



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE CIÊNCIAS MÉDICAS E DA VIDA
BACHARELADO EM BIOMEDICINA**

Arlene Lino da Silva

Rodrigo Emmanuel Pereira Borges

**DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO
CANGUÇU E UM TRIBUTÁRIO INTERMITENTE NA ÁREA DE
INFLUÊNCIA DOS SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS GO-Ja-08 E GO-Ja-
08a, SERRANÓPOLIS, GOIÁS**

GOIÂNIA, 2024

ARLENE LINO DA SILVA
RODRIGO EMMANUEL PEREIRA BORGES

**DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO
CANGUÇU E UM TRIBUTÁRIO INTERMITENTE NA ÁREA DE
INFLUÊNCIA DOS SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS GO-Ja-08 E GO-Ja-
08a, SERRANÓPOLIS, GOIÁS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para a
obtenção do título de Bacharel em
Biomedicina pela Pontifícia Universidade
Católica de Goiás.

Orientador: Prof. Dr. Matheus Godoy Pires

GOIÂNIA, 2024

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE CIÊNCIAS MÉDICAS E DA VIDA
CURSO DE BIOMEDICINA

BANCA EXAMINADORA

Alunos: Arlene Lino da Silva e Rodrigo Emmanuel Pereira Borges
Orientador: Dr. Matheus Godoy Pires

Membros:

Dr. Matheus Godoy Pires

Dr. Nelson Jorge Da Silva Jr.

Dr. Julio Cezar Rubin de Rubin

Goiânia, junho de 2024

Dedicamos este trabalho à nossas mães,
Maria Pereira da Silva e Mari Ângela
Borges Almeida, ao padrinho Luiz De
Cassio Martins (in memoriam).

AGRADECIMENTOS

Expressamos nossa profunda gratidão a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho de conclusão de curso.

A Deus, pela força e sabedoria durante toda a trajetória acadêmica.

À minha irmã Sara Silva de Sousa, sua constante presença e apoio foram fundamentais para que eu pudesse concluir este trabalho acadêmico. Desde o início, você esteve ao meu lado, oferecendo palavras de incentivo, compartilhando ideias e me ajudando a superar os desafios que surgiram ao longo do caminho.

Ao nosso orientador, Prof. Dr. Matheus Godoy Pires, cuja incansável orientação, paciência e dedicação foram essenciais para a construção deste trabalho. Seu apoio e incentivo constante não apenas guiaram a realização desta pesquisa, mas também inspiraram nosso crescimento acadêmico e pessoal. Somos imensamente gratos por sua confiança em nosso potencial e por todos os conhecimentos compartilhados ao longo deste período. Gratidão pela oportunidade de aprender sob sua orientação e por todo o incentivo e motivação recebidos. Sua paixão pelo ensino e compromisso com a excelência serviram como farol que iluminou nossos caminhos, proporcionando não apenas um guia, mas também um exemplo a ser seguido.

A nossos amigos e colegas de curso, em especial Ibio Nascimento Fontana e Ana Clara Viana, que compartilharam conosco essa jornada acadêmica. As discussões, trocas de ideias e momentos de descontração foram valiosos e enriqueceram nossa experiência universitária.

À Universidