parâmetros citados acima, seguiu conforme é apresentado na Tabela 3, de modo que alguns parâmetros foram aferidos *in loco*, por sondas especializadas e outros foram analisados em laboratório.

Tabela 3 - Variáveis limnológicas utilizadas e suas respectivas metodologias de análise.

Parâmetro	Unidade	Método Analítico
pH	-	Sonda Multi YSI, modelo 63 - in loco
Temperatura	°C	Sonda Multi YSI, modelo 63 - in loco
OD	mg/L	Oxímetro YSI, modelo 550 A - in loco
Turbidez	NTU	Sonda Multi YSI, modelo 63 - in loco
CE	$\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$	Sonda Multi YSI, modelo 63 - in loco
Salinidade	ppt	Sonda Multi YSI, modelo 63 - in loco
P total	mg/L	SMEWW 4500 P - E - laboratório

N total	mg N/L	SMEWW 4500-Norg B - laboratório
Coliformes Totais e <i>E. coli</i>	Ausência/Presença	SMEWW 9222 D - laboratório

Fonte: elaborado pelo autor (2021).

## 5.5 - Amostragem

Para análise laboratorial, amostras simples de água superficial foram coletadas nos pontos de monitoramento. Assim, conforme o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB, 2011), as amostras foram armazenadas em frascos identificados e acondicionadas em caixa térmica com gelo reutilizável. Ao final do dia de coleta, as amostras foram encaminhadas, em menos de vinte e quatro horas, para análises em laboratórios particulares contratados, os quais seguiram procedimentos de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMEWW) (American Public Health Association [APHA], 2005).

As amostras de CT foram armazenadas em frascos esterilizados com capacidade de 100 ml. Já as amostras de P total foram armazenadas em frascos de polietileno com capacidade de 500 ml, sendo utilizados frascos iguais para o armazenamento das amostras de N total, porém com preservante H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Figura 8).



Figura 8 - Frascos utilizados para armazenamento das amostras de qualidade da água.  
Fonte: acervo do autor (2021).

Tais procedimentos de campo foram igualmente seguidos e aplicados em todo o monitoramento e, conforme a Tabela 4, seguem apresentadas as datas e informações acerca das coletas.

Tabela 4 - Dados de campo das coletas realizadas.

<b>Coleta</b>	<b>Data</b>	<b>Período climático</b>	<b>Período diário</b>	<b>Condição do tempo</b>
1	16 e 17 de julho de 2017	Seco	Manhã e tarde	Tempo limpo, céu aberto e sem nuvens
2	De 20 e 26 de fevereiro de 2018 (intervalo de 24 horas sem chuva)	Chuvoso	Manhã e tarde	Variando entre céu aberto e nublado
3	21 e 22 de agosto de 2018	Seco	Manhã e tarde	Tempo limpo, céu aberto e sem nuvens
4	08 e 09 de abril de 2019	Chuvoso	Manhã e tarde	Nublado
5	11, 12 e 13 de agosto de 2019	Seco	Manhã e tarde	Tempo limpo, céu aberto e sem nuvens

Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Entretanto, cabe destacar que ocorreram algumas adversidades nos procedimentos de análises relativos à condição climática/hidrológica. Nesse caso, o primeiro problema encontrado é referente ao SMCN que apresentou escassez de água no ponto III da coleta de julho de 2017 (primeiro período seco), pontos I e III da coleta de agosto de 2018 (segundo período seco), pontos I e III da coleta de agosto de 2019 (terceiro período seco) e também, o SAF 2014 apresentou escassez de água em todos os pontos na coleta de agosto de 2019 (terceiro período seco). Assim, este estudo considerou adotar dados resultantes da média dos respectivos pontos, nos respectivos períodos de análise e quando não foi possível, como no caso dos dados do terceiro período seco do SAF 2014, foram retiradas médias dos dois períodos secos anteriores.

Outra adversidade é referente as análises de coliformes, sendo as 3 primeiras análises realizadas pelo laboratório de Microbiologia e Fitopatologia da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), campus de Alta Floresta, pelo método NMP (Número Mais Provável) e as demais, foram realizadas pelo Laboratório Solos & Plantas de Sorriso – MT, pelo método presença/ausência/100mL. Por esse motivo, os dados de coliformes foram interpretados apenas conforme presença e ausência.

## 5.6 - Croquis das Propriedades Rurais

Os croquis que permitem situar as características das propriedades e dos ambientes estudados, foram elaborados no programa Microsoft Paint, do Windows 2010. A elaboração se deu após caminhadas transversais ao longo dos pontos, além de observações das áreas de entorno, durante todo o período de monitoramento.

## 5.7 - Ferramentas e Métodos de Avaliação

A primeira ferramenta de avaliação traz consigo uma visão mais ampla das características das microbacias onde estão inseridos os ambientes de estudo, pois consiste na avaliação temporal de uso e ocupação do solo nos anos de 2010 e 2019. Posteriormente, foram avaliadas as características físicas ambientais dos sistemas, conforme as aplicações do protocolo RCE, uma em 2018 e outra em 2019. Por fim, os resultados das análises laboratoriais e das aferições a campo, foram comparados frente aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, além disso, os resultados foram submetidos a estatística descritiva e a ACP.

Para tanto, convencionou-se classificar os riachos como de primeira (1ª) ordem, conforme a metodologia proposta por Strahler (1952).

### 5.7.1 - Uso e Ocupação do Solo

A elaboração dos mapas de uso e ocupação do solo se deu conforme informações inseridas e analisadas em Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), utilizando o software ArcGis® 10.2.2. Para a caracterização da paisagem, foi elaborado um banco de dados georreferenciado do município, utilizando-se a projeção geográfica Universal Transversa de Mercator, Fuso 23 Sul, datum SIRGAS 2000. Os dados primários para a delimitação do município de Carlinda foram adquiridos da base de dados digital do IBGE, situação 2016 e de informações e imagens geradas através do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil – MapBiomas. Para a obtenção das curvas de nível e rede de drenagem foram adquiridas as cartas planialtimétricas em formato analógico na escala 1:50.000 referentes à área de

estudo, sendo estas convertidas para o formato digital e posteriormente georreferenciadas no software ArcGis® 10.2.2.

### 5.7.2 - Protocolo de Avaliação da Integridade Ambiental de Rios

A avaliação das características físicas e ambientais dos sistemas estudados foi realizada conforme utilização do protocolo RCE. As aplicações se deram em dois momentos distintos, sendo a primeira em agosto de 2018 e a segunda em agosto de 2019, ambas no ponto médio de cada ambiente (ponto médio do transecto).

Conforme apresentado no Quadro 3, o RCE aborda dezesseis parâmetros. Para cada parâmetro avaliado é atribuída uma pontuação que deve ser somada ao final, desse modo, o resultado da soma revela o índice de integridade ambiental encontrado (Tabela 5).

Quadro 3 - Protocolo RCE, parâmetros e pontuações atribuídas.

<b>PARÂMETROS</b>	<b>PONTUAÇÃO</b>
<b>1 - Padrão de uso da terra além da zona de vegetação ribeirinha</b>	
Não perturbada, consistindo de floresta, alagados e pântanos naturais.	30
Pasto permanente, mesclado com mata e pântano	20
Área de cultivo mesclada com pasto	10
Principalmente áreas de cultivo	1
<b>2 - Largura da mata ciliar do rio até o campo</b>	
Área de mata ciliar com mata ou pântano > 30 m de largura	30
Área da mata ciliar com mata ou pântano variando entre 5 e 30 m	20
Área de mata ciliar com mata ou pântano com 1 a 5 m de largura	5
Área de mata ciliar sem mata ou pântano	1
<b>3 - Integridade da zona de mata ciliar</b>	
Zona de mata de ciliar intacta sem quebra na vegetação	30
Clareiras ocorrendo em intervalos maiores que 50 m	20
Clareiras frequentes com pontos de erosão a cada 50 m	5
Pontos de erosão (voçorocas) ao longo comprimento	1
<b>4 - Estado da vegetação da mata ciliar dentro de uma faixa de 10 m</b>	
> 90% da densidade é constituída por árvores não-pioneiras ou nativas	25
Espécies pioneiras mescladas com árvores maduras	15
Vegetação mista de gramíneas, árvores pioneiras esparsas e arbustos	5
Vegetação rasteira (gramíneas e poucos arbustos)	1
<b>5 - Estruturas de retenção</b>	

Canal com rochas e troncos antigos firmemente aderidos ao substrato	15
Rochas e troncos presentes com sedimentos aderidos	10
Estruturas de retenção fracamente aderidas que se movem com as enchentes	5
Canal livre de areia e silte com poucas estruturas de retenção	1
<b>6 - Estrutura do canal</b>	
Ampla capacidade de retenção de fluxo de cheia, relação largura/profundidade < 7	15
Capacidade regular de retenção, inundações raras, relação largura/profundidade entre 8 a 15	10
Pouca capacidade de retenção de cheia, relação largura/profundidade entre 15 a 25	5
Inundações frequentes, relação largura/profundidade > 25 ou rio canalizado	1
<b>7 - Sedimentos no canal</b>	
Canal natural com pouca acumulação de sedimento	15
Pouca deposição de cascalho e silte	10
Barreira de sedimento e pedras, areia e silte comum	5
Canalização	1
<b>8 - Estrutura da margem</b>	
Margem estável rochosa e solo, coberto de grama, arbustos e raízes	25
Margem estável, porém levemente seguro por grama e arbustos	15
Margem com solo livre, camada esparsa de grama e arbustos	5
Margem instável com solo ou areia soltos, facilmente perturbável	1
<b>9 - Escavação da margem</b>	
Pouca ou nenhuma evidência ou restrita a áreas de suporte de raízes	20
Escavação somente nas curvas e afunilamentos	15
Escavações frequentes	5
Escavação severa ao longo do canal e com quedas de barrancos	1
<b>10 - Substrato pedregoso</b>	
Cascalhos limpos, arredondados, podendo ser um pouco escurecidos	25
Cascalhos arredondados com um pouco de areia e silte aderido	15
Alguns cascalhos afiados, cobertos de areia e silte	5
Cascalhos brilhantes e afiados, lodo e substrato arenoso	1
<b>11 - Leito do rio</b>	
Fundo pedregoso com rochas de vários tamanhos	25
Fundo de pedras facilmente móveis com um pouco de silte	15
Fundo de silte, cascalhos e areia em locais estáveis	5
Estrato uniforme de areia e silte não muito agregado, substrato pedregoso ausente	1
<b>12 - Corredeira e remansos ou meandros</b>	
Distintos, ocorrendo em intervalos de 5 a 7 m da largura do rio	25
Irregularmente espaçados	20
Remansos longos separados por corredeiras curtas, meandros ausentes	10

Meandros, corredeiras e remansos ausentes, rio canalizado	1
<b>13 - Vegetação aquática</b>	
Presença de musgos e macroalgas	15
Macroalgas dominantes nos remansos, macrófitas nas margens	10
Emaranhados de algas presentes, poucas macrófitas e pouco musgos	5
Emaranhados de algas cobrindo o fundo e macrófitas predominante no canal	1
<b>14 - Peixes</b>	
Presença de peixes reófitos, peixes nativos predominante nos remansos	20
Escassez de peixes reófitos e de difícil localização	15
Ausência de peixes reófilos, presença de peixes de ambientes de águas lânticas nos remansos	10
Ausência de peixes	1
<b>15 - Detritos</b>	
Principalmente folhas e troncos sem sedimentos finos	25
Folhas e troncos escassos detritos finos sem sedimento	10
Ausência de folhas e troncos, matéria orgânica bruta e fina com sedimento	5
Sedimento fino anaeróbico, nenhum detrito bruto	1
<b>16 - Macrobentos</b>	
Muitas espécies presentes em todos os tipos de substrato	20
Muitas espécies presentes porém, em locais bastante oxigenados	15
Poucas espécies presentes porém, encontrados na maioria dos habitats	5
Poucas ou nenhuma espécies, apenas em locais oxigenados	1
<b>TOTAL</b>	

Fonte: adaptado de Petersen (1992).

Tabela 5 - Classificação do RCE e ações recomendadas.

<b>Classes</b>	<b>Escore</b>	<b>Integridade ambiental</b>	<b>Ações recomendadas</b>
I	293 - 360	Excelente	Biomonitoramento e proteção do status
II	224 - 292	Muito bom	Alterações selecionadas e monitoramento
III	154 - 223	Boa	Pequenas alterações necessárias
IV	86 - 153	Regular	Grandes alterações necessárias
V	16 - 85	Pobre	Reorganização estrutural completa

Fonte: adaptado de Petersen (1992).

### 5.7.3 - Estatística Descritiva e Análise de Variância

As técnicas metodológicas descritas a seguir foram aplicadas por períodos, ou seja, cada período foi avaliado separadamente. Supostas relações entre os períodos

monitorados foram colocadas na discussão dos resultados. Dessa maneira, foram realizadas análises com estatística descritiva dos dados de qualidade da água, para obtenção dos valores gerais de média, mínimo, máximo, variância, desvio padrão e coeficiente de variação (CV).

Pela dificuldade em comparar o desvio padrão entre variáveis de diferentes grandezas, este estudo utilizou a metodologia descrita por França (2009), que faz a comparação através do CV, visto que o CV é igual ao desvio padrão dividido pela média. Com isso, é possível comparar a variação de conjuntos de observações que diferem na média ou são medidos em unidades de medição diferentes e classificar o grau de dispersão das variáveis. Assim, para avaliar o grau de dispersão dos dados, este trabalho considerou o critério apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 - Critério de avaliação do grau de dispersão.

<b>Valor do CV</b>	<b>Grau de Dispersão</b>
< 0,50	Baixo
0,50 – 1,00	Médio
> 1,00	Alto

Fonte: adaptado de França (2009).

Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando o valor do teste F indicou efeito significativo foi utilizado o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), para verificação das diferenças significativas dos parâmetros de qualidade da água, excetuando-se os parâmetros CT. Nesse caso, convencionou-se adotar apenas os resultados de caráter qualitativo, dessa maneira os dados foram analisados conforme ausência/presença de CT e *E. coli* (*Escherichia coli*).

Tais análises estatísticas foram realizadas no software Sisvar (Ferreira, 2014).

#### 5.7.4 - Análise de Componentes Principais

Para aplicação da análise estatística multivariada ACP, foi necessário, primeiramente, padronizar os dados, assegurando que os mesmos possuiriam pesos iguais na análise. Assim, cada variável foi subtraída pela média amostral daquela variável e então, o valor foi dividido pelo desvio padrão da mesma variável. Quando os valores das médias forem iguais a zero (0) e o desvio padrão igual a um (1), pode-se confirmar o uso da ACP.

Outros procedimentos fundamentais realizados previamente referem-se ao cálculo da matriz de correlações “ $\rho$ ” ou matriz de covariância “ $\Sigma$ ”, a determinação dos autovetores e seus correspondentes autovalores, pois, a obtenção das componentes principais depende somente da matriz de covariância ou da matriz de correlação, não dependendo da suposição de normalidade (JOHNSON; WICHERN, 1998). Dessa forma, o que ocorre quando a distribuição de probabilidades do vetor aleatório em estudo é normal p-variada, é que as CPs, além de serem não correlacionadas e independentes, têm distribuição normal (FRANÇA 2009).

Em geral, utilizam-se os componentes que conseguem sintetizar uma variância acumulada em torno de 70% da variância total dos dados, sendo um reflexo aceitável da variância original (MARDIA; KENT; BIBBY, 1979), porém Hair et al. (2005) sugerem que o número de componentes que representem 60% da variância acumulada, refletem uma ideia aceitável da variância original. Já o critério estabelecido por Kaiser (1958) propõe que os autovalores considerados variáveis significativas e fortemente associadas a uma CP permeiam em cargas maiores que 1. Para o presente estudo optou em adotar os critérios de Hair et al. (2005) e Kaiser (1958).

De posse as componentes principais (CPs), foi realizada a matriz de pesos ou *loadings* para verificação da contribuição dos parâmetros nas respectivas CPs, considerando adotar a mesma metodologia descrita no trabalho de Silva e Goveia (2019), em que uma variável é fortemente associada a um componente quando tem uma carga maior que 0,7 e razoavelmente associada com carga maior que 0,5.

Posteriormente, foi realizada a representação gráfica biplot das CPs retidas, com a finalidade de associar os pesos dos parâmetros com os ambientes e pontos amostrados, de modo que, o peso de um parâmetro corresponde à projeção do eixo deste, na direção da CP correspondente, sendo que quanto mais próximo à direção do eixo do parâmetro original da direção do eixo da CP, maior a influência de tal parâmetro no sistema.

A sistematização simplificada da ACP aplicada neste estudo segue apresentada na Figura 9.

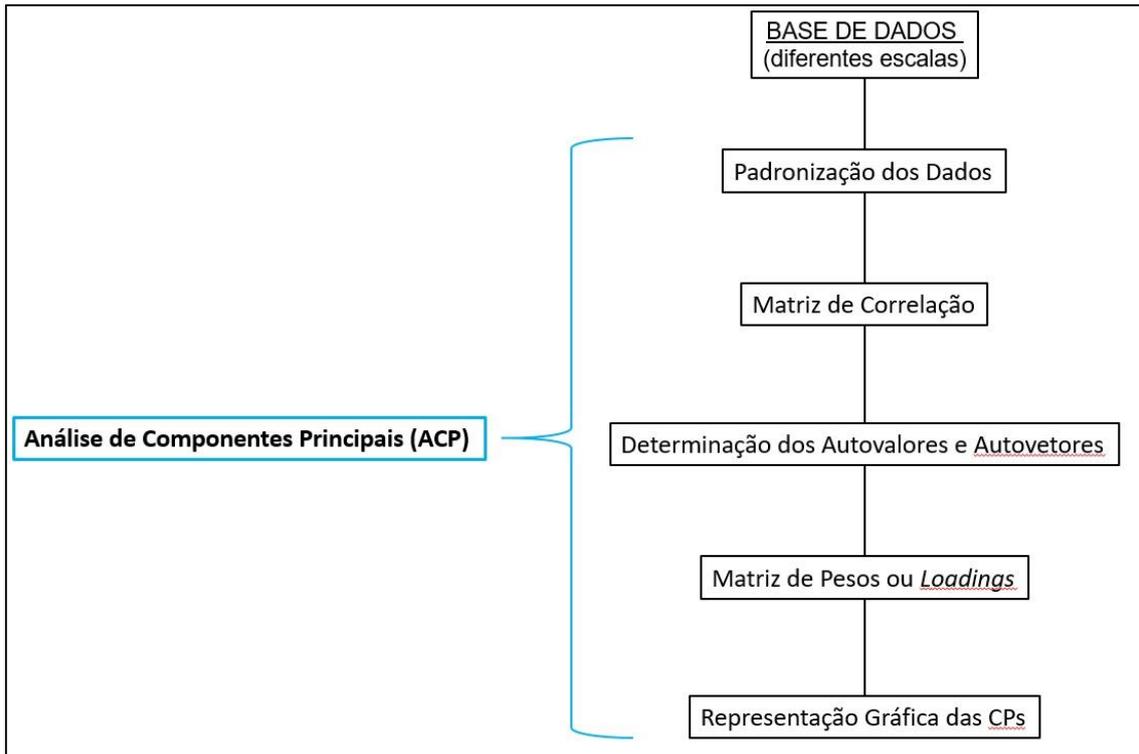


Figura 9 - Sistematização simplificada da ACP.

Além da ortogonalidade, uma das características principais da ACP é que as CPs são obtidas em ordem decrescente de máxima variância. Portanto, a primeira componente explica o máximo da variabilidade total dos dados; a segunda, explica o máximo de variabilidade dos dados restantes, não correlacionados com a primeira e assim sucessivamente (ANDRADE et al., 2007; GUEDES et al., 2012).

Os procedimentos relativos a ACP foram realizados no software estatístico R, versão 4.0.3 e no software PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001).

## 6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 - Uso e Ocupação do Solo

Conforme a elaboração dos mapas, foi possível determinar as classes de uso e ocupação do solo nos anos de 2010 (Figura 10) e 2019 (Figura 11), sendo as respectivas quantificações apresentadas na Tabela 6, de modo que na bacia 1 estão inseridos os ambientes SAF 2010 (1), SAF 2012 (2) e SMCN (4), na bacia 2, o SAF 2014 (3) e na bacia 3, o SPas (5).

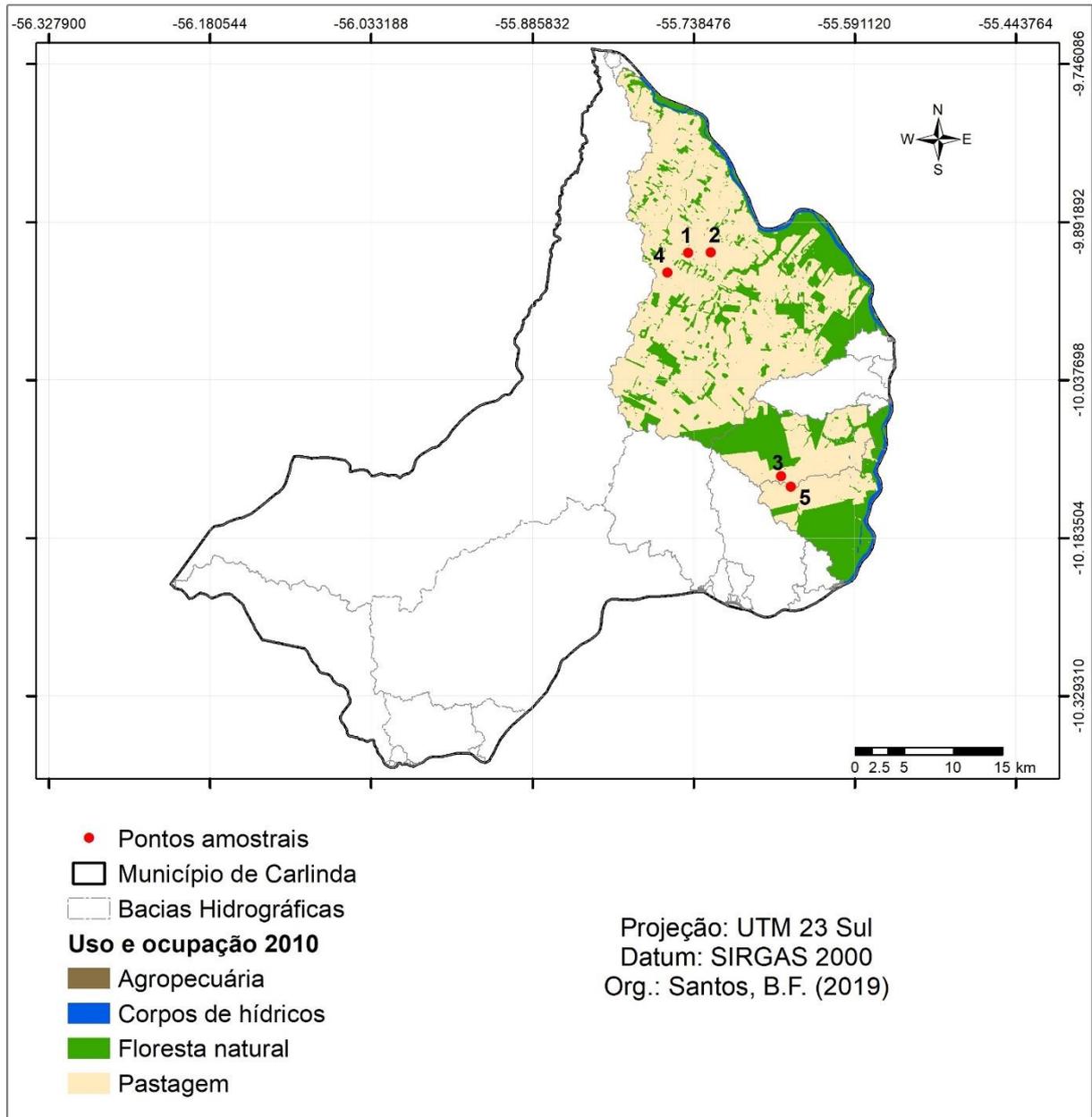


Figura 10 - Mapa temático de uso e ocupação do solo das bacias que estão inseridos os cinco ambientes estudados para o ano de 2010, Carlinda - MT.

Fonte: org.: Santos, B. F. (2019).

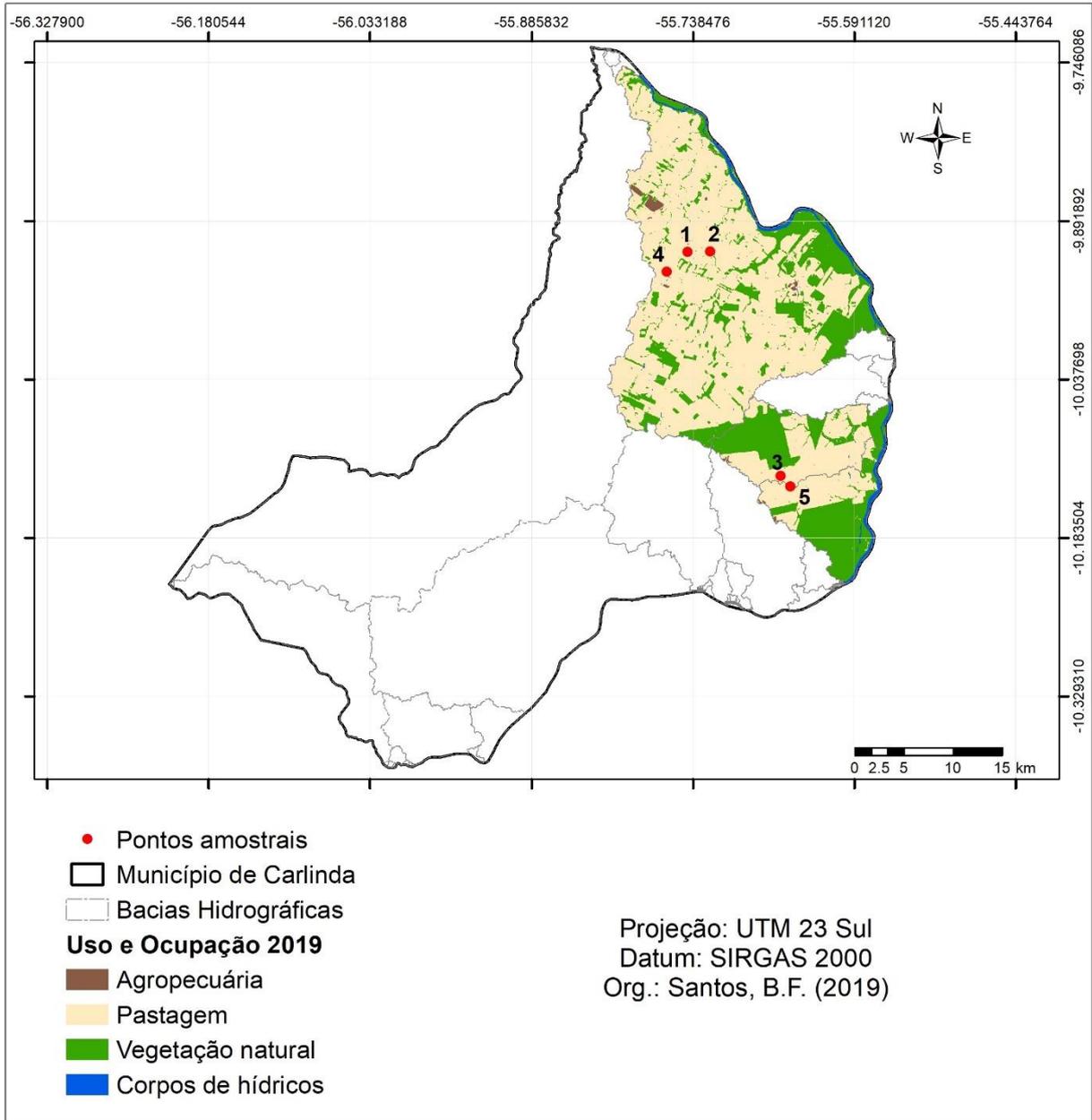


Figura 11 - Mapa temático de uso e ocupação do solo das bacias que estão inseridos os cinco ambientes estudados para o ano de 2019, Carlinda - MT.

Fonte: org.: Santos, B. F. (2019).

Tabela 6 - Quantificação das classes de uso e cobertura do solo das bacias que os ambientes estudados estão inseridos para os anos de 2010 e 2019, Carlinda - MT.

Classe	2010		2019	
	Área aproximada (km <sup>2</sup> )	% aproximada	Área aproximada (km <sup>2</sup> )	% aproximada
Vegetação Natural	12,860	23	12,001	21,3
Corpos hídricos	1,156	2	1,121	1,99
Pastagem	42,165	75	42,680	76
Agropecuária	229	0	391	0,69

**Bacia 1 - área aproximada 56.184 km<sup>2</sup>**  
**(SAF 2010 (1), SAF 2012 (2) e SMCN (4))**

**Bacia 2 - área aproximada 10.558 km<sup>2</sup>**

<b>(SAF 2014 (3))</b>				
<b>Classe</b>	<b>2010</b>		<b>2019</b>	
	<b>Área aproximada (km<sup>2</sup>)</b>	<b>% aproximada</b>	<b>Área aproximada (km<sup>2</sup>)</b>	<b>% aproximada</b>
Vegetação Natural	4,365	41,3	4,367	41,3
Corpos hídricos	145	1,4	135	1,2
Pastagem	6,047	57,2	6,026	57
Agropecuária			28,7	0,2
<b>Bacia 3 - área aproximada 8.907 km<sup>2</sup></b>				
<b>(SPas (5))</b>				
<b>Classe</b>	<b>2010</b>		<b>2019</b>	
	<b>Área aproximada (km<sup>2</sup>)</b>	<b>% aproximada</b>	<b>Área aproximada (km<sup>2</sup>)</b>	<b>% aproximada</b>
Vegetação Natural	4,649	52,1	4,672	52,4
Corpos hídricos	545	6,1	534	6
Pastagem	3,713	41,7	3,666	41,1
Agropecuária			35	0,4

Para a classe de uso e ocupação do solo “vegetação natural”, verificou-se que entre 2010 a 2019 houve uma redução de área (km<sup>2</sup>), cerca de 2%, na bacia 1 e aumento pouco significativo nas bacias 2 e 3. A análise temporal da classe “corpos hídricos” apresentou redução nas três bacias: 2% para 1,99% na bacia 1, 1,4% para 1,2% na bacia 2 e 6,1% para 6% na bacia 3. A classe “pastagem” na bacia 1 em 2010 era de 75% e passou para 76% em 2019, nas bacias 2 e 3 houve redução, sendo 57,2% em 2010 para 57% em 2019 e 41,7% em 2010 para 41,1% em 2019, respectivamente. Para a classe “agropecuária” foi possível constatar que, de certa forma, nas três bacias ocorreu a implementação dessa atividade como uso do solo, já que em 2010 o percentual era de 0% na bacia 1 ou inexistente nas bacias 2 e 3 e em 2019 passou para 0,69%, 0,2% e 0,4%, respectivamente.

Contudo, é possível identificar que os sistemas naturais: vegetação e corpos hídricos estão regredindo em tamanho de área (km<sup>2</sup>), isso pode estar relacionado com o aumento do uso e ocupação solo para atividades ligadas ao setor agropecuário, pois segundo Bonjour et al. (2008), a pecuária extensiva é a principal atividade econômica da região e essas atividades têm como característica a necessidade de grandes extensões de terra para a criação de gado.

Na análise temporal de uso da terra e cobertura vegetal do município de Carlinda/MT nos anos de 1994, 2004 e 2010, Caioni (2015) verificou que as áreas florestadas foram reduzidas em cerca de 37% de 1994 para 2010, sendo inversamente o aumento percentual da classe pastagem plantada, aproximadamente,

35%. Esses cenários foram explicados pelos desmatamentos decorrentes do processo de colonização, urbanização e aumento da pecuária extensiva, além dos altos índices de queimadas ocorridos no município durante o relativo período do estudo (CAIONI et al., 2014).

Oka-Fiori, Fiori e Hasui (2003) avaliaram a dinâmica ambiental da ocupação do solo da bacia do rio Itiquira localizado no estado de MT, entre os anos de 1966 e 1996 e constataram que a bacia do rio Itiquira sofreu grande impacto no uso e ocupação do solo, de modo que o total das áreas ocupadas pela vegetação natural (matas e cerrados) em 1966 era de 90,64%, foi reduzida para 60,57% em 1985 e para apenas 36,66% em 1996. Já agricultura e pastagem, que ocupavam apenas 0,52% do total da área em 1966, passaram a ocupar 34,89% em 1985 e 59,04% em 1996.

Moura et al. (2009) realizaram uma análise temporal (anos de 1997 e 2009) da dinâmica do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Rio Jauru, estado de Mato Grosso e concluíram que no período de 12 anos a vegetação nativa foi suprimida em 9,13%, correspondendo a uma área de 1.105,349 km<sup>2</sup>. Santos (2017) identificou que a área de floresta da bacia hidrográfica do Rio Xingu, reduziu expressivamente no período de 1986 a 2017, pois passou de 105.650,8 km<sup>2</sup> em 1986, para 81.560,3 km<sup>2</sup> em 2017.

Logo, conforme o cenário apresentado pela análise temporal de uso e ocupação do solo foi possível observar que existe uma tendência de redução das áreas de vegetação natural e corpos hídricos, em virtude da ocupação do solo para atividades agrícolas e agropecuárias. A isso, pode estar atrelado os processos de colonização e urbanização, além dessas atividades representarem as fontes econômicas do município de Carlinda.

## 6.2 - Croquis

Os croquis ilustrados nas figuras abaixo apresentam os sistemas estudados, através de observações a campo. Assim, a Figura 12 representa o SAF 2010, nela é possível verificar que os SAF implantados pelo projeto do IOV estão ocupando às margens de dois pontos amostrais. Também, cabe ressaltar que os SAF estão envolvidos por áreas que predominam pastagens, além disso, no escoamento natural do curso d'água existe uma retenção conduzida por manilhas que passam por baixo da estrada da propriedade. Isso, propicia a retenção da água no ponto 1, formando

um ambiente com características lânticas, servindo como área de bebedouro para o gado quando épocas de escassez, segundo relatos do agricultor. Ainda, cabe observar que do ponto 2 para o ponto 3 foram observadas pequenas vertentes de água que somam ao curso principal analisado.

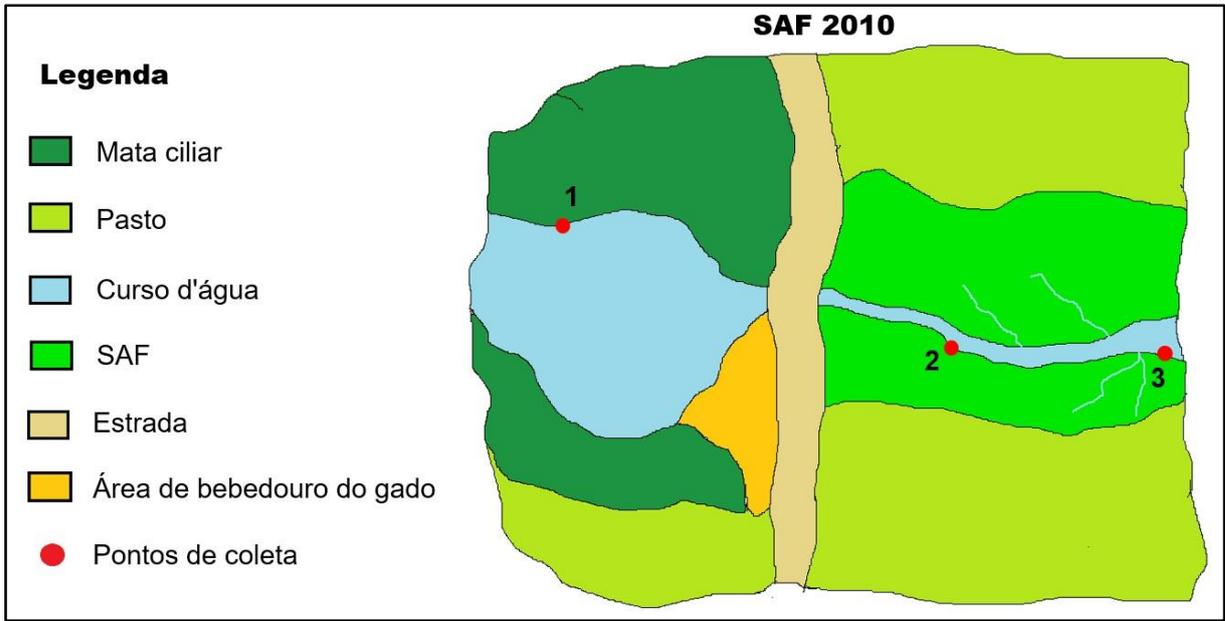


Figura 12 - Desenho do croqui da propriedade (SAF 2010), Carlinda - MT.

As características do SAF 2012, apresentadas pelo croqui na Figura 13, expressam que o SAF e o riacho estão inseridos numa paisagem, predominantemente, ocupada por pastagem. Também é possível observar a limitação das áreas de vegetação contidas por barreiras físicas, nesse caso, barreiras impostas pelas estradas.

Dentre os ambientes estudados, O SAF 2012 é o único com a área de SAF inteiramente cercada. Outra situação constatada a campo foi referente a ocupação das samambaias de metro (*Polypodium persicifolium* Desv.) nos pontos 2 e 3, tal constatação demonstra sinais do aporte nutrientes no curso d'água, sendo esse cenário discutido abaixo pelas avaliações dos parâmetros de qualidade da água.

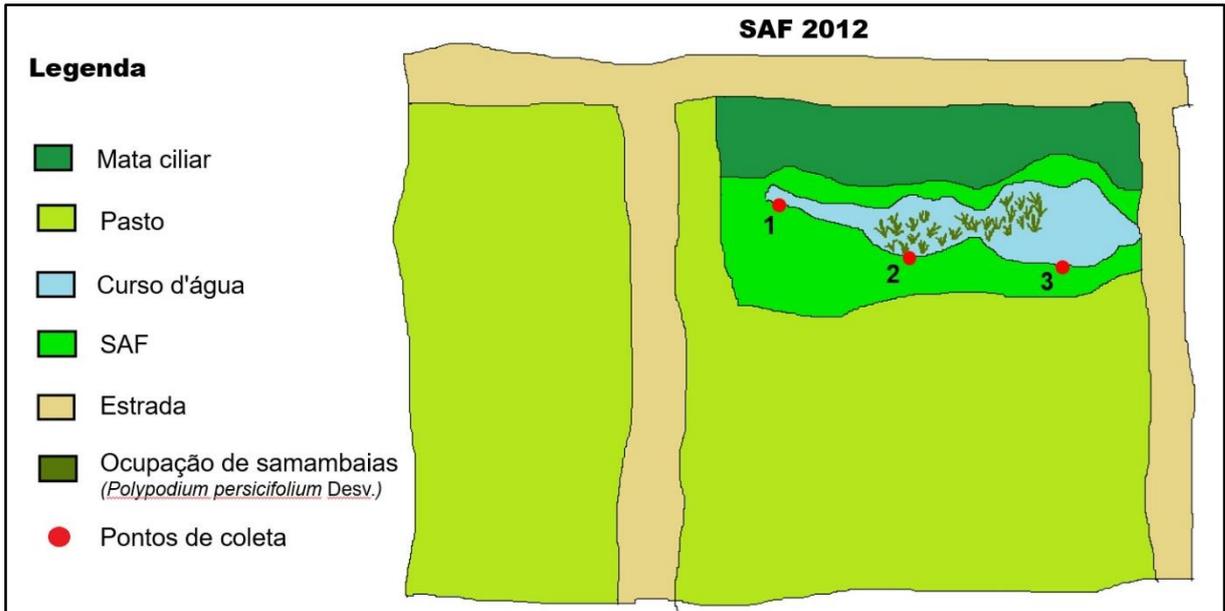


Figura 13 - Desenho do croqui da propriedade (SAF 2012), Carlinda - MT.

No SAF 2014 os SAF foram implantados em apenas uma das margens do corpo hídrico (Figura 14). Foi identificado que apenas o ponto 1 existe o cercamento que limita o acesso do gado. Segundo a agricultora, quando está em época de escassez de chuvas e falta água para dessedentação dos animais, o acesso ao curso d'água no ponto 2 é liberado, servindo como área de bebedouro.

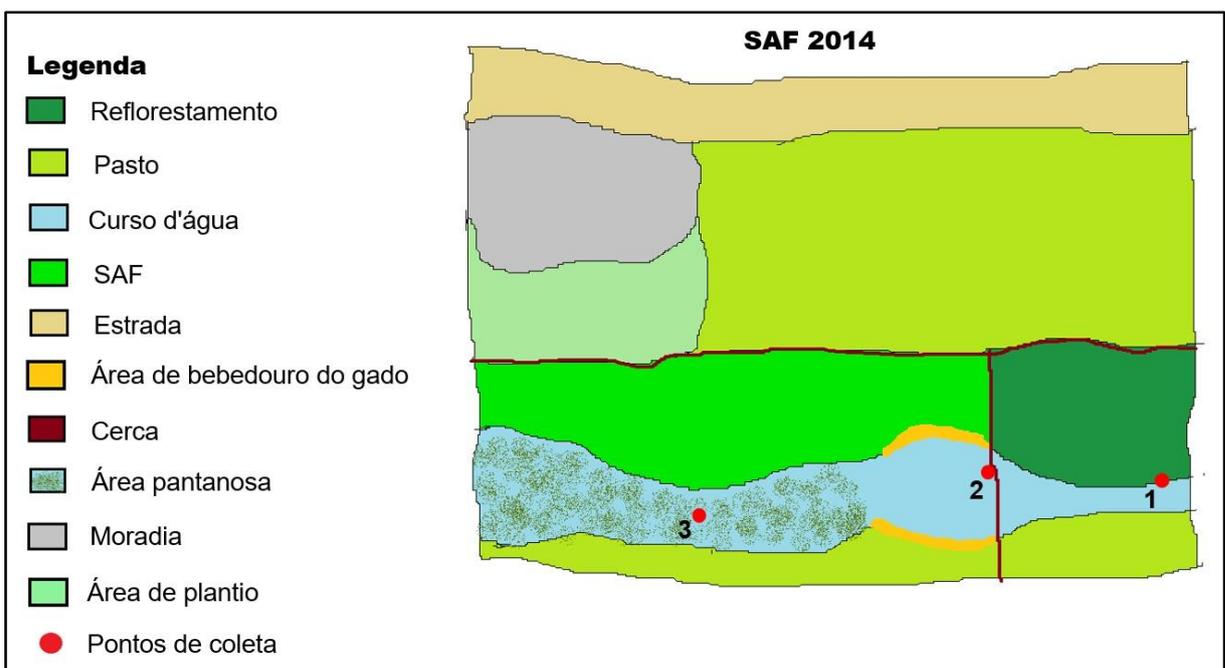


Figura 14 - Desenho do croqui da propriedade (SAF 2014), Carlinda - MT.

O SMCN apresenta uma área de vegetação ciliar limitada pela estrada. Segundo a LPVN (Lei 12.651/2012) nas APPs, a largura mínima de faixa de vegetação para cursos d'água de menos de 10 (dez) metros deve ser de 30 (trinta) metros. No SMCN foi observada que a faixa de vegetação na parte superior do croqui (Figura 15), pode até corresponder ao que está disposto na lei, porém a faixa de vegetação na margem inferior do riacho não corresponde, pois, a mata ciliar está limitada pela estrada rural. Foi observada que a água escorre por manilhas passando por baixo da estrada em direção a outra propriedade (ponto 3). Verificou-se também que não existe o cercamento do corpo hídrico, dessa forma o gado tem livre acesso ao ambiente.

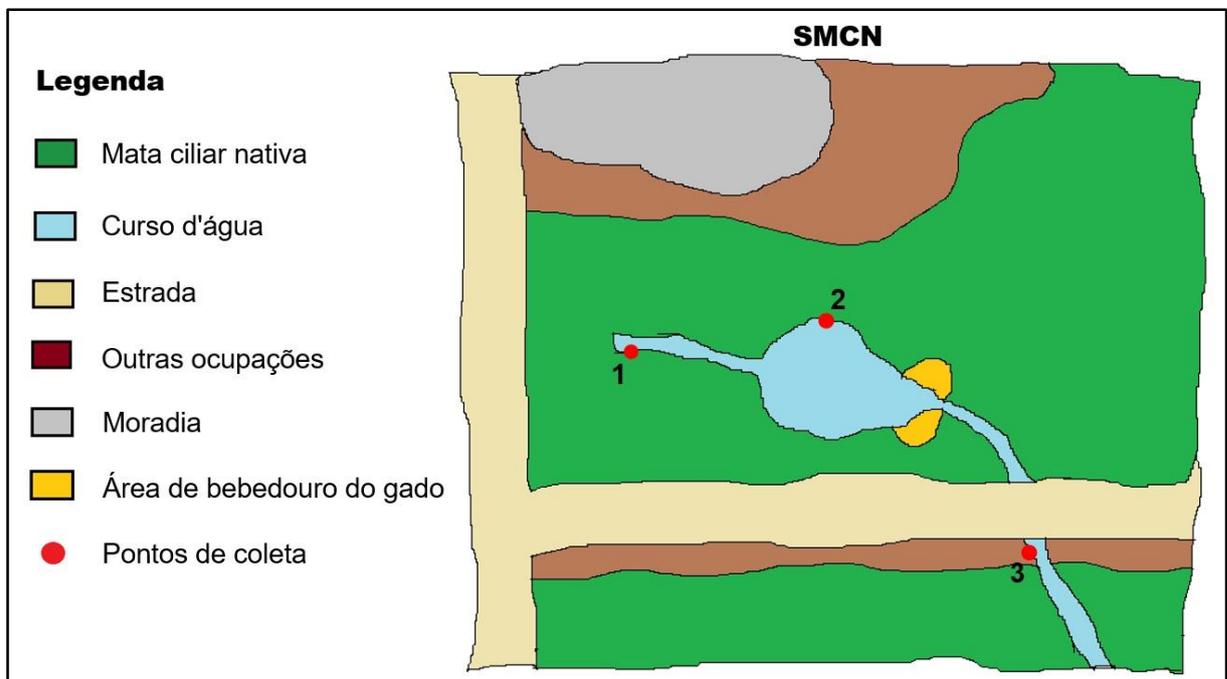


Figura 15 - Desenho do croqui da propriedade (SMCN), Carlinda - MT.

No SPAs, foi observado que o corpo hídrico não está cercado. O gado tem livre acesso a todos os pontos do transecto avaliado. Apesar da pastagem predominar, segundo o agricultor, tanto na pastagem, como no solo não foram empregados nenhum tipo de manejo em anos, ou seja, o ambiente tem uma característica de área de pousio. Além disso, após o ponto 3, foi levantada uma barreira para o represamento da água, esta que tem diversas utilidades, sobretudo serve para dessedentação dos animais em períodos mais secos (Figura 16).

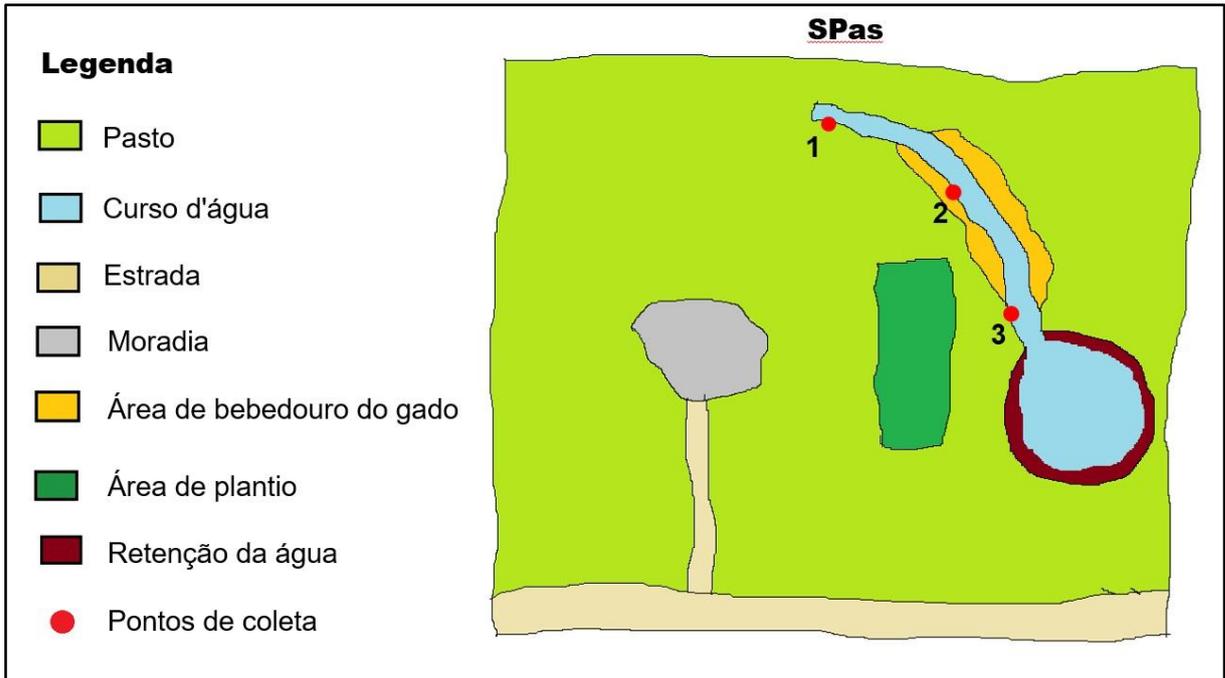


Figura 16 - Desenho do croqui da propriedade (SPas), Carlinda - MT.

De forma singular, os croquis apresentados acima serviram para situar as características encontradas a campo, permitindo olhar o todo das configurações das propriedades e dos ambientes em foco, dessa forma orientam os apontamentos das outras ferramentas.

### 6.3 - Avaliação da Integridade Ambiental de Rios

Os resultados das duas avaliações das características físicas e ambientais dos cinco ambientes estudados, por meio da aplicação do protocolo RCE, seguem apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 - Resultados das aplicações do protocolo RCE (2018 e 2019).

Parâmetros	SAF 2010		SAF 2012		SAF 2014		SMCN		SPas	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
1 - Padrão de uso da terra	20	20	20	20	10	10	20	30	10	10
2 - Largura da mata ciliar	30	30	20	20	5	5	20	20	1	1
3 - Integridade da zona de mata ciliar	20	20	5	1	5	5	5	5	5	1
4 - Estado mata ciliar (faixa de 10 m)	5	5	5	5	5	5	15	15	1	1
5 - Estruturas de retenção	10	10	1	5	5	1	5	10	5	1
6 - Estrutura do canal	10	10	1	1	1	1	1	5	1	5
7 - Sedimentos no canal	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
8 - Estrutura da margem	15	5	25	15	1	5	5	1	5	5

<b>9 - Escavação da margem</b>	15	5	5	5	5	5	1	5	5	5
<b>10 - Substrato pedregoso</b>	5	1	1	5	1	5	1	1	1	1
<b>11 - Leito do rio</b>	5	5	1	15	1	1	1	1	1	1
<b>12 - Corredeira e remansos</b>	10	10	10	10	5	5	10	1	10	10
<b>13 - Vegetação aquática</b>	5	5	10	10	5	5	1	1	5	5
<b>14 - Peixes</b>	1	10	1	1	1	1	1	1	10	10
<b>15 - Detritos</b>	15	25	25	10	1	1	25	10	10	5
<b>16 - Macrobentos</b>	15	5	1	1	5	1	15	1	15	5
<b>Pontuação total</b>	<b>186</b>	<b>171</b>	<b>136</b>	<b>129</b>	<b>61</b>	<b>61</b>	<b>131</b>	<b>112</b>	<b>90</b>	<b>72</b>

Dessa maneira, observa-se que o SAF 2010 recebeu as maiores pontuações em ambas as aplicações. A primeira aplicação resultou em 186 pontos e a segunda em 171 pontos e com isso, a integridade ambiental do SAF 2010 foi classificada como boa (score 154-223), conforme proposto por Petersen (1992).

Os parâmetros "padrão de uso da terra (1)", "largura da mata ciliar (2)" e "integridade da zona de mata ciliar (3)" são colocados no RCE com os maiores pesos e foram associados ao SAF 2010 com boas pontuações.

No entanto, houve uma pequena queda na pontuação de um ano para o outro, sendo essa relação explicada por parâmetros mais instáveis, susceptíveis a ligeiras mudanças e perturbações, como exemplo, o parâmetro "escavação da margem" e a susceptibilidade de erosão pela ação das chuvas, bem como o parâmetro "macrobentos" que avalia os macroinvertebrados presentes na água no momento da observação.

A terceira maior pontuação foi observada na primeira aplicação do SAF 2012, que resultou em 136 e classificou o ambiente com integridade ambiental regular, sendo mantida a mesma classificação para a segunda aplicação, resultante em 129 pontos (score 86-153). Foram identificadas que as menores pontuações são referentes aos parâmetros estruturais do riacho, tais como: "estrutura do canal", "estruturas de retenção", "substrato pedregoso". Essa constatação corrobora com os resultados indicados pelos parâmetros de qualidade da água, pois foram verificados aportes de N total, P total, material alóctone no corpo hídrico, ou seja, como o ambiente não apresenta boas condições estruturais de retenção, torna-se susceptível a erosão e conseqüentemente, ao carreamento desses nutrientes, pela ação dos ventos e das chuvas, para o corpo hídrico.

Na Figura 17, seguem apresentadas características de baixa integridade ambiental constatadas no SAF 2012, tais como: arraste de sedimento (a), lâmina d'água rasa e fundo arenoso (b), erosão nas margens (c).

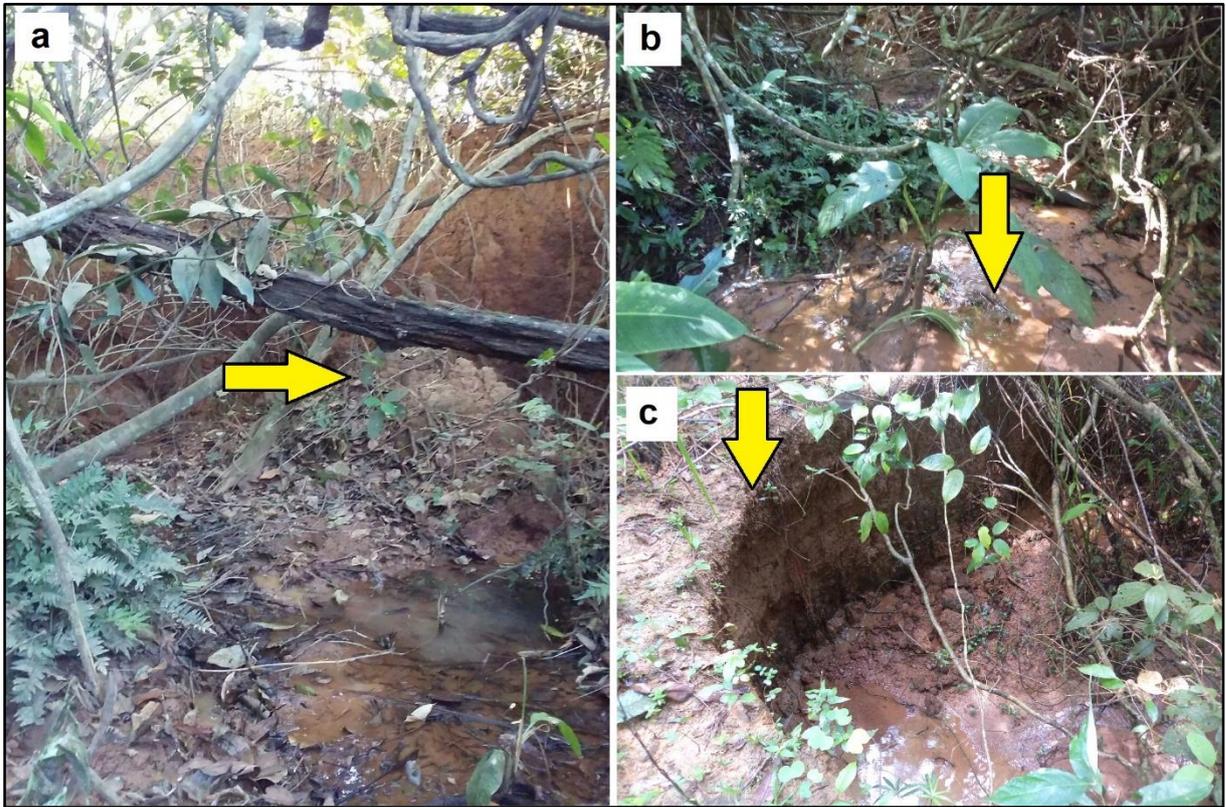


Figura 17 - Características de baixa integridade ambiental observadas no SAF 2012.  
Fonte: acervo do autor (2021).

O SMCN recebeu 131 pontos na primeira aplicação e 112 pontos na segunda aplicação, resultando assim em uma condição regular de integridade ambiental. Apesar do ambiente apresentar condições satisfatórias de vegetação ciliar, quando comparadas aos demais ambientes, foram constatadas diversas características que atribuíram pontuações baixas, tais como: margens instáveis (Figura 18a), processos erosivos que acometem substrato arenoso no leito e formações de bancos de areia resultantes em processos de assoreamento (Figura 18b), além disso, foram observadas poucas plantas aquáticas e não foram observados peixes.



Figura 18 - Características de impactos negativos observados no SMCN.  
Fonte: acervo do autor (2021).

Outras características peculiares do ambiente SMCN são atribuídas a intervenção antrópica, pois há uma estrada de terra que corta a ligação natural entre o ponto II e o ponto III, dessa forma, a água é escoada por manilhas que passam por baixo da estrada, além disso, a imposição da estrada é uma limitação da área de mata. Também foi observado deposição de lixo doméstico em um ponto próximo da

nascente (Figura 19), em situação de declividade elevada em relação ao corpo hídrico, sendo esta uma situação alarmante pelo possível arraste desses materiais para o ambiente aquático.



Figura 19 - Deposição de lixo doméstico em área próxima à nascente.  
Fonte: acervo do autor (2021).

O SPas ocupou a quarta posição na classificação do RCE, dentre os ambientes estudados, sendo que a primeira aplicação resultou em 90 pontos e classificou o nível de integridade ambiental como regular e a segunda aplicação atribuiu 72 pontos ao SPas e classificou o ambiente como pobre (score 16-85 pontos). Essa condição é explicada pelo uso da terra agrícola e pela ausência de vegetação ciliar, visto que o RCE atribuí grande importância a esses dois parâmetros (maiores pesos).

O SAF 2014 foi o ambiente com as pontuações mais baixas em ambas as aplicações (61 pontos), isso resultou em uma integridade ambiental pobre. Parâmetros como “estrutura do canal”, “leito do rio”, “peixes” e “detritos” tiveram pontuações mínimas e parâmetros relativos à mata ciliar também apresentaram baixas pontuações.

No SAF 2014, as gramíneas representam a formação vegetal predominante, as espécies arbóreas mais desenvolvidas não ultrapassam 2 metros e, segundo relatos da agricultora proprietária, o sistema sofre com a escassez de água, sendo este o motivo para construção de duas barragens entre o curso d'água, que servem para dessedentação do gado.

Vale destacar que as aplicações do protocolo RCE possibilitaram identificar uma queda na integridade ambiental dos sistemas de um ano para o outro, porém as pontuações mantiveram os sistemas nas mesmas classes, em ambas as aplicações, com exceção do SPas que foi classificado com regular em 2018 e pobre em 2019. Esse cenário apresenta coerência com o que foi constatado na análise temporal de uso e ocupação do solo, ou seja, mesmo de formas diferentes, as ferramentas apontaram aspectos de degradação nos ambientes.

#### 6.4 - Comparação Frente aos Padrões da Resolução CONAMA nº 357/2005

A resolução CONAMA nº 357/05 estabelece como padrão, para rios de primeira ordem, valores de pH entre 6 a 9. Conforme a Tabela 8, foram encontrados valores inferiores aos padrões, porém, em todas as análises, foram registrados valores próximos da normalidade. O menor valor encontrado foi 5,38 e refere-se ao ponto II do SMCN, no período chuvoso.

Tabela 8 - Valores brutos de pH obtidos das aferições a campo com indicação dos resultados desconformes em vermelho, segundo a resolução CONAMA nº 357/05.

Períodos	pH															CONAMA nº 357/05
	SAF 2010			SAF 2012			SAF 2014			SMCN			SPas			
	Pontos			Pontos			Pontos			Pontos			Pontos			
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
1º Seco	6,58	6,5	6,63	7	6,62	6,64	6,58	6,49	6,7	6,06	6,3	5,96	6,92	6,55	6,89	
1º Chuvoso	5,59	5,8	6,1	6,03	6,64	6,52	5,88	5,84	5,9	5,43	5,38	5,89	5,89	6	5,72	
2º Seco	6,1	6,6	6,2	5,5	6,6	6,3	7,1	6,8	6,8	6,06	6,5	5,96	5,9	7,38	7,2	6,0 a 9,0
2º Chuvoso	6,6	6,02	6,17	6,05	6,47	6,58	6,13	5,95	6,06	6,33	6,4	6,17	6,21	6,5	6,33	
3º Seco	7,8	6,7	5,9	5,8	6,3	7,3	6,84	6,64	6,75	6,06	6,3	5,96	6,8	6,6	7,1	
MÉDIA	6,53	6,32	6,2	6,07	6,52	6,66	6,5	6,34	6,44	5,98	6,09	5,98	6,34	6,6	6,64	

Em estudo sobre os aspectos da biogeoquímica dos rios Teles Pires e Cristalino, em Sinop/MT, Moreira (2011) também encontrou valores de pH levemente

ácidos na época de chuva e valores próximos à neutralidade no período de estiagem. Situação semelhante foi constatada no trabalho de Prado, Dores e Figueiredo (2017) que ao avaliarem as condições físicas e químicas do rio Teles Pires (MT), verificaram que alguns pontos apresentaram valores de pH abaixo do limite mínimo estabelecido pelo Resolução Conama 357/05, demonstrando caráter levemente ácido das águas e relação com às condições hidrogeoquímicas da bacia. Godoi (2004), em estudo de levantamento de espécies de um afluente do rio Teles Pires, no município de Carlinda, observou valores de pH entre 5 e 6,8, portanto, semelhantes aos valores de pH encontrados neste trabalho.

O pH é uma importante variável ambiental e de difícil interpretação diante de muitos fatores que podem influenciá-lo, de modo que, valores de pH distante da amplitude de neutralidade podem afetar a vida aquática e os valores elevados estão associados a proliferação de algas (VON SPERLING, 2005).

O parâmetro OD apresentou diversos resultados fora dos padrões (Tabela 9). Os SAF foram os ambientes que mais registraram baixos teores de OD. Tais resultados expressam uma delicada condição da qualidade da água, dado que o OD é o elemento principal no processo metabólico dos organismos aeróbicos, sendo assim, fundamental na dinâmica e autodepuração dos ambientes aquáticos (PIVELI; KATO, 2006; VALENTE et al., 1997), ou seja, indica a capacidade de um corpo d'água em manter a vida aquática (CETESB, 2009).

Tabela 9 - Valores brutos de OD obtidos das aferições a campo com indicação dos resultados desconformes em vermelho, segundo a resolução CONAMA nº 357/05.

Períodos	OD (mg/L)															CONAMA nº 357/05
	SAF 2010			SAF 2012			SAF 2014			SMCN			SPas			
	Pontos			Pontos			Pontos			Pontos			Pontos			
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
1º Seco	0,8	7,7	2,7	2,6	0,5	1,1	1	1,1	0,5	0,7	0,7	0,7	6,1	9,2	8,9	
1º Chuvoso	5,5	5,5	5,2	6,9	3,3	3,8	6,6	5,3	5,4	5,3	3,1	6,1	7,2	7,6	6,8	
2º Seco	4,5	9,4	4,6	5,7	3,5	1,7	5,4	5,2	4	0,7	1,4	0,7	7,1	7,1	6,8	> 6 mg/L
2º Chuvoso	3,5	5,7	5,7	6,4	4	4,7	6	4,1	5,9	6,3	7,2	4,5	5,6	4,5	6,2	
3º Seco	5,6	8,1	2,8	5,3	2,2	2,1	3,2	3,2	2,3	0,7	2,8	0,7	8,1	9,4	6,7	
MÉDIA	3,98	7,28	4,2	5,38	2,7	2,68	4,44	3,77	3,61	2,74	3,04	2,54	6,82	7,56	7,08	

Essa baixa concentração de OD pode ser resultante do cenário em que a maioria dos pontos amostrais apresentaram lâmina d'água rasa de fluxo hídrico

escasso e, a isso pode estar atrelado a deposição de matéria orgânica e os valores de temperatura elevados, característicos da região e do bioma amazônico.

Ao avaliarem o OD e a temperatura em ambientes aquáticos da região amazônica, Shánchez-Botero, Garcez e Lobón-Cerviá (2001) encontraram temperaturas variando entre 24,4 a 30,6 °C e valores de OD inferiores a 0,5 mg/L. O estudo de Silva et al. (2008) no rio Purus, na parte amazônica, apontou que OD estava abaixo do estipulado pela Resolução CONAMA 357/05 em 42% das amostras.

Outra observação refere-se aos ambientes SAF 2012, SAF 2014 e SMCN apresentarem menores valores de OD no período seco e maiores valores no período chuvoso. Segundo Vieira (2000), essa constatação se deu porque a maior movimentação da água no período chuvoso promove maior valor de OD. Tal característica sazonal semelhante foi encontrada no trabalho de Smerman (2007), que registrou variação de OD entre 1,3 mg/l até 5,6 mg/L, no período seco e variação de OD entre 3,9 mg/L até 6,9 mg/L, no período chuvoso. Ao avaliarem a qualidade da água das microbacias dos rios Jardim e Mutari, no extremo sul da Bahia, Bifano et al. (2020) constataram que 75% das análises de OD apresentaram valores inferiores a 5,0 mg/L.

Níveis críticos de OD, geralmente, estão relacionados a ambientes antropizados, onde ocorre lançamento direto de matéria orgânica e outras substâncias. Evangelista (1993) alega que as concentrações dependem da temperatura e pressão, tendo como principais fontes a atmosfera, a fotossíntese e como fatores de redução, a decomposição de matéria orgânica, reabsorção atmosférica, respiração de organismos aquáticos e oxidação de íons metálicos.

Outro fator a ser considerado em relação ao OD refere-se à variação diária. Esteves (1998) discorre que dentre as variáveis que apresentam maiores variações diárias, destaca-se o OD, devido ao direto envolvimento com a fotossíntese, a respiração e/ou decomposição, sendo estas variações diretamente ligadas com o fotoperíodo, a intensidade luminosa e a temperatura, além de outros fatores como os ventos e as chuvas.

Os resultados do parâmetro temperatura seguem apresentados na Tabela 10, porém a referida resolução não estabelece valores padrões para tal parâmetro.

Tabela 10 - Valores brutos do parâmetro temperatura, obtidos das aferições a campo.

Períodos	Temperatura (°C)
----------	------------------

	SAF 2010			SAF 2012			SAF 2014			SMCN			SPas			CONAMA nº 357/05
	Pontos			Pontos			Pontos			Pontos			Pontos			
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
1º Seco	23,0	22,4	22,7	25,0	23,8	25,8	24,5	26,3	26,5	23,5	23,0	23,3	20,0	22,1	23,1	
1º Chuvoso	30,3	29,0	28,8	26,6	28,8	29,6	29,0	29,3	29,3	26,0	26,0	26,6	27,8	28,8	27,8	
2º Seco	28,6	27,8	29,5	24,4	24,8	26,7	30,9	35,3	30,2	23,5	26,0	23,3	27,3	26,2	26,4	*
2º Chuvoso	27,0	27,0	27,5	26,5	26,7	28,1	28,0	27,7	29,2	26,9	27,0	27,2	25,8	25,7	26,2	
3º Seco	25,9	25,6	24,7	25,7	23,7	26,2	27,7	30,8	28,3	23,5	26,5	23,3	26,1	29,0	24,2	
MÉDIA	26,9	26,3	26,6	25,6	25,5	27,2	28	29,8	28,7	24,6	25,7	24,7	25,4	26,3	25,5	

Nota: \* = A Resolução CONAMA nº 357/05 não estabelece um limite para a variável.

O ponto II do SAF 2014, no segundo período seco, registrou o maior valor de temperatura (35,3 °C). No local foram observadas diversas características que explicam o valor encontrado, tais como: ausência de vegetação ciliar, lâmina d'água rasa com empossamento, substrato arenoso e ainda, o ponto ser lugar de bebedouro para o gado (Figura 20). Apesar do segundo período seco apresentar alguns dos maiores valores registrados, é possível notar uma certa distinção sazonal do parâmetro temperatura, de modo que os períodos chuvosos concentraram boa parte dos maiores valores e os períodos secos os menores. Assim, os resultados obtidos para essa variável, estão dentro do esperado para a condição climática da região, cujo clima é considerado tropical chuvoso, com nítida estação seca de altas temperaturas.



Figura 20 - Condições encontradas no ponto II do SAF 2014, período seco, agosto de 2018, Carlinda - MT.

Fonte: acervo do autor (2021).

Os valores do parâmetro CE seguem apresentados na Tabela 11. Ribeiro et al. (2005) descrevem que a CE corresponde à medida da capacidade dos íons presentes

na água conduzir eletricidade e cresce proporcionalmente ao aumento da concentração de sais.

Tabela 11 - Valores brutos do parâmetro CE, obtidos das aferições a campo.

Períodos	CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ )															CONAMA nº 357/05
	SAF 2010			SAF 2012			SAF 2014			SMCN			SPas			
	Pontos			Pontos			Pontos			Pontos			Pontos			
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
1º Seco	20,3	28,1	20	20,2	75,8	42,3	23,1	60,8	27,9	75,8	92,4	84,1	22,3	39,1	34,3	
1º Chuvoso	15,2	18,7	21	18,6	36	30,9	13,8	12,9	12,7	23,4	43,6	45,6	18,7	19,7	16,9	
2º Seco	19,4	30	21,5	20,3	45,8	49,6	16,5	14,8	28,3	75,8	97,3	84,1	31	43,1	40,8	*
2º Chuvoso	18,4	16,5	14,9	18,2	31	41,7	11,7	11,3	11,3	16,3	18,4	18,5	26,3	36,6	29,5	
3º Seco	21	53,1	24,3	27,3	44,5	44,5	19,8	37,8	28,1	75,8	109,9	84,1	33,2	42,6	47,8	
MÉDIA	18,8	29,2	20,3	20,9	46,6	41,8	16,9	27,5	21,6	53,4	72,3	63,2	26,3	36,2	33,8	

Nota: \* = A Resolução CONAMA nº 357/05 não estabelece um limite para a variável.

Assim como a temperatura, a Resolução CONAMA 357/05 não estabelece valores padrões para CE. No entanto, segundo a CETESB (2009) valores de CE acima de  $100 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$  podem apresentar características de ambientes impactados.

O ponto II do SMCN, no terceiro período seco, registrou o valor da CE em  $109,9 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ . Esse ponto em específico, apresenta características lânticas durante o período seco, de modo que a nascente localizada no ponto I é intermitente e estava seca no segundo e terceiro período seco. Por este motivo, o ponto II do SMCN apresentou características lânticas, ou seja, a água estava empoçada e se concentrou após a seca da nascente (Figura 21).



1º Seco	25	5,3	5	7,6	300	15	13	50	2,7	40	40	40	7,6	22	12	
1º Chuvoso	32,9	22,1	7,59	9,04	19,4	4,7	4,7	5,42	14,1	16,1	132,7	89,9	7,59	11,8	11,9	
2º Seco	53,8	19	7,05	4,16	6,33	23,1	4,7	49,1	11	40	52,9	40	20,6	14,1	17,3	Até 40 UNT
2º Chuvoso	37,9	22	15,1	6,47	22,9	15,2	13,3	8,45	18,6	40,2	57,3	13,1	15,6	11,7	11,1	
3º Seco	5,32	5,67	8,43	9,77	166	13,2	8,85	49,6	6,85	40	39,7	40	12,4	12,3	13,7	
MÉDIA	30,98	14,81	8,63	7,4	102,9	14,24	8,91	32,5	10,65	32,25	64,52	44,59	12,75	14,37	13,20	

O SMCN ficou em destaque, por apresentar quatro resultados em desconformidade, sendo três deles registrados no ponto II. A mesma situação foi apontada no ponto II do SAF 2014, ou seja, foram encontrados três resultados acima do permitido pela referida resolução. No entanto, o maior valor de turbidez encontrado, 300 UNT, refere-se ao ponto II do SAF 2012, no primeiro período seco.

A APHA (1995) e Ferreira, Rocha e Figueiredo (2015) descrevem que valores altos de turbidez estão intimamente relacionados à existência de material orgânico e argilas suspensas na água, sendo que, a agregação destes componentes dá origem a coloides que interferem na penetração da luz. Diante disso, conforme observado na Figura 22, o ponto II do SAF 2012, tinha como característica ser uma área alagada, pantanosa, com predominância de samambaias de metro (*Polypodium persicifolium* Desv.) por todo ponto. Esta característica dificultou as análises e coletas, uma vez que foi necessário abrir um espaço entre as plantas para encontrar água e, mesmo com cautela para não interferir nas análises é possível que tenha ocorrido uma movimentação na água e isso pode ter acarretado no maior valor de turbidez encontrado.



Figura 22 - Características do ponto II do SAF 2012, com seta em amarelo indicando o espaço aberto entre a vegetação, além da predominância de samambáias de metro, Carlinda - MT.  
Fonte: acervo do autor (2021).

A comparação entre os períodos indicou que os períodos de estiagem tiveram registros de turbidez mais elevada, isso pode estar relacionado com a ação do pisoteio do gado nas margens, uma vez que esses animais procuram as sombras das árvores para se abrigar das altas temperaturas e para dessedentação.

Resultados semelhantes foram constatados por Aguiar, Peleja e Sousa (2014) ao avaliarem a qualidade da água em microbacias com agricultura nos municípios de Santarém e Belterra - PA, de modo que a turbidez demonstrou aumento durante a estação seca em comparação com a estação chuvosa.

O N total analisado neste trabalho foi comparado aos padrões de N amoniacal total, estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05.

Alguns valores acima dos padrões foram encontrados, porém, a situação notável refere-se aos altos teores de N total registrados no segundo período seco, que com exceção do ponto I do SAF 2010, os demais tiveram valores desconformes (Tabela 13). O maior valor (42 mg/L N) foi encontrado no ponto III do SAF 2010 (segundo período seco), seguindo pelo valor de 33,8 mg/L encontrado no ponto II do SAF 2012 (primeiro período seco) e pelo valor de 29,3 registrado no ponto II do SPas (segundo período seco).

Tabela 13 - Valores brutos do parâmetro N total, obtidos das análises laboratoriais com indicação dos resultados desconformes em vermelho, segundo a resolução CONAMA nº 357/05.

Períodos	N total (mg/L)															CONAMA nº 357/05
	SAF 2010			SAF 2012			SAF 2014			SMCN			SPas			
	Pontos			Pontos			Pontos			Pontos			Pontos			
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
1º Seco	3,4	1,5	1,5	1,5	33,8	1,7	1,5	1,7	1,5	8,4	3,6	6	1,5	1,5	1,5	N amoniacal total 3,7 mg/L N
1º Chuvoso	1,5	0,5	0,9	1,8	1	0,9	1	0,8	0,6	0,8	5,2	1,2	4	0,7	5,2	
2º Seco	2,6	3,8	42	6,6	9,4	21,8	21,8	16,6	9,8	8,4	7	6	23	29,3	5	
2º Chuvoso	0,14	0,08	0,1	0,1	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08	0,1	0,08	0,08	0,08	0,08	0,12	
3º Seco	0,5	0,5	0,7	0,7	0,5	0,5	1,25	1,25	1,05	8,4	1,8	6	0,5	0,5	0,5	
MÉDIA	1,62	1,27	9,04	2,14	8,95	4,99	5,12	4,08	2,6	5,22	3,53	3,85	5,81	6,41	2,46	

Um fator que pode ter contribuído para tal situação refere-se à criação de gado, visto que as fezes desses animais são ricas em nitrogênio e em todos os ambientes essa atividade foi observada, bem como, locais que servem de bebedouro para o gado foram identificados nos pontos: I do SAF 2010, II e III do SAF 2014, II do SMCN e, II e III do SPas. No SAF 2012 o gado não tem acesso ao corpo hídrico, porém a criação de gado é a atividade no entorno (Figura 23).



Figura 23 - Características do SAF 2012, com seta em amarelo indicando a localização do riacho, Carlinda - MT.

Fonte: acervo do autor (2021).

A Tabela 14 mostra que o parâmetro P total apresentou diversos valores acima dos padrões da Resolução CONAMA 357/05.

Tabela 14 - Valores brutos do parâmetro P total, obtidos das análises laboratoriais com indicação dos resultados desconformes em vermelho, segundo a resolução CONAMA nº 357/05.

Períodos	P total (mg/L)															CONAMA nº 357/05
	SAF 2010			SAF 2012			SAF 2014			SMCN			SPas			
	Pontos			Pontos			Pontos			Pontos			Pontos			
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
1º Seco	0,01	0,01	0,04	0,01	1,61	0,04	0,02	0,02	0,02	0,04	0,042	0,04	0,01	0,01	0,01	
1º Chuvoso	0,42	0,65	0,68	0,03	0,51	0,37	0,11	0,27	0,54	0,4	0,59	0,74	0,43	0,5	0,17	
2º Seco	0,1	0,25	0,73	1,27	0,88	1,32	0,85	1,02	1,05	0,04	0,9	0,04	0,44	0,86	0,9	Até 0.1 mg/L P
2º Chuvoso	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
3º Seco	0,06	0,12	0,06	0,16	2,95	0,06	0,43	0,51	0,53	0,04	0,12	0,04	0,11	0,11	0,06	
MÉDIA	0,12	0,2	0,3	0,29	1,19	0,35	0,28	0,36	0,43	0,1	0,33	0,17	0,19	0,29	0,22	

Os maiores valores foram encontrados no ambiente SAF 2012, sendo os dois maiores referentes ao ponto II (1,61 e 2,95 mg/L P). Conforme já citado anteriormente, o ponto II tem uma característica de área pantanosa com a predominância de samambaias de metro (*Polypodium persicifolium* Desv.). Os altos teores de fósforo e nitrogênio revelam uma condição apropriada para a ocupação e desenvolvimento das samambaias, de modo que a ocupação desta espécie também foi observada no ponto III do SAF 2012 (Figura 24).



Figura 24 - Ocupação da samambaia de metro observada no ponto III do SAF 2012, Carlinda - MT. Fonte: acervo do autor (2021).

Estudos da ocupação de *Polypodium persicifolium* Desv. nos corpos hídricos são incipientes, no entanto, o trabalho de Pacheco et al. (2010) identificou que as samambaias têm boas respostas de desenvolvimento quando submetidas a adubação de fósforo e nitrogênio. Assim, cabe atribuir que o aporte de nutrientes no riacho do SAF 2012 é resultante da aplicação de fertilizantes agrícolas na pastagem do entorno, pois, conforme colocado por Sharpley e Rekolainen (1997) e Rekolainen et al. (1997), o aporte de fósforo nos ambientes aquáticos tem como principal agente, o uso urbano, seguido pelo uso agrícola do solo.

Essa condição encontrada, supõe que as samambaias encontraram um espaço propício para se desenvolverem, sendo os aportes de nitrogênio e fósforo fontes de nutrientes, além disso, tal situação aponta sinais eutrofização, pois conforme Figueirêdo et al. (2007), a eutrofização das águas significa seu enriquecimento por nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, levando ao crescimento excessivo de plantas aquáticas, tanto planctônicas quanto aderidas, com conseqüente desequilíbrio do ecossistema aquático. Esteves (1998) acrescenta que a eutrofização pode ser classificada como natural, quando o processo acontece sem atuação humana, de forma lenta, pois os principais agentes são as chuvas e as águas de escoamento superficial ou artificial/antrópica/cultural, quando a eutrofização surge a partir da ação humana.

Os parâmetros CT e *E. coli* foram avaliados conforme a presença ou ausência. Segundo a Resolução CONAMA 357/05, é desejável que tais parâmetros estejam ausentes.

Somente o primeiro período seco apresentou pontos com ausência de CT e *E. coli*, sendo os pontos II do SAF 2012, II e III do SAF 2014 e II do SPas (Tabela 15).

Tabela 15 - Resultados de presença (+) e ausência (-) de CT e *E. coli*, obtidos das análises laboratoriais.

Períodos	CT e <i>E. coli</i> (presente +/ausente -)															CONAMA nº 357/05
	SAF 2010			SAF 2012			SAF 2014			SMCN			SPas			
	Pontos			Pontos			Pontos			Pontos			Pontos			
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
1º Seco	+/-	+/-	+/+	+/+	-/-	+/+	+/+	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+	
1º Chuvoso	+/-	+/+	+/+	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/+	+/-	+/-	+/+	+/-	+/+	+/-	
2º Seco	+/+	+/-	+/-	+/+	+/+	+/-	+/+	+/+	+/+	+/-	+/-	+/-	+/+	+/+	+/+	Desejável ausente
2º Chuvoso	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	
3º Seco	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	

Constatada a presença, o principal problema se refere aos coliformes termotolerantes, analisados aqui pela *Escherichia coli*. Essa constatação indica que o corpo hídrico teve contato com material de origem fecal e a este fato, atribui-se a criação de gado e acesso dos mesmos para dessedentação. Essa ocorrência é alarmante, pois torna a água inapropriada para consumo humano e uso agrícola e, conforme relatos dos agricultores do SMCN, a água é utilizada para irrigação de hortaliças.

Uma maior parte das *E. coli* não são consideradas patogênicas, porém existem cepas que adquiriram fatores de virulência durante o processo de evolução e passaram a tornar um sério risco a saúde humana. Cepas patogênicas de *E. coli* que causam infecções intestinais são conhecidas como *E. coli* diarrreio gênica (DEC), e os patótipos que representam esse grupo já foram identificados em vários surtos de diarrreia relacionados ao consumo de água contaminada em todo o mundo (ISHII; SADOWSKY, 2008).

O parâmetro salinidade não apresentou resultado diferente de zero. Por esse motivo não foi considerado nos resultados, entretanto serviu para considerar que os riachos avaliados são de água doce. Cintra et al. (2020) avaliaram a salinidade da água do rio Paraíba do Sul, na localidade de Martins Lage, município de Campos dos

Goytacazes-RJ e constataram que, em todo o processo de monitoramento, os valores de salinidade foram próximos de zero.

#### 6.5 - Análises Estatísticas do Primeiro Período Seco (Julho de 2017)

A estatística descritiva apresentou os resultados dos parâmetros por períodos, com isso, os valores de mínimo, máximo, média, desvio padrão, mediana, variância e CV, do primeiro período seco analisado (julho de 2017), seguem apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 - Estatística descritiva dos parâmetros analisados no primeiro período seco.

<b>Primeiro período seco (julho/17)</b>							
<b>Parâmetros</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Desv. padrão</b>	<b>Mediana</b>	<b>Variância</b>	<b>CV</b>
pH	5,87	7	6,53	0,33	6,58	0,11	0,05
OD	0,5	9,2	2,95	3,27	1,1	10,69	1,11
Temperatura	20	26,5	23,66	1,73	23,25	2,99	0,07
CE	20	92,4	44,43	26,05	34,3	678,38	0,59
Turbidez	2,7	300	39,01	73,82	15	5449,45	1,89
N total	1,5	33,8	4,71	8,3	1,5	68,93	1,76
P total	0,005	1,61	0,13	0,41	0,017	0,17	3,23

O parâmetro P total apresentou o maior valor do CV (3,23), enquanto o pH obteve o menor valor (0,05). O pH variou de 5,87 até 7 indicando que as águas apresentam características mais ácidas. O OD variou de 0,5 mg/L até 9,2 mg/L, resultando num alto grau de dispersão com CV em 1,11. A temperatura teve o valor mínimo de 20 °C, máximo de 26,5 °C, média de 23,66 °C e resultou no baixo grau de dispersão. A variável CE registrou o CV em 0,59 e pode ser considerada com médio grau de dispersão. N total e Turbidez apresentaram alto grau de dispersão com valores do CV parecidos.

A aplicação da ANOVA e do teste de Tukey nos dados do primeiro período seco apontaram que apenas os parâmetros pH, OD, temperatura e CE foram estatisticamente significativos ( $p < 0,05$ ) (Figura 25). Os valores mais ácidos de pH foram associados ao SMCN. Isso pode ter relação com as características geológicas e pelo fato de que o sistema não é manejado, ou seja, não emprega o uso de corretivos e fertilizantes no solo.

O pH das águas das regiões Amazônicas apresenta valores ácidos (4,7 - 5,5), pois é influenciado pela lixiviação dos solos ácidos e pela grande quantidade de matéria orgânica presente no ambiente, que se decompõe e forma ácidos orgânicos (ESTEVES 1998; CUNHA; PASCOALOTO 2006; PINTO et al. 2009).

O OD do SPas diferiu estatisticamente dos demais ao apresentar as maiores concentrações de OD (8,06 mg/L), além disso, foram observados pequenos peixes nos pontos II e III, ou seja, um indicativo de qualidade de OD. A temperatura diferiu estatisticamente em todos os ambientes e ao contrário do esperado teve os valores mais baixos registrados no SPas. A CE do SMCN diferiu estatisticamente dos outros ambientes por apresentar os maiores valores. Turbidez, N total e P total não foram estatisticamente significativos.

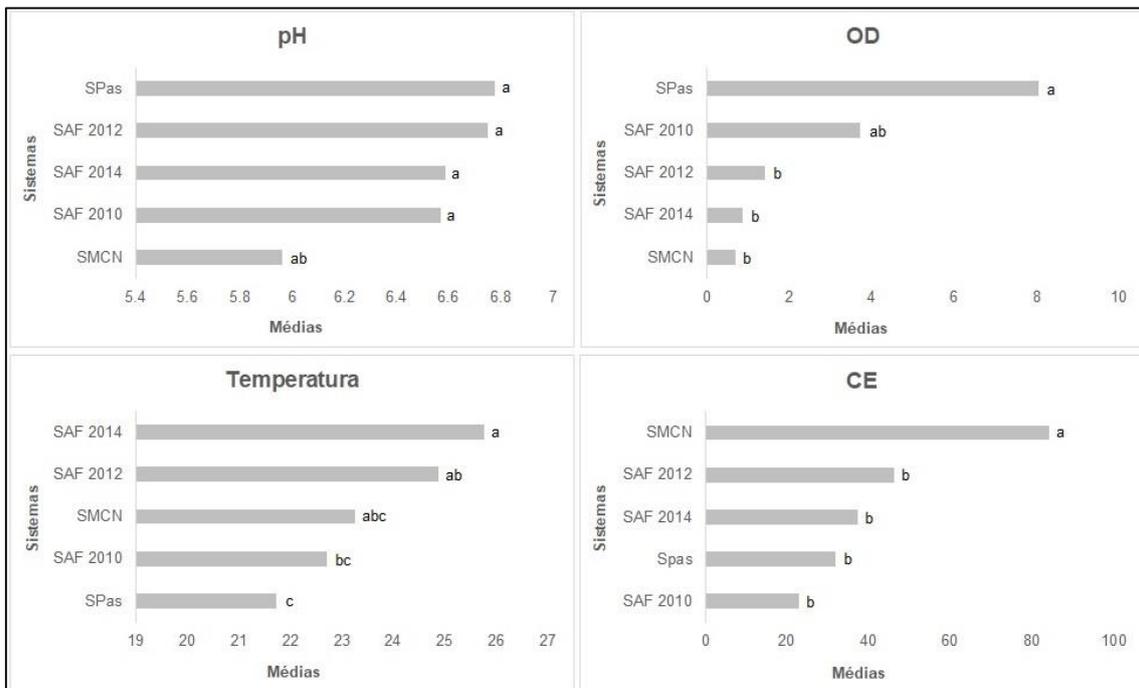


Figura 25 - Teste de média dos parâmetros que apresentaram significância a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ) no primeiro período seco.

A Tabela 17, apresentada a seguir, indica as correlações existentes entre os parâmetros avaliados no primeiro período seco. Em virtude da variabilidade ambiental dos parâmetros de qualidade da água que reflete muitas vezes em baixas correlações entre os parâmetros, este estudo adotou a metodologia proposta no trabalho de França (2009) e com isso, considerou que uma correlação maior ou igual a 0,5 é suficiente para afirmar que os parâmetros estão positivamente relacionados entre si e negativamente correlacionados quando apresentaram valor menor ou igual a -0,5.

Tabela 17 - Matriz de correlação dos parâmetros de qualidade da água no primeiro período seco.

Parâmetros	pH	OD	Temperatura	CE	Turbidez	N total	P total
pH	1						
OD	0,395019	1					
Temperatura	0,035991	<b>-0,56139</b>	1				
CE	<b>-0,80658</b>	-0,38867	0,07568	1			
Turbidez	-0,08406	-0,28381	0,048625	0,491531	1		
N total	-0,11131	-0,30134	-0,00135	0,484181	<b>0,980605</b>	1	
P total	0,047021	-0,22787	0,028434	0,35458	<b>0,980485</b>	<b>0,973827</b>	1

Observa-se que os parâmetros turbidez, N total e P total tiveram correlações positivas e fortemente relacionadas entre si. Já as correlações negativas foram observadas entre pH e CE (-0,8)

Também se observou correlação negativa entre temperatura e OD (-0,56). Segundo Piasentin (2009), as reações bioquímicas que utilizam o oxigênio aumentam com a elevação da temperatura e com isso, acarretam diminuição da concentração de OD na água, principalmente em águas eutrofizadas, seu consumo aumenta.

A aplicação da análise estatística multivariada ACP resultou na extração de sete componentes, de modo que as três primeiras componentes explicaram 93,5% da variância total (Tabela 18). Os autovalores, em ordem decrescente, definem a importância das componentes principais e conforme o critério de Kaiser (1958), o número de componentes retidas deve ser igual ao número de autovalores maiores que 1. Assim, verificou-se que a CP1 explicou 49,56% da variância total, enquanto a CP2 explicou 25,23% e a CP3 18,71% da variância total.

Tabela 18 - Autovalores e variância total (período seco - julho de 2017).

Componente Principal	Autovalor	Variância Total Explicada (%)	Variância Explicada Acumulada (%)
CP1	3,47	49,56	49,56
CP2	1,77	25,23	74,79
CP3	1,31	18,71	93,5
CP4	0,35	5,06	98,57
CP5	0,08	1,1	99,67
CP6	0,02	0,23	99,9
CP7	0,01	0,1	100

A matriz de pesos (loadings) apresentada na Tabela 19, destaca os valores dos parâmetros que mais contribuíram para a respectiva componente principal. Nota-se que apenas as três primeiras componentes compõem a tabela, pois juntas explicaram 93,5% da variância estudada. Assim, os pesos dos parâmetros nas componentes principais representam uma indicação da importância de cada um nas componentes, de modo que pesos maiores ou iguais a 0,7 denotam forte associação a uma CP, pesos maiores ou iguais a 0,5 denotam razoável/média associação a uma CP e pesos abaixo de 0,5, baixa contribuição, sendo o mesmo para pesos negativos.

Tabela 19 - Matriz de pesos dos parâmetros nas CPs.

<b>Parâmetros</b>	<b>CP1</b>	<b>CP2</b>	<b>CP3</b>
pH	-0,1969	<b>0,5803</b>	0,425
OD	-0,2741	0,4316	-0,4155
Temperatura	0,08617	-0,3001	<b>0,7302</b>
CE	0,3779	-0,3927	-0,33
Turbidez	<b>0,5046</b>	0,2463	0,01581
N total	<b>0,5046</b>	0,2419	-0,01425
P total	0,4762	0,337	0,06465

Observa-se que na CP1, que representa cerca de 50% da variância total explicada, destacaram-se positivamente os parâmetros turbidez (0,5) e N total (0,5). Já para a CP2, apenas o pH contribuiu positivamente (0,58). Tanto na CP1, como na CP2, as contribuições foram razoáveis. Na CP3, destaca-se que o parâmetro temperatura foi positivo e altamente associado (0,73). Contribuições negativas não foram significantes.

Para sintetizar as informações obtidas com a ACP até aqui, a Figura 26 apresenta o esquema gráfico dos pesos dos parâmetros originais, considerando apenas a CP1 e CP2. Dessa maneira, é possível esclarecer a relação das CPs com os parâmetros e com os ambientes e seus pontos de estudo.

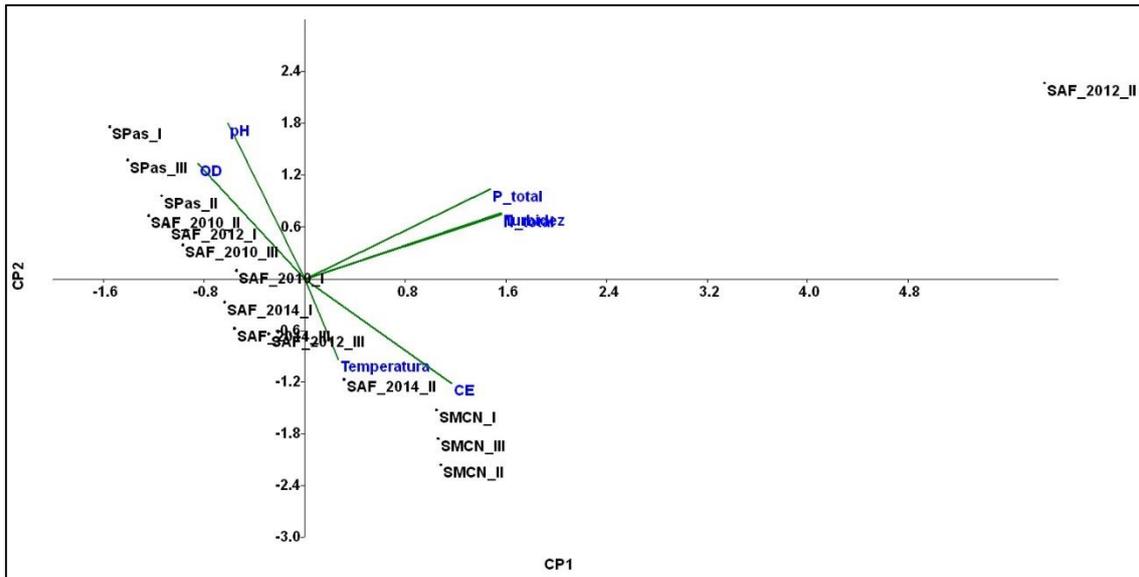


Figura 26 - Representação gráfica biplot das CP1 e CP2 com pesos dos parâmetros e relação com os ambientes e pontos estudados.

A variância total explicada da CP1 (49,56%) resultou da contribuição positiva dos parâmetros N total e turbidez, seguidos pelo P total. Tal verificação é feita pelas variáveis com vetor de maior comprimento horizontal e que estão mais próximas ao eixo CP1, bem como, que tais parâmetros tiveram correlações altas, conforme os ângulos agudos formados entre si (HONGYU; SANDANIELO; OLIVEIRA JUNIOR, 2015). Com isso, é possível interpretar que os parâmetros apontados como relevantes na CP1, indicam fontes de poluição que depositam nutrientes nos corpos hídricos. Toledo e Nicolella (2002) também encontraram maiores pesos de fósforo e nitrogênio na primeira componente principal.

Ademais, outra constatação que corrobora com a indicação de fontes de nutrientes existentes, se dá ao observar a posição, distante dos demais, em que o ponto II do SAF 2012 ocupa no gráfico acima. De modo que essa posição apresenta maior relação com os parâmetros N total, turbidez e P total, pois de fato, conforme relatado pelo agricultor (proprietário), ocorre a utilização de dessecantes e fertilizantes agrícolas na pastagem adjacente ao SAF, para criação de gado. Von Sperling (2005) afirma que o fósforo e o nitrogênio podem ser provenientes de excrementos de animais e uso de fertilizantes. Simeonov et al. (2003) constataram alterações na qualidade das águas superficiais advindas do escoamento superficial das áreas agrícolas e do emprego de fertilizantes nitrogenados.

Já a CP2 explicou 25,23% da variação dos dados e teve contribuição positiva, em maior peso, dos parâmetros pH, seguido pelo OD (vetor de maior comprimento

vertical), sendo que ambas as variáveis foram positivamente associadas ao SPas e ao SAF 2010, corroborando assim, com o teste de média apresentado na Figura 25.

Contribuições negativas foram resultantes da CE, sendo esta fortemente associada ao SMCN e da temperatura que também relaciona valores altos para o SMNC, porém tem o ponto II do SAF 2014 como principal responsável por altas temperaturas.

## 6.6 - Análises Estatísticas do Primeiro Período Chuvoso (Fevereiro de 2018)

A turbidez foi o parâmetro que registrou o maior grau de dispersão com CV em 1,4 e desvio padrão em 36,36 (Tabela 20). A turbidez já havia apresentado alto grau de dispersão no período anterior, porém períodos chuvosos tendem a apresentar valores altos dessa variável, pois a turbidez expressa a quantidade de material em suspensão na água e desse modo sofre influência pelo escoamento superficial dos solos e pela entrada de partículas inorgânicas (PEIXOTO; PEREIRA FILHO; SANTOS, 2015).

Tabela 20 - Estatística descritiva dos parâmetros analisados no primeiro período chuvoso.

<b>2. Período chuvoso (fevereiro/18)</b>							
<b>Parâmetros</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Desv. padrão</b>	<b>Mediana</b>	<b>Variância</b>	<b>CV</b>
pH	5,38	6,64	5,91	0,34	5,89	0,12	0,06
OD	3,1	7,6	5,57	1,37	5,5	1,86	0,25
Temperatura	26,00	30,30	28,25	1,37	28,80	1,87	0,05
CE	12,70	45,60	23,18	10,78	18,70	116,30	0,47
Turbidez	4,70	132,71	25,99	36,36	11,93	1322,09	1,40
N total	0,50	5,20	1,74	1,64	1,00	2,69	0,94
P total	0,03	0,74	0,43	0,21	0,43	0,04	0,49

O N total também apresentou alto grau de dispersão com CV em 0,94, resultante do valor mínimo em 0,5 mg/L P e valor máximo em 5,2 mg/L P. Os demais parâmetros foram considerados com baixo grau de dispersão, de modo que o pH teve o coeficiente de variação próximo de zero (0,06).

Já o teste de Tukey revelou que apenas os parâmetros pH, temperatura e CE foram estatisticamente significativos (Figura 27). O pH do SAF 2012 resultou em valores mais aproximados da condição de neutralidade e foi semelhante ao SAF 2014, SPas e SAF 2010. A explicação para tal fato consiste no manejo empregado nos

sistemas e área adjacente, pois segundo o agricultor responsável pelo SAF 2012, o solo é manejado com a utilização de corretivos agrícolas. Assim, pode-se assumir que nos demais sistemas também ocorre a utilização de calcário no solo, diferentemente do SMCN que não é um sistema manejado e por isso, apresenta pH mais ácido.

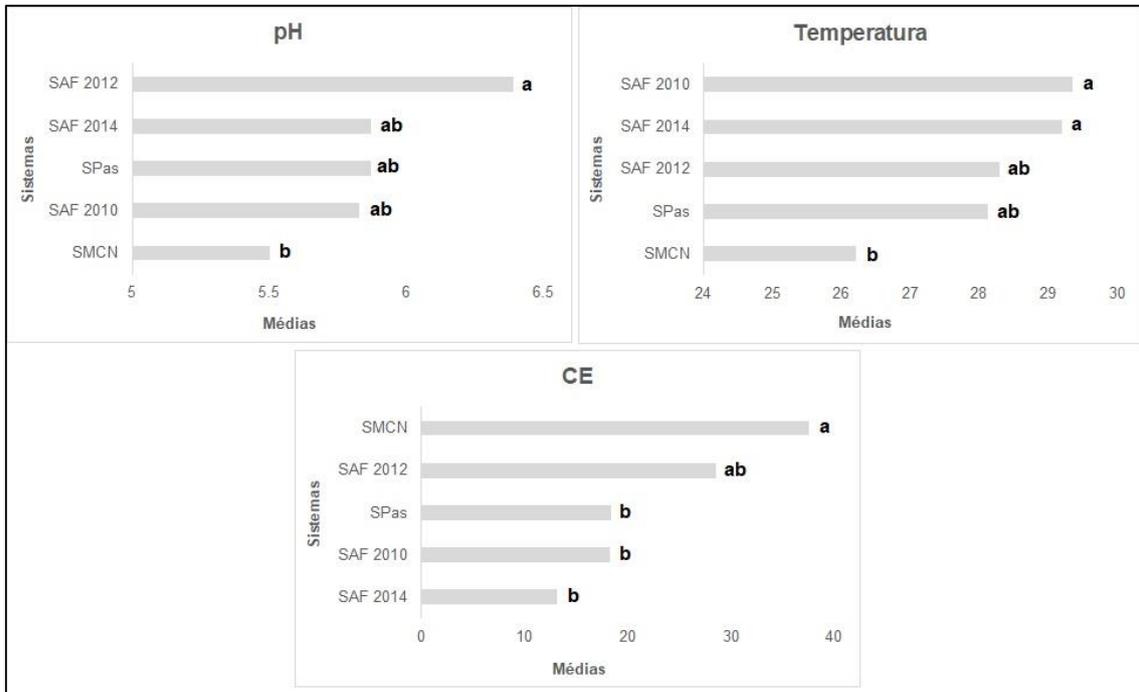


Figura 27 - Teste de média dos parâmetros que apresentaram significância a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ) no primeiro período chuvoso.

Os valores mais altos de temperatura foram associados ao SAF 2010 e SAF 2014 e se assemelham a temperatura da água encontrada no SAF 2012 e no SPas. Já o SMCN apresentou o menor valor e diferiu estatisticamente dos demais ambientes, isto em razão da vegetação ciliar, pois segundo Checchia (2003), a mata ciliar funciona como redutor da radiação solar, minimizando as flutuações de temperatura nos cursos d'água.

Para o parâmetro CE, observa-se que o maior valor foi atribuído ao SMCN que teve semelhança com o SAF 2012 e diferiu estatisticamente dos demais. O SAF 2012, SPas, SAF 2010 e SAF 2014 foram semelhantes.

Diante a matriz de correlação apresentada na Tabela 21, é possível verificar que o parâmetro turbidez e CE tiveram correlação positiva e fortemente associada (0,76).

Tabela 21 - Matriz de correlação dos parâmetros de qualidade da água no primeiro período chuvoso.

Parâmetros	pH	OD	Temperatura	CE	Turbidez	N total	P total
pH	1						
OD	-0,19655	1					
Temperatura	0,41808	-0,03062	1				
CE	0,13286	<b>-0,548</b>	<b>-0,5091</b>	1			
Turbidez	-0,42735	-0,40394	<b>-0,53069</b>	<b>0,76428</b>	1		
N total	-0,39069	0,019023	-0,45174	0,20901	0,42879	1	
P total	-0,001	-0,35407	-0,00899	<b>0,50635</b>	0,4741	-0,16818	1

Outra associação positiva foi verificada no parâmetro P total com a CE. Já as correlações negativas foram indicadas, principalmente, pela CE. Assim, a CE apresentou correlação negativa razoável com OD (-0,54), com temperatura (-0,5) e com P total (0,5), além disso, turbidez e temperatura também apresentaram correlações negativas (-0,53).

Diante aos autovalores expostos na Tabela 22 é possível perceber que a CP1 e a CP2 explicaram 68,5% da variância acumulada e formaram as componentes retidas, conforme o critério de Kaiser (1958) e de Hair et al. (2005), anteriormente mencionados. Já a Tabela 23 apresenta a relação de pesos dos parâmetros nas respectivas CPs retidas.

Tabela 22 - Autovalores e variância total (período chuvoso - fevereiro de 2018).

Componente Principal	Autovalor	Variância Total Explicada (%)	Variância Explicada Acumulada (%)
CP1	2,92	41,67	41,67
CP2	1,88	26,83	68,5
CP3	0,86	12,29	80,79
CP4	0,65	9,24	90,03
CP5	0,45	6,48	96,51
CP6	0,21	3,02	99,52
CP7	0,03	0,48	100

Tabela 23 - Matriz de pesos dos parâmetros nas CPs.

Parâmetros	CP1	CP2
pH	-0,35	<b>0,7</b>
OD	-0,49	<b>-0,61</b>
Temperatura	<b>-0,67</b>	0,47
CE	<b>0,86</b>	0,36
Turbidez	<b>0,94</b>	-0,03
N total	0,48	<b>-0,6</b>
P total	<b>0,51</b>	<b>0,55</b>

A turbidez (0,94) e a CE (0,86) foram as variáveis de contribuição positiva e fortemente associadas a CP1, enquanto a contribuição positiva do P total foi razoável (0,51). Já a temperatura teve contribuição negativa, corroborando assim, com as correlações encontradas na Tabela 21.

Os parâmetros pH, OD e N total não foram significativos para a CP1, no entanto, foram representativos para a CP2, sendo que o pH foi o principal parâmetro de contribuição forte e positiva, seguido pelo P total (0,55). Já as contribuições negativas foram indicadas nas variáveis OD (-0,61) e N total (-0,6).

O esquema gráfico apresentado na Figura 28 da ACP aplicada no primeiro período chuvoso, indica que a turbidez foi a variável de contribuição positiva mais representativa para a CP1, sendo também fortemente correlacionada com a CE e ambas associadas ao SMCN e principalmente ao ponto II, cabendo até considerar um ponto atípico (*outlier*).

O parâmetro N total também contribuiu positivamente para a CP1 e foi associado em maior concentração ao ponto II do SMCN. Estas relações indicam que uma maior turbidez e deposição de nutrientes nos corpos hídricos resulte em menor disponibilidade de oxigênio na água. Situação semelhante foi encontrada no trabalho de Silva e Goveia (2019).

A contribuição negativa foi resultante, em maior peso, da temperatura, a qual foi associada ao SAF 2014 e principalmente ao ponto III, seguida pelo OD e pH.

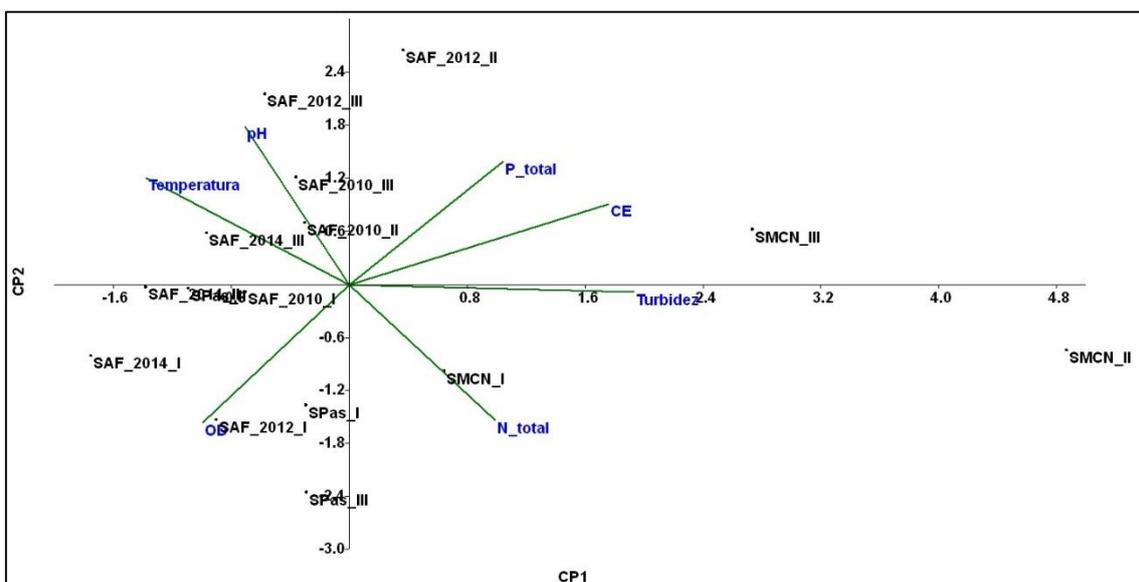


Figura 28 - Representação gráfica biplot das CP1 e CP2 com pesos dos parâmetros e relação com os ambientes e pontos estudados.

Já na formação da CP2, que explicou cerca de 27% da variância total, foi verificado que o pH contribuiu de forma positiva e se destacou como a variável de maior peso, tendo assim maiores associações com o ponto II e III do SAF 2012 e com o ponto III do SAF 2010, ou seja, foram pontos associados a um pH básico ( $\text{pH} > 6$ ). A segunda maior contribuição foi originada do parâmetro P total, o qual apresentou valores positivos para ambas CPs e correlação com CE. Já o OD apresentou uma contribuição negativa para a CP2, de modo que as maiores concentrações foram atribuídas ao SPas e ao ponto I do SAF 2012, porém verifica-se que ocorre a diminuição da concentração de OD, no sentido da nascente para a foz, no SAF 2012.

### 6.7 - Análises Estatísticas do Segundo Período Seco (Agosto de 2018)

A estatística descritiva aplicada nos dados do segundo período seco, não indicou resultados com alto de dispersão, ou seja, os valores do CV foram menores que 1 (Tabela 24). Cargnelutti e Storck (2007) consideram que, quanto menor a estimativa do coeficiente de variação, maior será a precisão do experimento e vice-versa, e, quanto maior a precisão, maior a qualidade dos dados.

Tabela 24 - Estatística descritiva dos parâmetros analisados no segundo período seco.

<b>3. Período seco (agosto/18)</b>							
<b>Parâmetros</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Desv. padrão</b>	<b>Mediana</b>	<b>Variância</b>	<b>CV</b>
pH	5,5	7,38	6,47	0,53	6,5	0,28	0,08
OD	0,7	9,4	4,52	2,58	4,6	6,65	0,57
Temperatura	23,25	35,30	27,39	3,18	26,70	10,11	0,12
CE	14,80	97,30	41,22	25,75	31,00	663,10	0,62
Turbidez	4,16	53,80	24,21	18,09	18,98	327,12	0,75
N total	2,60	42,00	14,21	11,28	9,40	127,13	0,79
P total	0,036	1,32	0,71	0,43	0,86	0,19	0,61

No entanto, valores de médio grau de dispersão foram encontrados para os dados de N total (0,79), turbidez (0,75), CE (0,62), P total (0,61) e OD (0,57).

Já os parâmetros pH e temperatura foram relacionados com baixo grau de dispersão, sendo tal cenário também observado nos períodos anteriores.

O teste de média indicou que apenas os parâmetros OD, temperatura e CE tiveram resultados estatisticamente significativos (Figura 29).

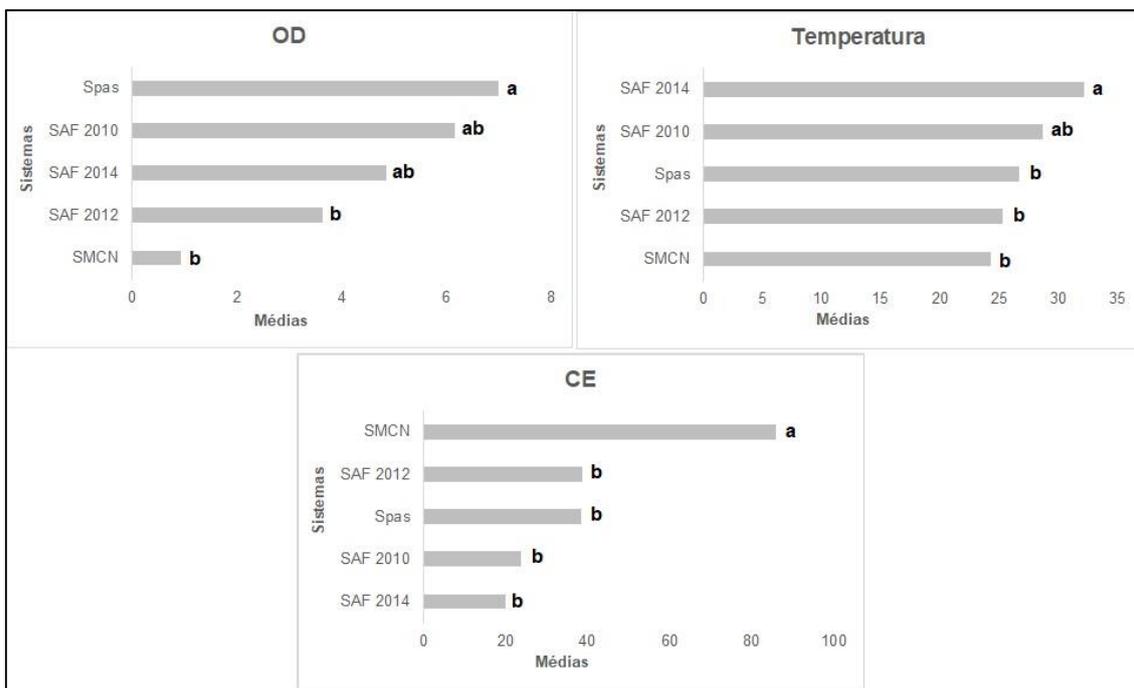


Figura 29 - Teste de média dos parâmetros que apresentaram significância a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ) no segundo período seco.

Observa-se que as melhores concentrações de OD foram relacionadas ao SPas, sendo essas semelhantes as concentrações de OD do SAF 2010 e do SAF 2014, diferindo estatisticamente do SAF 2012 e do SMCN.

Para a temperatura, o SMCN, o SAF 2012, o SPas e o SAF 2010 se apresentaram de forma semelhante, tendo apenas o SAF 2014 com diferença estatística dos demais, porém semelhante ao SAF 2010.

A CE indicou que os maiores valores foram associados ao SMCN e este, diferiu estatisticamente dos demais ambientes, que por sua vez, se apresentaram de forma semelhante. Nota-se uma relação de alta CE e baixa concentração da OD estabelecida no SMCN.

Abaixo, segue apresentada a matriz de correlação realizada para dados dos parâmetros no segundo período seco (Tabela 25) e conforme já observado na Figura 19, apenas os parâmetros que foram estatisticamente significativos, apresentam correlações. Desse modo, a CE indicou correlação negativa com o OD (-0.68) e com a temperatura da água (-0.65).

Tabela 25 - Matriz de correlação dos parâmetros de qualidade da água no segundo período seco.

Parâmetros	pH	OD	Temperatura	CE	Turbidez	N total	P total
pH	1						
OD	0,333541	1					

<b>Temperatura</b>	0,396803	0,345362	1				
<b>CE</b>	-0,12695	<b>-0,68312</b>	<b>-0,65472</b>	1			
<b>Turbidez</b>	-0,17844	-0,4357	0,05992	0,449089	1		
<b>N total</b>	0,159617	0,131246	0,319572	-0,29172	-0,39045	1	
<b>P total</b>	0,278267	0,0866	0,27417	-0,27142	-0,44009	0,271543	1

A ACP aplicada para o segundo período seco resultou na extração de três CPs que juntas explicaram 73,46% da variância total dos dados (Tabela 26), sendo que a CP1 foi responsável pela explicação de 41,41%, a CP2 explicou 17,09% e a CP3 explicou 14,96% da variância total.

Tabela 26 - Autovalores e variância total (período seco - agosto de 2018).

<b>Componente Principal</b>	<b>Autovalor</b>	<b>Variância Total Explicada (%)</b>	<b>Variância Explicada Acumulada (%)</b>
CP1	2,9	41,41	41,41
CP2	1,2	17,09	58,49
CP3	1,05	14,96	73,46
CP4	0,87	12,46	85,92
CP5	0,69	9,81	95,73
CP6	0,23	3,29	99,02
CP7	0,07	0,98	100

Na Tabela 27 seguem apresentados os pesos dos parâmetros nas respectivas CPs. Com isso, é possível observar que todos os pesos referentes a CP1 foram expressivos, de modo que a contribuição forte e positiva se refere ao OD e a contribuição forte e negativa foi vinculada a CE. Tal fato reforça a proporção inversa atribuída a esses parâmetros na análise da qualidade da água do segundo período seco. Esteves (2011) coloca que íons (nitrito, entre outros) presentes nos insumos agrícolas, proporcionam elevação expressiva da CE nos ambientes aquáticos, bem como das populações de microrganismos que consomem OD no processo de decomposição da matéria orgânica. Toledo e Nicolella (2002); Malheiros et al. (2012) também avaliaram a qualidade da água em áreas rurais e encontraram correlação negativa entre OD e CE.

Tabela 27 - Matriz de pesos dos parâmetros nas CPs.

<b>Parâmetros</b>	<b>CP1</b>	<b>CP2</b>	<b>CP3</b>
pH	<b>0,51</b>	0,19	0,49
OD	<b>0,72</b>	0,24	<b>-0,5</b>
Temperatura	<b>0,67</b>	<b>0,56</b>	0,32
CE	<b>-0,83</b>	-0,22	0,34

Turbidez	<b>-0,63</b>	<b>0,65</b>	0,31
N total	<b>0,54</b>	-0,34	0,25
P total	<b>0,55</b>	-0,45	0,43

As médias e positivas contribuições foram advindas da temperatura (0,67), do P total (0,55), do N total (0,54) e do pH (0,51), enquanto a contribuição negativa de média intensidade originou do parâmetro turbidez (-0,63). Dessa forma, é possível colocar que a CP1 está mais representada pelos parâmetros de ordem química.

Já na formação da CP2, observam-se contribuições médias e positivas originadas dos parâmetros turbidez (0,65) e temperatura (0,56), exibindo assim, uma CP2 responsável por explicar características físicas de qualidade da água.

A CP3, responsável por explicar cerca de 15% da variância total, resultou apenas da contribuição média e negativa do parâmetro OD.

A Figura 30 apresenta o esquema gráfico biplot dos dados da CP1 e CP2. Nota-se que o OD apresentou o maior vetor de comprimento horizontal. Esta característica associa o referido parâmetro com a contribuição positiva mais forte para a CP1, além disso, cabe observar que o SMCN aparece numa posição distante do OD, ou seja, colocou em evidência a baixa concentração de OD no SMCN e corroborou com os resultados do teste de média.

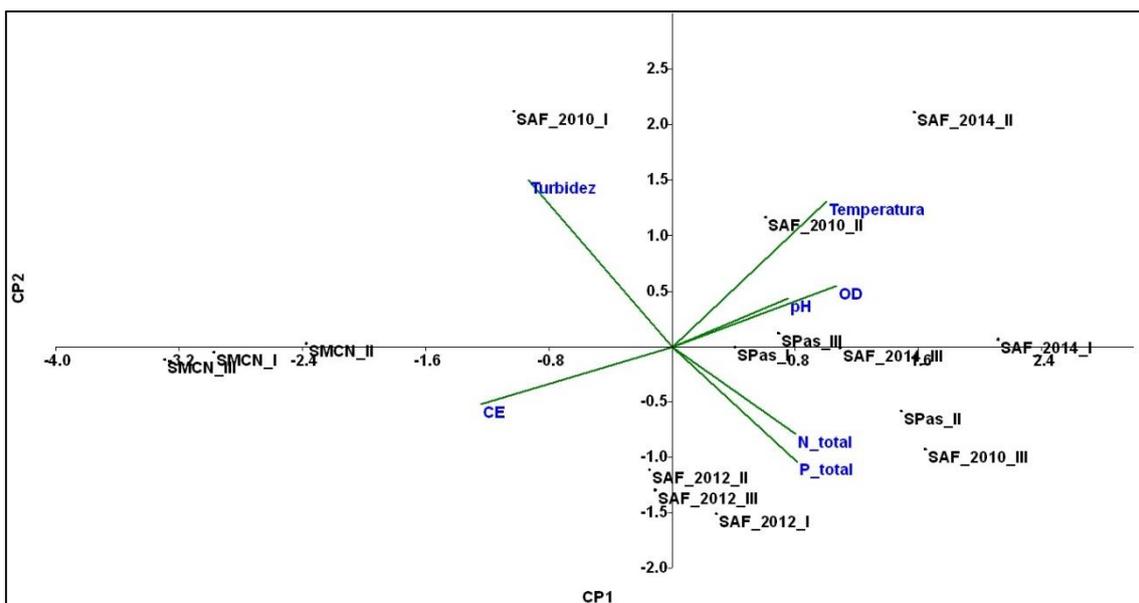


Figura 30 - Representação gráfica das CP1 e CP2 com pesos dos parâmetros e relação com os ambientes e pontos estudados.

A segunda maior contribuição positiva na CP1, originou do parâmetro temperatura (0,67), este que teve associação de maior magnitude com o ponto II do SAF 2014 e com o ponto II do SAF 2010, ou seja, são os pontos que apresentaram os maiores valores de temperatura. O pH também foi apontado com uma razoável contribuição positiva, estando mais associado ao SPas.

O N total e o P total também apresentaram razoável contribuição positiva para a CP1 e mais uma vez foram associados ao SAF 2012, confirmando assim, que a qualidade da água do SAF 2012 vem sendo afetada pelas atividades agrícolas e agropecuárias que acontecem no entorno do sistema. Donadio, Galbiatti e De Paula (2005) constataram a influência de fósforo na deterioração da qualidade da água, sendo o uso agrícola o principal causador.

Resende (2002) discorre que o uso excessivo ou o manejo inadequado de agroquímicos, aliado às determinadas condições de solo, clima e ausência de saneamento básico na zona rural, podem acarretar enriquecimento de nutrientes nos ambientes aquáticos, causando sérios prejuízos ao ambiente e a saúde humana.

Já a CE demonstrou forte contribuição negativa para CP1, estando associada a todos os pontos do SMCN, além disso, apresentou correlação negativa com a temperatura e correlação negativa e inversamente proporcional com o OD. Assim, é possível afirmar que para o SMCN à medida que a concentração de íons dissolvidos na água aumenta, ocorre a diminuição na concentração de OD. Isso pode ser resultante do transporte e lixiviação de materiais alóctones abundantes no sistema de mata.

#### 6.8 - Análises Estatísticas do Segundo Período Chuvoso (Abril de 2019)

A estatística descritiva aplicada nos dados do segundo período chuvoso, indicou que apenas o parâmetro turbidez apresentou médio grau de dispersão com CV em 0,68. Os demais parâmetros apresentaram baixo grau de dispersão (Tabela 28).

A análise laboratorial do P total resultou no valor de 0,01 mg/L P para todas as amostras. Por esse motivo, o P total foi desconsiderado de ser discutido.

Tabela 28 - Estatística descritiva dos parâmetros analisados no segundo período chuvoso.

---

#### 4. Período chuvoso (abril/19)

---

Parâmetros	Mínimo	Máximo	Média	Desv. padrão	Mediana	Variância	Coef. variação
pH	5,95	6,6	6,26	0,21	6,21	0,04	0,03
OD	3,5	7,2	5,35	1,06	5,7	1,13	0,20
Temperatura	25,70	29,20	27,10	0,92	27,00	0,84	0,03
CE	11,30	41,70	21,37	9,46	18,38	89,43	0,44
Turbidez	6,47	57,30	20,59	14,02	15,20	196,59	0,68
N total	0,08	0,14	0,09	0,02	0,08	0,00	0,20
P total	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00

O teste de média indicou que apenas os parâmetros temperatura e CE foram estatisticamente significativos ( $p < 0,05$ ). Assim, conforme apresentado na Figura 31, observa-se que a temperatura água no SAF 2014 foi associada com os maiores valores e dessa forma, diferiu dos demais parâmetros. O SAF 2010, o SAF 2012 e o SMCN apresentaram semelhanças, enquanto, os menores valores de temperatura foram atribuídos ao SPas.

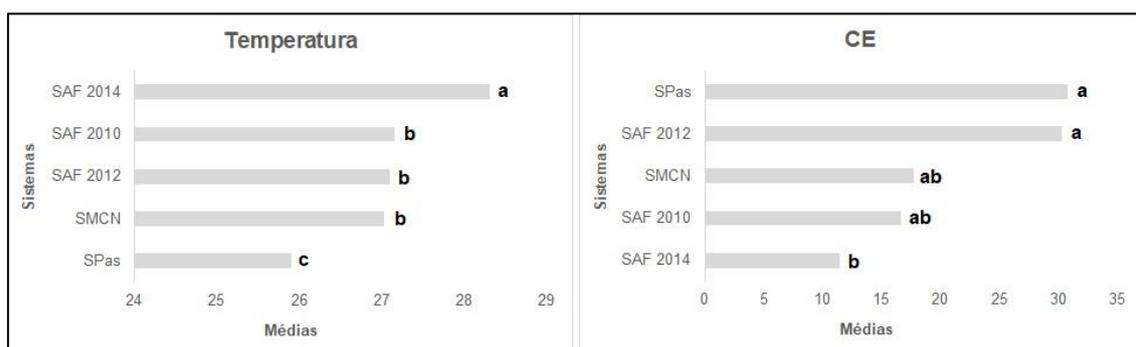


Figura 31 - Teste de média dos parâmetros que apresentaram significância a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ) no segundo período chuvoso.

Os resultados da CE no segundo período seco indicaram que os ambientes SPas e SAF 2012 foram semelhantes, de mesmo modo em que verificou-se a semelhança entre os ambientes SMCN e SAF 2010. Os menores valores de CE foram associados ao SAF 2014, porém a CE nesse ambiente demonstrou semelhança com o SAF 2010 e com SMCN.

Os resultados da matriz de correlação apontaram que a CE e o pH tiveram correlação positiva e fortemente associada (0,7). Demais correlações significativas não foram verificadas (Tabela 29).

Tabela 29 - Matriz de correlação dos parâmetros de qualidade da água no segundo período chuvoso.

Parâmetros	pH	OD	Temperatura	CE	Turbidez	N total	P total
pH	1						

<b>OD</b>	-0,32433	1					
<b>Temperatura</b>	-0,28713	0,013159	1				
<b>CE</b>	<b>0,708917</b>	-0,28311	-0,43882	1			
<b>Turbidez</b>	0,423217	0,251788	-0,00445	-0,14922	1		
<b>N total</b>	0,393808	-0,13764	-0,17219	0,022801	0,170331	1	
<b>P total</b>	0	0	0	0	0	0	1

A aplicação da ACP para os dados do segundo período chuvoso resultou na retenção de três CPs, de modo que a primeira CP explicou 37,39% da variância total, a segunda explicou 23,13% e a terceira explicou 16,97%, somando assim, 77,49% da variância acumulada (Tabela 30).

Tabela 30 - Autovalores e variância total (período chuvoso - abril de 2019).

<b>Componente Principal</b>	<b>Autovalor</b>	<b>Variância Total Explicada (%)</b>	<b>Variância Explicada Acumulada (%)</b>
CP1	2,24	37,39	37,39
CP2	1,39	23,13	60,52
CP3	1,02	16,97	77,49
CP4	0,83	13,91	91,4
CP5	0,48	7,97	99,37
CP6	0,04	0,63	100
CP7	0	0	100

Dessa forma, na Tabela 31, seguem apresentados os pesos dos parâmetros contribuintes pela retenção da respectivas CPs.

Tabela 31 - Matriz de pesos dos parâmetros nas CPs.

<b>Parâmetros</b>	<b>CP1</b>	<b>CP2</b>	<b>CP3</b>
pH	<b>0,91</b>	0,23	0,09
OD	-0,44	<b>0,51</b>	<b>-0,62</b>
Temperatura	<b>-0,56</b>	0,07	<b>0,59</b>
CE	<b>0,81</b>	-0,36	-0,28
Turbidez	0,19	<b>0,89</b>	-0,03
N total	0,46	0,39	0,46
P total	0	0	0

Nota-se que o pH da água apresentou a maior contribuição forte e positiva (0,91) para a CP1, de modo que a contribuição da CE (0,81) também foi positiva e fortemente associada a CP1. A contribuição média e negativa originou da temperatura (-0,56).

Já na formação da CP2, a turbidez teve destaque pela forte e positiva contribuição com peso de 0,89. O OD apresentou média e positiva contribuição (0,51), sendo que contribuições negativas não foram significativas.

Para a CP3, apenas temperatura apresentou contribuição positiva relevante (0,59), bem como, apenas o OD apresentou contribuição negativa relevante (-0,62).

A representação gráfica da ACP ilustrada na Figura 32, considerou o critério de Hair (60%) e com isso, foram utilizadas somente as duas primeiras CPs, pois juntas explicaram 60,52% da variância acumulada. Bifano et al. (2020) também utilizaram essa mesma porcentagem na seleção das CPs.

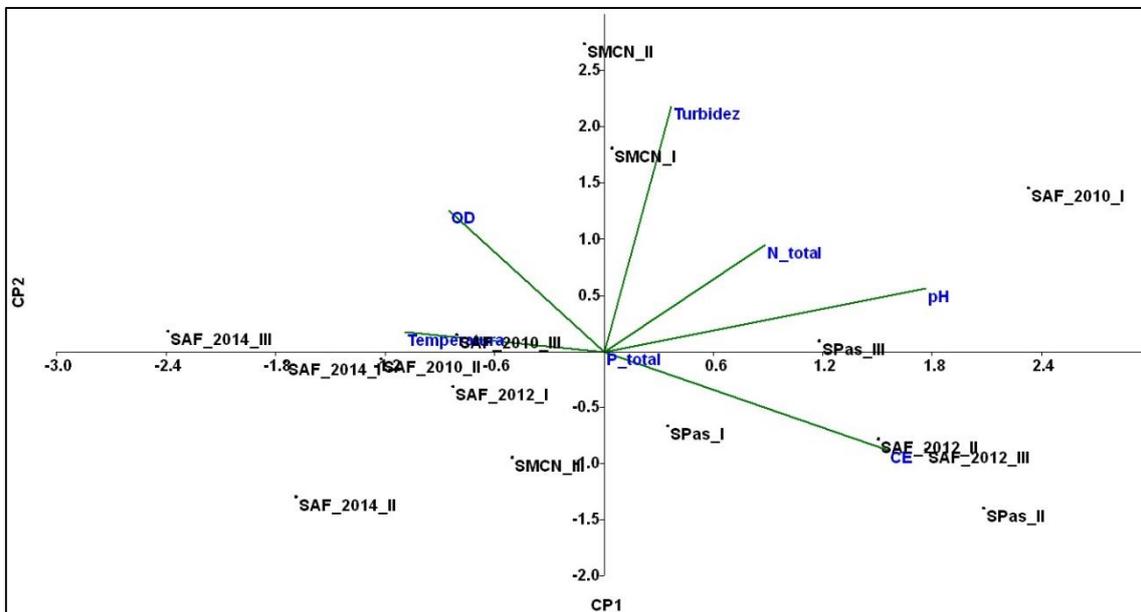


Figura 32 - Representação gráfica biplot das CP1 e CP2 com pesos dos parâmetros e relação com os ambientes e pontos estudados.

Verifica-se que o pH representa a variável de maior contribuição positiva para a CP1, sendo os maiores valores associados ao SPas e ao SAF 2012, porém com destaque para o ponto I do SAF 2010.

O mesmo cenário do pH pode ser utilizado para explicar a CE, pois esta também demonstrou ser positiva e altamente associada a CP1, bem como relacionou os maiores valores de CE com os ambientes SAF 2012 e SPas, correlacionando fortemente com o pH. Por outro lado, o SMCN apresentou os menores valores para ambos os parâmetros citados acima, sendo assim um cenário em que a CE da SMCN não foi superior aos demais ambientes, diferentemente do que foi observado nos períodos anteriores.

Ademais, ainda para a CP1, observa-se a contribuição negativa originada do parâmetro temperatura, associando maiores valores ao SAF 2010 e principalmente, ao SAF 2014, que teve em seu ponto III a maior temperatura registrada (29,2°C).

Para a CP2, o parâmetro turbidez apresentou forte contribuição positiva e relaciona os maiores valores com os pontos I e II do SMCN, tendo considerável diminuição no ponto III. O OD também apresentou contribuição positiva e mais uma vez apresentou relação inversa com a CE. O maior valor de OD foi identificado no ponto II do SMCN.

Dessa maneira, é pertinente colocar que a CP1 explicou mais os resultados do SPas, SAF 2012 e SAF 2010, enquanto a CP2 explicou os resultados do SMCN.

#### 6.9 - Análises Estatísticas do Terceiro Período Seco (Agosto de 2019)

A estatística descritiva dos parâmetros do terceiro período seco analisado identificou três variáveis com alto grau de dispersão. Dessa forma, o CV do P total resultou em 2,06, do N total em 1,42 e da turbidez em 1,42. O médio grau de dispersão foi atribuído aos parâmetros OD (0,67) e CE (0,55).

Apenas pH e temperatura apresentaram baixo grau de dispersão, conforme o valor dos coeficientes apresentados na Tabela 32.

Tabela 32 - Estatística descritiva dos parâmetros analisados no terceiro período seco.

5. Período seco (agosto/19)							
Parâmetros	Mínimo	Máximo	Média	Desv. padrão	Mediana	Variância	CV
pH	5,8	7,8	6,59	0,56	6,64	0,31	0,08
OD	0,7	9,4	4,21	2,80	3,15	7,83	0,67
Temperatura	23,25	30,80	26,08	2,15	25,90	4,62	0,08
CE	19,80	109,90	46,25	25,60	42,60	655,37	0,55
Turbidez	5,32	166,00	28,78	40,87	12,40	1669,99	1,42
N total	0,50	8,40	1,64	2,33	0,70	5,45	1,42
P total	0,036	2,95	0,36	0,74	0,11	0,54	2,06

A figura 33 apresenta os resultados do teste de Tukey para os parâmetros que foram estatisticamente significativos, de modo que apenas OD, temperatura, CE e N total apresentaram o valor de  $p < 0,05$ .

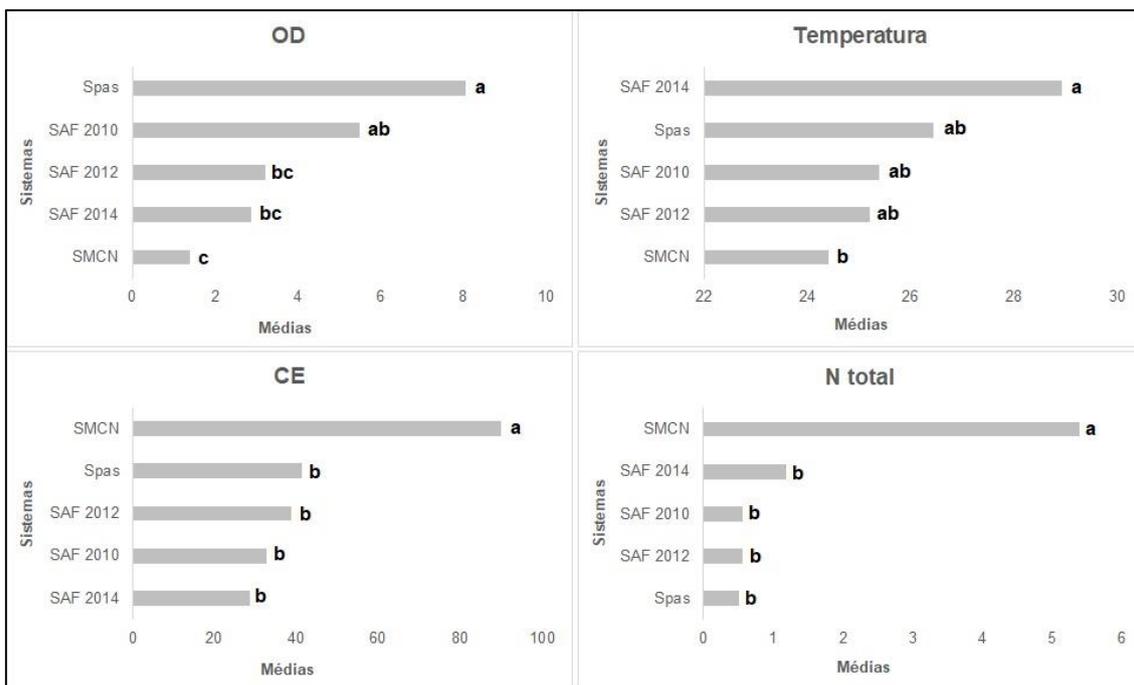


Figura 33 - Teste de média dos parâmetros que apresentaram significância a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ) no terceiro período seco.

Observa-se que os valores de OD do SPas tiveram semelhantes com os valores do SAF 2010 e diferiram dos valores encontrados nos demais ambientes. O SMCN foi caracterizado com os menores valores de OD, porém, valores estes semelhantes com os do SAF 2012 e SAF 2014.

A temperatura associou os maiores valores ao SAF 2014 e semelhanças com o SPas, SAF 2010 e SAF 2012, diferindo apenas dos valores encontrados no SMCN. Assim, é possível constatar que os maiores valores de temperatura foram associados aos ambientes menos arborizados.

A CE e o N total apresentaram cenários parecidos por associarem os maiores valores ao SMCN e por esse estar diferindo dos demais ambientes, os quais foram semelhantes. Tal relação será mais nítida e discutida na visualização gráfica da ACP.

Diante a matriz de correlação, descrita na Tabela 33, é possível observar três correlações destacadas. A primeira delas é negativa e originou dos parâmetros N total e OD (-0,56). N total também apresentou correlação com a CE, sendo esta positiva (0,57). Ademais, a correlação mais significativa foi estabelecida entre os parâmetros P total e turbidez (0,9). A correlação encontrada entre P total e turbidez no trabalho de Malheiros et al. (2012) foi explicada pelos processos erosivos ocasionados pelo uso do solo para atividades agrícolas.

Tabela 33 - Matriz de correlação dos parâmetros de qualidade da água no terceiro período seco.

Parâmetros	pH	OD	Temperatura	CE	Turbidez	N total	P total
pH	1						
OD	0,335709	1					
Temperatura	0,290387	0,26003	1				
CE	-0,3531	-0,31098	-0,32542	1			
Turbidez	-0,27577	-0,37313	-0,27394	0,237577	1		
N total	-0,44138	<b>-0,56337</b>	-0,42305	<b>0,57384</b>	0,108746	1	
P total	-0,12242	-0,2324	-0,12959	-0,10277	<b>0,909037</b>	-0,1824	1

A ACP do terceiro período seco resultou na extração das duas primeiras CPs que juntas explicaram 66,57% da variância acumulada, de modo que a CP1 foi responsável por explicar 40,49% da variância total e a CP2 26,08% (Tabela 34).

Tabela 34 - Autovalores e variância total (período seco - agosto de 2019).

Componente Principal	Autovalor	Variância Total Explicada (%)	Variância Explicada Acumulada (%)
CP1	2,83	40,49	40,49
CP2	1,83	26,08	66,57
CP3	0,76	10,8	77,38
CP4	0,68	9,67	87,05
CP5	0,62	8,91	95,96
CP6	0,26	3,69	99,65
CP7	0,02	0,35	100

O N total e o OD foram os parâmetros mais representativos na composição da CP1, ambos contribuíram com o mesmo peso, porém de formas opostas. Neste caso, houve forte contribuição positiva do N total (0,72) e contribuição forte e negativa do OD (-0,72) (Tabela 35).

Tabela 35 - Matriz de pesos dos parâmetros nas CPs.

Parâmetros	PC1	PC2
pH	<b>-0,65</b>	0,14
OD	<b>-0,72</b>	0,03
Temperatura	<b>-0,61</b>	0,11
CE	<b>0,64</b>	-0,4
Turbidez	<b>0,66</b>	<b>0,72</b>
N total	<b>0,72</b>	<b>-0,54</b>
P total	0,4	<b>0,91</b>

Contribuições médias e positivas na CP1 foram observadas nos parâmetros turbidez (0,66) e CE (0,64), bem como, contribuições médias e negativas originaram do pH (-0,65) e temperatura (-0,61).

Na formação da CP2, o P total teve destaque por apresentar peso 0,91, ou seja, foi associado com uma contribuição forte e positiva. A temperatura da água também indicou contribuição forte e positiva (0,72), ficando assim significativa em ambas CPs. Contribuição negativa significativa para a CP2 fora originada apenas do parâmetro N total (-0,54).

A representação gráfica biplot da CP1 e da CP2 (Figura 34), gerada com os resultados do terceiro período seco, explica mais nitidamente as relações encontradas anteriormente, pois é possível identificar, através do vetor de comprimento horizontal, que o N total foi o parâmetro mais representativo para a CP1. Sua posição no gráfico revela uma alta associação com o SMCN, de forma que esta situação implica na degradação da qualidade da água. Nesse caso, foi observado que o gado tem acesso ao corpo hídrico do SMCN, principalmente no período seco, ou seja, diante as altas temperaturas o gado procura a sombra das árvores, tal condição está diretamente ligada com os altos teores de N total, de turbidez e CE, de modo que turbidez e CE têm relação com o pisoteio.

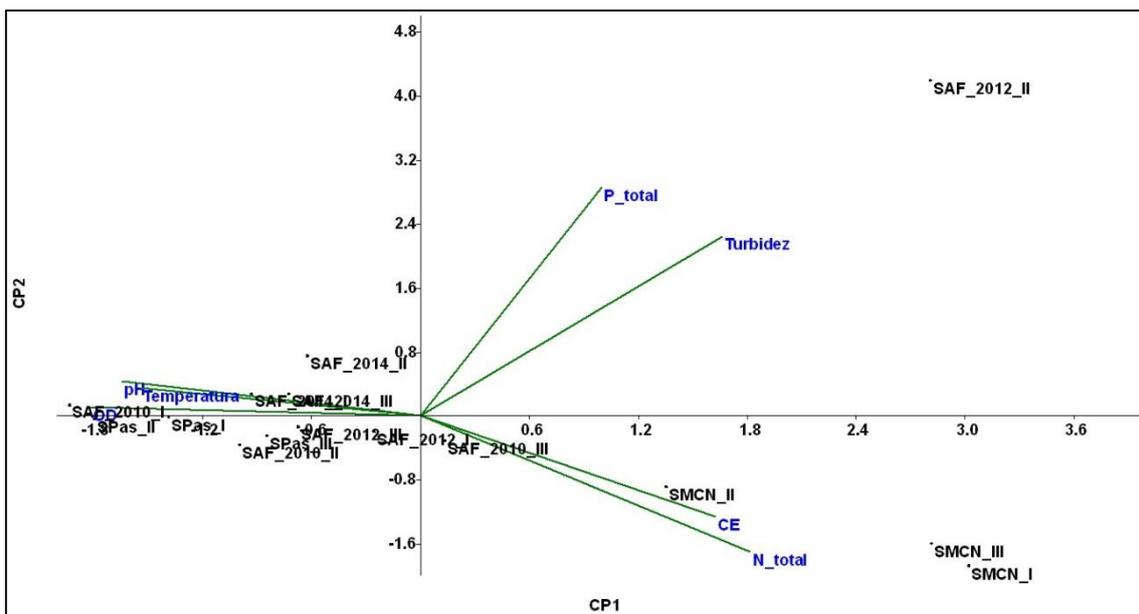


Figura 34 - Representação gráfica das CP1 e CP2 com pesos dos parâmetros e relação com os ambientes e pontos estudados.

Outra importante relação visualizada, refere-se a inversa correlação entre N total e OD, pois, entende-se que os altos teores de N total acarretam diminuição da concentração de oxigênio dissolvido na água, devido aos processos de oxidação das formas de nitrogênio.

A turbidez também foi outro parâmetro significativo para a CP1, sendo fortemente associada ao ponto II do SAF 2012, além de apresentar forte correlação com o P total, este que além de significativo para a CP1 e fortemente significativo para a CP2, também está associado ao ponto II do SAF 2012. Essa indicação estabelecida no gráfico, induz que o ponto II possa ser considerado como *outlier*, entretanto, altos teores de P total foram observados nos períodos anteriores no SAF 2012, atribuindo assim, maior evidência aos impactos negativos oriundos das práticas agrícolas e agropecuárias.

Ademais, o fato de o P total estar fortemente correlacionado com a turbidez, confirma o processo de lixiviação acometido no corpo hídrico, pois o sistema de pastagem no entorno do SAF 2012 é manejado com certa frequência, tendo períodos de completa exposição do solo, tornando-o suscetível ao arraste de sedimentos pela ação dos ventos e das chuvas e como o sistema ainda não oferece uma boa condição de vegetação ciliar, não há boa retenção desses sedimentos.

A aplicação da ACP para avaliação de dados de qualidade da água tem sido amplamente utilizada por pesquisadores, como Zimmermann, Guimarães e Peralta-Zamora (2008), Guedes et al. (2012), Malheiros et al. (2012), Finkler et al. (2015), Lima e Alves (2017) e Silva e Goveia (2019). Assim, através da ACP foi possível identificar aspectos de degradação da qualidade da água, bem como, estabelecer a relação que os parâmetros tiveram com os ambientes e os pontos estudados, esta interpretação foi mais nítida quando os resultados foram plotados em gráficos.

Conforme as análises estatísticas do primeiro período seco foi possível verificar alterações na qualidade da água, principalmente no SAF 2012, como consequência do uso do solo na área adjacente ao SAF, que serve para criação de gado e ainda, pela utilização de agroquímicos na pastagem. Este mesmo quadro foi indicado nos resultados do segundo período seco, ou seja, valida o cenário de degradação da qualidade da água no SAF 2012. N total e P total foram os principais parâmetros indicativos, além da ocupação predominante das samambaias de metro (*Polypodium persicifolium* Desv.) nos pontos II e III. Ainda no segundo período seco, foi observado que os maiores valores de CE foram associados ao SMCN, cabendo destacar a

correlação inversamente proporcional entre CE e OD, indicando assim, que arraste de material alóctone, mais abundante nesse sistema, aumentou a decomposição da matéria orgânica e acarretou diminuição de OD.

No terceiro período seco verificou-se a forte e positiva correlação entre P total e turbidez, sendo estes parâmetros associados ao SAF 2012 e explicados pelos processos erosivos ocasionados pelo uso do solo para atividades agrícolas. Nesse mesmo período, o SMCN apresentou os maiores valores de N total, CE e turbidez, os quais foram mais representativos na CP1 e relacionam o acesso do gado ao corpo hídrico.

Os resultados mais relevantes do primeiro período chuvoso foram associados ao SMCN, por apresentar os valores mais altos de turbidez e CE, sendo estes parâmetros fortemente correlacionados e explicados pela deposição de sedimentos e material alóctone que aumenta durante as chuvas. As temperaturas mais altas foram observadas no SAF 2014, como consequência de um sistema com vegetação ciliar escassa, tendo as espécies arbóreas mais desenvolvidas chegando a atingir 2 metros.

No segundo período chuvoso destaca-se que o SMCN não apontou os maiores valores de CE, porém apontou para turbidez. A temperatura da água continuou indicando os maiores valores no SAF 2014.

Contudo, os resultados foram corroborados à medida que indicaram uma tendência de redução das áreas naturais no município, substituídas por pastagens, uma queda na integridade física ambiental devido a ausência de vegetação ciliar e conseqüentemente, a redução da qualidade da água dos riachos, tendo como principais causadoras as atividades agropecuárias. Outras relações podem ser citadas, por exemplo, no SAF 2012, quando o croqui ilustra que o ambiente está pressionado pelas atividades no entorno e os resultados do RCE conferem baixas pontuações aos parâmetros estruturais do riacho, bem como que os parâmetros de qualidade da água evidenciam altas concentrações de N total e P total, a isso se associa o fato que o ambiente, por não apresentar estruturas de retenção suficientes, fica suscetível aos aportes de N total, P total e material alóctone no corpo hídrico.

Dessa forma, é pertinente considerar que as ferramentas utilizadas se complementaram e permitiram apontar os aspectos positivos e negativos nos cinco ambientes estudados.

## 7 - CONCLUSÕES

Este estudo se propôs a avaliar os efeitos ambientais de SAF sobre a qualidade da água de riachos localizados em ambientes rurais, de forma que as ferramentas utilizadas pudessem comparar a qualidade da água desses sistemas com as águas de um sistema de mata ciliar nativa e de um sistema de pastagem.

Nesse contexto, os resultados apontaram características de degradação na qualidade da água e nos atributos físicos ambientais nos cinco ambientes estudados. Entretanto, diante aos questionamentos levantados pelo presente trabalho, considera-se que o SAF mais desenvolvido (SAF 2010) apresentou melhores condições de qualidade da água e de integridade ambiental que SAF menos desenvolvido (SAF 2012 e SAF 2014), ora pela condição da vegetação ciliar mais estabelecida e sua influência na temperatura da água, ora pelas estruturas de retenção mais estáveis influenciando na proteção das margens e no controle do arraste de sedimentos, porém não foram influências suficientes para conter impactos negativos caracterizados pelas atividades agropecuárias.

No sistema natural de mata ciliar nativa, que se especulou promover melhores condições para o corpo hídrico, dentre os ambientes avaliados, verificou-se que a qualidade da água não apresenta boas condições. Foram observadas diversas características de degradação acometidas no SMCN, tornando sua capacidade de proteção e preservação do riacho incipiente.

Na direção contrária de que fora esperado, os apontamentos da qualidade da água no SPAs revelaram um ambiente capaz de fornecer boas concentrações de OD, somando a isso grande importância, visto que o OD é um parâmetro indicativo da capacidade do riacho em manter a vida aquática, fato que pôde ser corroborado com o parâmetro “peixes” das avaliações de integridade ambiental.

Cabe considerar que os SAF estão em evolução, ainda manejados pelos agricultores/as para o melhor desenvolvimento, que apresentam peculiaridades nas suas características, portanto, são complexos de comparar. No entanto, esses sistemas apresentam uma característica em comum, uma vez que todos eles estão envolvidos por atividades e formas de ocupação do solo que atribuem certa pressão sobre os riachos. Isso foi observado pelo manejo de pastagens que requer o solo exposto em determinados períodos, pelo uso de agroquímicos, pelo pisoteamento do gado que tem livre acesso ao riacho, pelas limitações da vegetação ciliar e do curso

natural da água, impostas pelas estradas. Esse cenário forma uma condição de ilha agroflorestal que não é capaz de suportar as pressões externas.

Para tanto, se faz necessário tomar atitudes fundamentais por parte dos agricultores e agricultoras, a começar pelo cercamento do corpo hídrico e até mesmo da APP, mas, sobretudo, se faz necessário olhar para esses sistemas, que proporcionam melhorias ambientais, com a finalidade de garantir suas implementações e a continuação dos manejos. Assim, há que se estabelecer políticas públicas específicas para a agricultura familiar que promovem os SAF como APPs, o/a agricultor/a precisa estar ciente dos ganhos socioeconômicos e ecológicos, como o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), sendo isso uma responsabilidade dos agentes de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER), ONGs, órgãos e instituições públicas e privadas.

Logo, não é uma responsabilidade que cabe apenas a quem incorpora os SAF em sua propriedade, o/a agricultor/a necessita ter estímulos e garantias de renda, segurança alimentar, tecnologia, assistência técnica e informação, especialmente, em municípios de abrangência da Amazônia Legal.

A presente pesquisa possibilitou ser orientado por uma visão mais micro dos ambientes, tratando de questões pontuais e com isso, permitiu diagnosticar os efeitos positivos que os SAF proporcionam na qualidade da água dos riachos, conforme os aspectos ecológicos, porém, em maior parte, destacou aspectos negativos, uma vez que esses sistemas estão essencialmente caracterizados pelas atividades agrícolas e agropecuárias no entorno, demonstrando assim a fragilidade ambiental das APPs das propriedades rurais.

Portanto, considera-se que as ferramentas utilizadas foram eficientes ao apontarem aspectos de degradação na qualidade da água e nos atributos físicos ambientais dos sistemas estudados, bem como nos apontamentos dos efeitos positivos. Dessa maneira, tanto os dados levantados pelo período de monitoramento, como os resultados deste trabalho, servem como base de estudos para o desenvolvimento de pesquisas futuras, na busca pela compreensão da relação que os SAF mantêm com o meio aquático.

Como consequência, espera-se que este trabalho sirva para auxiliar e melhorar o gerenciamento sustentável, ecológico e socioeconômico desses sistemas e dos recursos hídricos, por parte dos agricultores, agentes de ATER, prefeituras e demais entidades públicas e privadas. Diante as emergentes preocupações com as mudanças

climáticas e as crises ambientais, as ações necessitam de urgência, ainda mais quando se trata de recursos naturais e de áreas protegidas por lei, pertencentes ao maior bioma nacional.

## 8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. R.; TERTULIANO, M. F. Diagnose dos sistemas ambientais: métodos e indicadores. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Org). **Avaliação e perícia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Russel, 1999. cap. 3, p. 115-171.

AGUIAR, C. P. O.; PELEJA, J. R. P.; SOUSA, K. N. S. Qualidade da água em microbacias hidrográficas com agricultura nos municípios de Santarém e Belterra, Pará. **Revista Árvore**, v. 38, n. 6, p. 983-992, 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Portaria n 518, de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Coleção de leis da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. Ministério da Saúde, Editora do Ministério da Saúde, 2004.

ALABURDA, J.; NISHIHARA, L. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. **Revista de Saúde Pública**, v. 32, n. 2, p. 160-165, 1998.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89101998000200009>

ALVES, N. C.; ODORIZZI, A. C.; GOULART, F. C. Análise microbiológica de águas minerais e de água potável de abastecimento, Marília, SP. **Revista de Saúde Pública**, v. 36, n. 6, p. 749-751, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102002000700>

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19th. ed. New York, 1995.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21th. ed. Washington, 2005.

ANDRADE, E. M.; ARAÚJO, L. F. P.; ROSA, M. F.; DISNEY, W.; ALVES, A. B. Seleção dos indicadores da qualidade das águas superficiais pelo emprego da análise multivariada. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 3, p. 683-90, 2007.

ANDRADE, J.; SANQUETTA, C. R.; UGAYA, C. Identificação de áreas prioritárias para recuperação da mata ciliar na UHE Salto Caxias. **Espaço Energia**, n. 3, p. 6-13, 2005.

ARAÚJO, S. C. de S.; SALLES, P. S. B. de A.; SAITO, C. H. Modelos qualitativos, baseados na dinâmica do oxigênio dissolvido, para qualidade da água em bacia hidrográfica. In: SAITO, C. H (Org.). **Desenvolvimento tecnológico e**

**metodológico para medição entre usuários e comitês de bacia hidrográfica.** Brasília: Departamento de Ecologia. Editora da UNB, 2004. cap. 1, p. 9-24.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2ª ed. RECIO, M. A. L.; CARRERA, L. C. M. (Trad.). Porto Alegre: Bookman, 2002. 622 p.

BARRELA, W.; PETRERE JUNIOR, M.; SMITH, W. S.; MONTAG, L. F. de A. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.). **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed. São Paulo: Edusp, 2001, p. 187-206.

BARRETO, P. R.; GARCIA, C. A. B. Caracterização da qualidade da água do açude Buri-Frei Paulo/SE. **Scientia Plena**, v. 6, n. 9, 2010.

BARROZO, J. C. Políticas de Colonização: as políticas públicas para a Amazônia e o Centro-Oeste. In: BARROZO, J. C. (Org.). **Mato Grosso: do sonho à utopia da terra**. Cuiabá: EdUFMT/Carlini&Caniato Editorial, 2008. p 15-26.

BENETT, C.; ALMEIDA, M.; CASTILHO, M. W. V. Gestão dos recursos naturais: Sítio São Brás, Município de Carlinda–MT. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 2, n. 1, 2002.

BENTOS, A. B. **Impactos ambientais da zona rural e urbana na qualidade da água do Ribeirão das Araras**. 2016. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural) – Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2016.

BENTOS, A. B; GALLO, A. S; GUIMARÃES, N. F; SOUZA, M. D. B; STOLF, R; BORGES, M. T. M. R. Rapid Assessment of Habitat Diversity Along the Araras Stream, Brazil. **Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 1, 2018.

BERGMANN M.; PEDROZO C.S. Explorando a bacia hidrográfica na escola: contribuições à educação ambiental. **Revista Ciência & Educação**, Bauru, v. 14, n. 3, p. 537-553. 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132008000300011>

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone Editora, 1990, 355 p.

BETEMPS, G. R.; FILHO. P. J. S.; KERSTNER, T. Caracterização físico-química da água e determinação de metais pesados (Cr, Cu, Pb e Zn) no sedimento do riacho Arroio do Padre (Arroio do Padre, Brasil/RS). **Revista Thema**, v. 11, n. 02, 2014.

BIFANO, R. B. A.; MARCOLIN, C. R.; CREPALDI, M. O. S.; QUINELATO, R. V.; OKUMURA, A. T. R.; SILVA, A. G.; BANDEIRA, M. L. S. F. Avaliação da Qualidade da Água em Microbacias Hidrográficas do Extremo Sul da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 05, p. 24447-2461, 2020.

BONJOUR, S. C. M.; FIGUEIREDO, A. M. R.; MARTA, J. M. C. A pecuária de corte no estado de Mato Grosso. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Rio Branco, 2008. **Anais...** Rio Branco, 2008. p.1-21.

BORSOI, Z. M. F.; TORRES, S. D. A. A política de recursos hídricos no Brasil. **Revista do BNDES**, v. 4, n. 8, p. 143-166, 1997.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T. (Org.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 269-300.

BRASIL. Lei nº 4771, de 15 de setembro de 1965. Institui o Código Florestal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 set. 1965. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-4771-15-setembro-1965-369026-norma-1965-pl.pdf>>. Acesso em: 08 abr. 2021.

BRASIL. Lei nº 9.433. 08 de jan. 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 8 jan. 1997. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=370>> Acesso em: 21 mar. 2021.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 mai. 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm)>. Acesso em: 08 abr. 2021.

CAIONI, C. **Dinâmica da temperatura superficial e a agricultura familiar (produção hortícola) no município de Carlinda/MT**. 2015. 95 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, 2015.

CAIONI, C.; PAULA, L. F.; SILVA, E. P.; CAIONI, S.; PARENTE, T. L.; SOUZA, A. M. Quantidade de focos de calor em cinco anos na região do extremo norte de Mato Grosso. In: Seminário de biodiversidade e agroecossistemas amazônicos, Alta Floresta, 2014. **Anais...** Alta Floresta, 2014. p. 13-19.

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramenta para Avaliar a Saúde de Riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 1, p. 71-82, 2001.

CARGNELUTTI, A. F.; STORCK, L. Estatísticas de avaliação da precisão experimental em ensaios de cultivares de milho. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 42, n. 1, p. 17-24, 2007.

CARVALHO, E. M.; BENTOS, A. B.; PEREIRA, N. S. Avaliação rápida da diversidade de habitats em um ambiente lótico. **Interbio**, v. 8, n. 1, p. 45-55, 2014.

CASTRO, S. P.; BARROZO, J. C.; COVEZZI, M.; PRETI, O. **A colonização oficial em Mato Grosso: a nata e a borra da sociedade**. Cuiabá: Ed. UFMT, 1994.

CASTRO, S. P.; BARROZO, J. C.; COVEZZI, M.; PRETI, O. **A Colonização Oficial em Mato Grosso: a nata e a borra da sociedade**. 2ª. ed. Cuiabá: Ed. UFMT, 2002. v. 1500. 290p

CHAGAS, D.; LIMA, A. P. S. C.; FELICI, E. M. Análise de parâmetros físico-químicos da água da microbacia São Jorge, Tarabai-SP. **Colloquium Exactarum**, v. 12, n. 1, p. 86-94, 2020. <http://10.5747/ce.2020.v12.n1.e311>

CHECCHIA, T. Influência da zona ripária sobre os recursos hídricos: Aspectos quantitativos e qualitativos: Zonas Ripárias. In: SEMINÁRIO DE HIDROLOGIA FLORESTAL, Florianópolis, 2003. **Anais...** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental, 2003.

CINTRA, L. S.; et al. Monitoramento de parâmetros de qualidade da água do rio Paraíba do Sul em Campos dos Goytacazes – RJ. **HOLOS**, v. 5, 2020. <http://10.15628/holos.2020.9564>

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo**. (Série Relatórios), São Paulo: CETESB, 2009. 44 p.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. 326 p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA), Resolução nº 1, de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. **Coleção de leis da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>>. Acessado em: 20 mar. 2021.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº. 357 de 17 mar. 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2005. p. 58-63.

CUNHA, H. B.; PASCOALOTO, D. **Hidroquímica dos rios da Amazônia**. Manaus: Governo do Estado do Amazonas, Secretaria de Estado da Cultura. 2006. 127 p.

DAVIES, E. G. R.; SIMONOVIC, S. P. Global water resources modeling with an integrated model of the social-economic-environmental system. **Advances in Water Resources**, v. 34, n. 6, p. 684-700, 2011.

DOLL, B; JENNINGS, G; SPOONER, J; PENROSE, D; USSET, J; BLACKWELL, J; FERNANDEZ, M. Can Rapid Assessments Predict the Biotic Condition of Restored Streams?. **Water**, v. 8, n. 143, 2016. <http://10.3390/w8040143>

DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; DE PAULA, R. C. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 115-125, 2005.

DOULA, S.; KIKUCHI, M. Y. A estratégia da ocupação territorial da Amazônia: A cidade planejada de Sinop. In: SEMINÁRIO DE HISTÓRIA DA CIDADE E DO URBANISMO, Campinas, 1998. **Anais...** Campinas: PUC-Campinas, v. 5, n. 6, 1998.

ESTEVEVES, F. A. **Fundamentals of Limnology**. 2. ed. New York: Interciência, 1998. 602 p.

ESTEVEVES, F. **Fundamentos da limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 2011. 771 p.

EVANGELISTA, R. A. O. **Estudo Limnoquímico do reservatório da Usina Hidrelétrica Tucuruí**. 1993. 199 f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Petrologia) – Universidade Federal do Pará, Belém, 1993.

FARID, L. H. **Diagnóstico preliminar dos impactos ambientais gerados por garimpos de ouro em Alta Floresta/MT: um estudo de caso**. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1992, 200 p.

FERREIRA, A. C.; ROCHA, L. C.; FIGUEIREDO, M. A. Análise do índice de qualidade de água na bacia do Córrego do Rio Acima, São João Del-Rei/MG. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 03, n. 15, p. 94-105, 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>

FIGUEIRÊDO, M. C. B.; TEIXEIRA, A. S.; ARAÚJO, L. F. P.; ROSA, M.F.; PAULINO, W. D.; MOTA, S.; ARAÚJO, J. C. Avaliação da vulnerabilidade ambiental de reservatórios à eutrofização. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 12, n. 4, p. 399-409, 2007.

FINKLER, N. R.; PERESIN, D.; COCCONI, J.; BORTOLIN, T. A.; RECH, A.; SCHNEIDER, V. E. Qualidade da água superficial por meio de análise do componente principal. **Revista Ambiente & Água**, v. 10, n. 4, 2015. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1468>

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Land use impacts on water resources: a literature review**. Rome, 2000. 10p.

FRANÇA, M. S. **Análise estatística multivariada dos dados de monitoramento de qualidade de água da Bacia do Alto Iguaçu: uma ferramenta para a gestão de recursos hídricos**. 2009. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

FREIRE, R. H. F. **Aspectos limnológicos de três reservatórios que abastecem a região metropolitana de Fortaleza - Açudes Pacajus, Pacoti e Gavião**. 2000. 308 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2000.

FROUFE, L. C. M.; SEOANE, C. E. S. Levantamento fitossociológico comparativo entre sistemas agroflorestais multiestrato e capoeiras como ferramentas para execução da reserva legal. **Pesquisa florestal brasileira**, Colombo, v. 31, n. 67, p. 203-225, 2011.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Funasa, 2014. 112 p.

FUNDO AMAZÔNIA. **Projeto Sementes do Portal**, 2009. Disponível em:<[http://www.fundoamazonia.gov.br/FundoAmazonia/fam/site\\_pt/Esquerdo/Projetos\\_Apoiados/Lista\\_Projetos/IOV](http://www.fundoamazonia.gov.br/FundoAmazonia/fam/site_pt/Esquerdo/Projetos_Apoiados/Lista_Projetos/IOV)>. Acesso em: 22 abr. 2017.

GARCIA, J. M; MANTOVANI, P; GOMES, R. C; LONGO, R. M; DEMANBORO, A. C; BETTINE, S. C. Degradação ambiental e qualidade da água em nascentes de rios urbanos. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.30, n.1, p. 228-254, 2018. <http://dx.doi.org/10.14393/SN-v30n1-2018-10>

GODOI, D. S. **Diversidade e hábitos alimentares de peixes de um riacho afluente do Rio Teles Pires, MT, Drenagem do Rio Tapajós**. 2004. 134 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

GODOI, D. S.; LANGEANI, F.; JACYNTHO, L. A. Ictiofauna do Córrego Corgão, afluente do Rio Teles Pires, Carlinda, Mato Grosso. **UNICiências**, v. 14, n. 2, 2010.

GONÇALVES, C. S.; RHEINHEIMER, D. S.; PELLEGRINI, J. B. R.; KIRST, S. L. Qualidade da água numa microbacia hidrográfica de cabeceira situada em região produtora de fumo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 3, p. 391-399, 2005.

GUEDES, H. A. S.; SILVA, D. D.; ELESBON, A. A. A.; RIBEIRO, C. B. M.; MATOS, A. T.; SOARES, J. H. P. Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 5, p. 558-63, 2012.

GUERRA, S. C. S. O novo código florestal brasileiro e os sistemas agroflorestais: implicações e considerações sobre as áreas de preservação permanente e reservas legais. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE REFLORESTAMENTO AMBIENTAL. 2012, Guarapari – ES. **Resumos...** Guarapari: SESC Centro de Turismo de Guarapari, 2012. p. 1-3.

GUIMARÃES, A.; RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de rios para ser usado por estudantes do ensino

fundamental. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 241-260, 2012. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.996>

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAN, R. L.; BLACK, W. C. **Multivariate data analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 2005.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2001.

HONGYU, K.; SANDANIELO, V. L. M.; OLIVEIRA JUNIOR, G. J. Análise de Componentes Principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. **E&S - Engineering and Science**, v. 1, n. 5, 2015. <http://10.18607/ES20165053>

IGHALO, J. O.; ADENIYI, A. G. A comprehensive review of water quality monitoring and assessment in Nigeria. **Chemosphere**, v. 260, n. 127569, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127569>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sidra: Sistema IBGE de Recuperação Automática**. IBGE, 2008. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 23 mar. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2010**. São Paulo: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=350330>>. Acesso em: 18 mar. 2021.

INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA (IMAZON). **Boletim de Transparência Florestal**. Amazônia Legal: Imazon, n. 1, 2008. 12p. Disponível em: <[https://imazon.org.br/PDFimazon/Portugues/transparencia\\_florestal/transparencia-florestal-da-amazonia-legal-abril-de.pdf](https://imazon.org.br/PDFimazon/Portugues/transparencia_florestal/transparencia-florestal-da-amazonia-legal-abril-de.pdf)>. Acessado em: 10 jan. 2021

INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA (IMAZON). **Boletim Sistema de Alerta de Desmatamento Dezembro 2021**. Imazon, 2021. 1p. Disponível em: <<https://imazon.org.br/imprensa/desmatamento-na-amazonia-cresce-29-em-2021-e-e-o-maior-dos-ultimos-10-anos/>>. Acessado em: 17 jan. 2021.

INSTITUTO OURO VERDE (IOV). Sementes do Portal. In: ANACHE, B.; MAIA, H. T.; EGER, H.; WEISS, J.; WALKER, R. (Org.). **Avaliação de efetividade. Projeto sementes do portal**. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), 2016. p. 59-68. Disponível em: <<http://www.fundoamazonia.gov.br/export/sites/default/pt/.galleries/documentos/monitoramento-avaliacao/5.avaliacoes-externas/individuais/IOV-Relatorio-Efetividade.pdf>>. Acessado em: 25 ago. 2021.

ISHII, S.; SADOWSKY, M. J. Escherichia coli in the environment: implications for water quality and human health. **Microbes and Environments**, v. 23, n. 2, p. 101-108, 2008.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. 4 ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998. 580 p.

KAISER, H. F. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. **Psychometrika**, v. 23, p. 187-200, 1958.

KOPPEN, W. **Climatologia con un estudio de los climas de la Tierra**. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 478 p.

KRUPEK, R. A.; FELSKI, G. Avaliação da Cobertura Ripária de Rios e Riachos da Bacia Hidrográfica do Rio das Pedras, Região Centro-Sul do Estado do Paraná. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 8, n. 2, 2006.

KUMAR, B. M.; NAIR, P. K. R. The enigma of tropical homegardens. **Agroforestry Systems**, v. 61, p. 135-152, 2004.  
<https://doi.org/10.1023/B:AGFO.0000028995.13227.ca>

LIMA, R. S.; ALVES, J. P. H. Avaliação da qualidade da água dos reservatórios localizados nas bacias hidrográficas dos rios Piauí –Real, utilizando o índice de qualidade da água (IQA). **Scientia Plena**, v. 13, n. 10, 2017.  
<http://10.14808/sci.plena.2017.109918>

LOUREIRO, V.R. Amazônia: uma história de perdas e danos, um futuro a (re)construir. **Estudos Avançados**, v. 16, n. 45, p. 127-121, 2002.

MACHADO, A. P. F. **Adaptação de um protocolo de avaliação rápida de rios e sua utilização como recurso didático em educação ambiental no ensino médio**. 2019. 68 f. Dissertação (Mestrado em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado) – Instituto Federal Goiano, Urutai, 2019.

MACHADO, B. C. **Avaliação da qualidade dos efluentes das lagoas de estabilização em série da Estação de Tratamento de Esgoto de Samambaia, DF para o cultivo de tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. 2006. 126 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Brasília, DF, 2006.

MACIEL J. P. **Zoneamento das águas: um instrumento de gestão dos recursos hídricos**. Belo Horizonte: RC, 2000. 112 p.

MALHEIROS, C. H.; HARDOIM, E. L.; LIMA, Z. M.; AMORIM, R. S. S. Qualidade da água de uma represa localizada em área agrícola (Campo Verde, MT, Brasil). **Ambi-Água**, Taubaté, v. 7, n. 2, p. 246-262, 2012. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.904>

MARDIA, K. V.; KENT, J. T.; BIBBY, J. **Multivariate analysis**. London: Academic Press, 1979. 521 p.

MATA-LIMA, H.; ALVINO-BORBA, A.; PINHEIRO, A.; MATA-LIMA, A.; ALMEIDA, J. A. Impactos dos desastres naturais nos sistemas ambiental e socioeconômico: o que faz a diferença? **Ambiente & Sociedade**, v. 16, n. 3, p. 45-64, 2013.

MERICO, L. F. K.; et al. Avaliação do desenvolvimento econômico através de indicadores ambientais: Proposta Metodológica para uma experiência piloto em Blumenau -SC. **Revista Brasileira de Ecologia**, v. 1, p. 152-155, 1997.

MESSIAS, T. G. **Influência da toxicidade da água e do sedimento dos rios São Joaquim e Ribeirão Claro na bacia do Corumbataí**. 2008. 125p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

MICHON, G.; DE FORESTA, H. Agro-Forests: Incorporating a Forest Vision in Agroforestry. In: BUCK L.; LASSOIE, J. P.; E. FERNANDES, C. M. **Agroforestry in Sustainable Agricultural Systems**. Boca Raton, EUA: Lewis Publishers, 1999. p. 381-406.

MILLER, R. P.; NAIR, P. K. R. Indigenous agroforestry systems in Amazonia: from prehistory to today. **Agroforestry systems**, v. 66, n. 2, p. 151-164, 2006. <http://10.1007/s10457-005-6074-1>

MINATTI-FERREIRA, D. D.; BEAUMORD, A. C. Avaliação rápida de integridade ambiental das sub-bacias do rio Itajaí-Mirim no município de Brusque, SC. **Revista Saúde e Ambiente**, v. 5, n. 2, 2004.

MOITA, R.; CUDO, K. Aspectos gerais da qualidade da água no Brasil. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E SAÚDE NO BRASIL. **Anais...**Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria do Meio Ambiente, 1991. p. 1-6.

MOREIRA, K. C. A. M. **Aspectos da biogeoquímica dos rios Teles Pires e Cristalino – MT**. 2001. 63 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2011.

MORENO, G. O processo histórico de acesso à terra em Mato Grosso. **Geosul**, v. 14, n. 27, 1999.

MOURA, V.; CARVALHO, L. M. T.; MARTINHAGO, A. M.; OLIVEIRA, L. T. de. Análise temporal da dinâmica de uso e ocupação da bacia do Alto Paraguai (BAP): estudo de caso – sub-bacia do rio Jauru. In: 2º SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, CORUMBÁ. **Anais...**Corumbá: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2009. p. 916-924.

MUGNAI, R.; BUSS, D. F.; OLIVEIRA, R. B.; SANFINS, C.; CARVALHO, A. L.; BAPTISTA, D. F. Application of the biotic index IBE-IOC for water quality assessment in wadeable streams in south-east Brazil. **Acta Limnológica Brasiliensia**, v. 23, n. 1, p. 74-85, 2011. <https://doi.org/10.4322/actalb.2011.021>.

MURRAY, S. J.; FORSTER, P. N.; PRENTICE, I. C. Future global water resources with respect to climate change and water withdrawals as estimated by a dynamic global vegetation model. **Journal of Hydrology**, v. 448, p. 14-29, 2012.

NAIR P. K. R. **An Introduction to Agroforestry**. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer, 1993. 499 p.

NETO, M. M. J. Estatística multivariada. **Revista de Filosofia e Ensino**, 9 mai. 2004. Disponível em: [http://www.criticanarede.com/cien\\_estatistica.html](http://www.criticanarede.com/cien_estatistica.html). Acesso em: 25 abr. 2021.

OKA-FIORI, C.; FIORI, A. P.; HASUI, Y. Dinâmica da ocupação do solo da bacia do Rio Itiquira, Mato Grosso, Brasil. **Revista RAEGA**, Curitiba, n. 7, p. 19-31, 2003.

OLIVEIRA, A. U. **A Fronteira Amazônica Mato-Grossense: grilagem, corrupção e violência**. 1997. 496 f. Tese (Livre Docência em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

OLIVEIRA, C. M. **Avaliação dos Impactos Ambientais e Qualidade de Águas Superficiais na Região Hidrográfica VI do Estado do Rio de Janeiro - RJ**. 2016. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

OLIVEIRA, L. C.; PEREIRA, R.; VIEIRA, J. R. G. Análise da degradação ambiental da mata ciliar em um trecho do rio Maxaranguape – RN: uma contribuição à gestão dos recursos hídricos do Rio Grande do Norte - Brasil. **HOLOS**, v. 5, 2011.

OLIVEIRA, R. E.; SAIS, A. S.; OLIVAL, A. A.; JOSÉ, P. B.; SOUZA, V. C.; SOARES, D. R.; PAULA, R. P. As agroflorestas como estratégia de resiliência no Portal da Amazônia. In: OLIVAL, A. A.; RODRIGUES, C. H.; OLIVEIRA, R. E.; BUSCHBACHER, R.; BARTELS, W. (Org.). **Na trilha das mudanças: ciência e resiliência da Agricultura Familiar na Amazônia norte mato-grossense**. Cáceres: UNEMAT Editora, 2021. 309 p.

PACHECO, D. D. et al. Uso de pseudocaule de bananeira enriquecido com nitrogênio e fósforo como substrato para o cultivo de samambaias. **Pesq. Agropec. Trop.**, v. 40, n. 1, p. 53-60, 2010.

PASSOS, M. M. **A construção da paisagem no Mato Grosso - Brasil**. Maringá e Presidente Prudente: Unesp, 2000. 143 p.

PAULA, L. R. et al. Análise físico-química da qualidade da água do rio Itapecuru no município de Caxias-MA. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, 2021. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i15.21973>

PEIXOTO, D. W. B.; PEREIRA FILHO, W.; SANTOS, F. C. Transparência da água do reservatório passo real e fator de reflectância em imagens dosensor moderate resolution imaging spectroradiometer – modis, **Revista Geo**, n. 26, p. 288-300, 2015.

PELIGRO, V.; JUMAWAN, J. Aquatic macroinvertebrates diversity and Riparian Channel and Environmental Inventory in Gibong River, Philippines. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 3, n. 5, p. 398-405, 2015.

PERCEBON, C. M.; BITTENCOURT, A. V. L.; ROSA FILHO, E. F. Diagnóstico da temperatura das águas dos principais rios de Blumenau, SC. **Boletim Paranaense de Geociências**, n. 56, p. 7-19, 2005.

PEREIRA, B. W. F.; MACIEL, M. N. M.; OLIVEIRA, F. A.; ALVES, M. A. M. S.; RIBEIRO, A. M.; FERREIRA, B. M.; RIBEIRO, E. G. P. Uso da terra e degradação na qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Peixe-Boi, PA, Brasil. **Rev. Ambiente & Água**, v. 11, n. 2, p. 472-485, 2016.

PEREIRA, V. P. **Solo: manejo e controle de erosão hídrica**. Jaboticabal: FCAV, 1997. 56 p.

PÉREZ, G. U. La sistematización de las cuencas hidrográficas en la Facultad de Ingeniería Forestal - UT: del pregrado al Doctorado, 50 años. In: Celebración 50 años Facultad de Ingeniería Forestal. **Periódico Ingeniería Forestal**, 2011.

PETERSEN Jr., R. C. The RCE: a Riparian, channel, and environmental inventory for small streams in the agricultural landscape. **Freshwater Biology**, v. 27, p. 295-306, 1992.

PIASENTIN, A. M. **Índice de Qualidade da Água - IQA da bacia contribuinte do reservatório Tanque Grande, município de Guarulhos, SP**. 2009. 165 f. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – Universidade de Guarulhos, Guarulhos, 2009.

PICKARD, G. L.; EMERY, W. J. **Descriptive Physical Oceanography: an introduction**. 4. ed. New York: Pergamon Press, 1982. 249 p.

PINTO, A. G. N.; HORBE, A. M. C.; SILVA, M. S. R.; MIRANDA, S. A. F.; PASCOALOTO, D.; SANTOS, H. M. C. Efeitos da ação antrópica sobre a hidrogeoquímica do rio Negro na orla de Manaus/AM. **Acta Amazonica**, v, 39, p. 627-638, 2009.

PINTO, M. C. F. **Manual Medição in loco: Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e Oxigênio Dissolvido**. CPRM/SUREG-BH, 2007. 51 p.

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. **Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos**. São Paulo: ABES, 2006. 286 p.

PRADO, J. R. S.; DORES, E. F. G. C.; FIGUEIREDO, D. M. Qualidade da água do rio Teles Pires na área de influência direta da futura UHE Sinop, MT. In: XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. **Anais...Florianópolis - SC: ABRH**, 2017. p. 1-8.

PRADO, R. B. **Geotecnologias aplicadas à análise espaço temporal do uso e cobertura da terra e qualidade da água do reservatório de Barra Bonita, SP, como suporte à gestão de recursos hídricos**. 2004. 197 f. Tese (Doutorado em Engenharia, Área de concentração Ciências da Engenharia Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CARLINDA. **Laudo técnico. Valor de terra nua (vtn/ha)**. Carlinda, 2020. Disponível em: <[https://www.carlinda.mt.gov.br/fotos\\_downloads/4597.pdf](https://www.carlinda.mt.gov.br/fotos_downloads/4597.pdf)>. Acessado em: 15 abr. 2022.

QUEIROZ, M. M. F.; IOST, C.; GOMES, S. D.; VILAS BOAS, M. A. Influência do uso do solo na qualidade da água de uma microbacia hidrográfica rural. **Revista Verde**, Mossoró, v. 5, n. 4, p. 200-210, 2010.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.). **Águas doces no Brasil**. São Paulo: Escrituras, 1999. 717 p.

RECHE, M. H. L. R.; PITTOL, M.; FIUZA, L. M. Bactérias e bioindicadores de qualidade de águas de ecossistemas orizícolas da região Sul do Brasil. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 2, p. 452-463, 2010.

REGAZZI, A. J. **INF 766 - Análise Multivariada**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. Departamento de Informática. 2001. 166p.

REKOLAINEN, S.; KHOLM, P. E.; ULEN, B.; GUSTAFSON, A. Phosphorus losses from agriculture to the surface water in the nordic countries In: TUNNEY, H.; CARTON, O. T.; BROOKES, P. C.; JOHNSTON, A. E. (Ed.) **Phosphorus loss from soil to water**. New York: CAB International, 1997. p. 77-93.

RESENDE, A. V. de. **Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato**. Planaltina: Embrapa Cerrados, n. 57, 2002, 29p. Disponível em: <[https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2009/24718/1/doc\\_57.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2009/24718/1/doc_57.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2021.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. Viçosa: NEPUT, 1995. 304 p.

RESH, V. H.; JACKSON, J. K. Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates. In: ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. (Ed.). **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. New York, Chapman & Hall, 1993. p.195-233.

RIBEIRO, D. J. **Terra e garimpos: um estudo da violência na consolidação do espaço da colonização. Alta Floresta - MT (1978-1983)**. 2001. Dissertação (Mestrado em História) – Departamento de História, Coordenação de Pós-Graduação do Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2001.

RIBEIRO, G. M.; MAIA, C. E.; MEDEIROS, J. F. Uso da regressão linear para estimativa da relação entre a condutividade elétrica e a composição iônica da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 09, n. 01, p. 15-22, 2005.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M. **Tratamento de Água**. São Paulo, SP: Edgar Blücher Ltda., 1991. 332 p.

RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; CASTRO, P. T. A. Protocolos de avaliação rápida de rios e a inserção da sociedade no monitoramento dos recursos hídricos. **Ambiente & Água**, Taubaté, v. 3, n. 3, p. 143-155, 2008. <https://10.4136/ambiente-agua.68>

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; LEAL, A. C. Planejamento Ambiental em Bacias Hidrográficas. In: SILVA, E. V.; RODRIGUEZ, J. M. M.; MEIRELES, A. J. A. (Org). **Planejamento Ambiental em Bacias Hidrográficas**. Fortaleza: Ed. UFC, 2011.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 2 ed. Uberlândia: EDUFU, 1992. 110 p.

SANCHEZ, L. A. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina do Textos, 2008.

SANTANA, A. S.; SILVA, S. C. F. L.; FARANI JUNIOR, I. O.; AMARAL, C. H. R.; MACEDO, V. F. Qualidade microbiológica de águas minerais. Revista **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, suppl, v. 23, p. 190-194, 2003.

SANTOS, S. R. M.; MIRANDA, I. S.; TOURINHO, M. M. Análise florística e estrutural de sistemas agroflorestais das várzeas do rio Juba, Cametá, Pará. **Acta Amazônica**, v. 34, n. 2, p. 251-263, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672004000200013>

SANTOS, W. R. dos. **Dinâmica da ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu - MT**. 2017. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop, 2017.

SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO (SEPLAN). **Zoneamento Sócio Econômico Ecológico do Estado de Mato Grosso**. Mato Grosso, 2002. Disponível em: <<http://www.zsee.seplan.mt.gov.br/servidordemapas/Run.asp>>. Acessado em: 18 mar. 2021.

SELUCHINESK, R. D. C. **De heróis a vilões: imagem e auto-imagem dos colonos da Amazônia mato-grossense**. 2008. 263 f. Tese (Doutorado em Política e Gestão Ambiental) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2008.

SHÁNCHEZ-BOTERO, J. I.; GARCEZ, D. S.; LOBÓN-CERVIÁ, J. Oxigênio dissolvido e temperatura em lagos da região de AtiParaná-Solimões, Amazônia Central, Brasil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.13, n. 2, p. 45-51, 2001.

SHARPLEY, A. N.; REKOLAINEN, S. Phosphorus in agriculture and its environmental implications. In: TUNNEY, H.; CARTON, O. T.; BROOKES, P. C.; JOHNSTON, A. E. (Ed.) **Phosphorus loss from soil to water**. New York: CAB International, 1997. p. 1-53.

SILVA, A. E. P.; ANGELIS, C. F.; MACHADO, L. A. T.; WAICHAMAN, A. V. Influência da precipitação na qualidade da água do rio Purus. **Acta Amazônica**, v.38, n. 4, p. 733-742, 2008.

SILVA, C. O. F.; GOVEIA, D. Avaliação da qualidade ambiental de corpos hídricos urbanos utilizando análise multivariada. **Interações**, v. 20, n. 3, p. 947-958, 2019. <http://dx.doi.org/10.20435/inter.v0i0.183>

SILVA, M. P.; CAVALLI, D. R.; OLIVEIRA, T. C. R. M. Avaliação do padrão coliformes a 45°C e comparação da eficiência das técnicas dos tubos múltiplos e petrifilm EC na detecção de coliformes totais e *Escherichia coli* em Alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 2, p. 352-359, 2006.

SIMEONOV, V.; STRATIS, J. A.; SAMARA, C.; ZACHARIADIS, G.; VOUTSA, D.; ANTHEMIDIS, A.; SOFONIOU, M.; KOUIMTZIS, T. Assessment of the surface water quality in northern Greece. **Water Research**, v. 37, n. 17, p. 119-124, 2003.

SMERMAN, W. **Ictiofauna de riachos formadores do rio Teles Pires, drenagem do rio Tapajós, bacia Amazônica**. 2007. 88 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

SMITH, V. H.; SCHINDLER, D. W. Eutrophication science: where do we go from here? **Trends in Ecology & Evolution**. p. 201-207, 2009.

SOUZA, E. R. **Alterações físico-químicas no deflúvio de três sub-bacias hidrográficas decorrentes da atividade agrícola**. 1996. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

STEFUNKOVA, Z.; NERUDA, M.; VASEKOVA, B. Impact Evaluation of Riparian Vegetation on Aquatic Habitat Quality of Rivers. In: **IOP Conf. Series: Earth Environ. Sci.** n. 221, 2019. <http://10.1088/1755-1315/221/1/012111>

STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. **Geological Society of America Bulletin**, v. 63, n. 11, p. 1117-1142, 1952. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1952\)63\[1117:HAAOET\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1952)63[1117:HAAOET]2.0.CO;2)

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agrícola**, v. 59, n. 1, p. 181-186, 2002.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. 2 ed. São Carlos: RiMa, IIE, 2005. 248 p.

TUNDISI, J. G. **Limnologia do século XXI: perspectivas e desafios**. São Carlos: Suprema Gráfica e Editora, IIE, 1999. 24 p.

UMETSU, R. K.; PEREIRA, N.; CAMPOS, E. M. F. P.; UMETSU, C. A.; MENDONÇA, R. A. M.; BERNASCONI, P.; CAMARGO, M. F. Análise morfométrica e

socioambiental de uma bacia hidrográfica amazônica, Carlinda, MT. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 83-92, 2012.

VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M. S. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química do oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu- SP. **Eclética Química**, v. 22, p. 49-66, 1997.

VALENTE, O. F.; CASTRO, P. S. **Manejo de bacias hidrográficas**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 7, n. 80, p. 40-45, 1981.

VAZHEMIN, I. G. Chemical composition of natural waters in the VYG river basin in relation to the soil of Central Karelia. **Soviet Soil Science**, Silver Spring, v. 4, n. 1, p. 90-101, 1972.

VIEIRA, I. Frequência, constância, riqueza e similaridade da ictiofauna da bacia do rio Curuá-Una, Amazônia. **Rev. Bras. de Zootecias**, v. 2, n. 2, p. 51-76, 2000.

VON SPERLING, E. V., MÖLLER, L. M. Saneamento e meio ambiente. In: BARROS, R. T. V., CHERNICHARO, C. A. L., HELLER, L., VON SPERLING, M. **Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios**, Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, Minas Gerais, 1995, 221 p.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte, MG: DESA - UFMG, 2003.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade da água e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

YARED, J. A. G.; BRIENZA JÚNIOR, S.; MARQUES, L. C. T. **Agrossilvicultura: conceitos, classificação e oportunidades para a aplicação na Amazônia brasileira**. Embrapa - CPATU (Doc. 104), Belém, 1998. 39 p.

YOSHIDA, C. E.; ROLLA, A. P. P. R. Ecological attributes of the benthic community and indices of water quality in urban, rural and preserved environments. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 24, n. 3, p. 235-243. 2012.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S2179-975X2012005000041>

WETZEL, R. G. **Limnologia**. Barcelona, Omega, 1981. 679 p.

WETZEL, R. G. **Limnology** – Lake and Rivers Ecosystems. Third Edition. Academic Press – Elsevier, 2001.

ZIMMERMANN, C. M.; GUIMARÃES, O. M.; PERALTA-ZAMORA, P. G. avaliação da qualidade do corpo hídrico do rio tibagi na região de ponta grossa utilizando análise de componentes principais (PCA). **Química Nova**, v. 31, n. 7, p. 1727-1732, 2008.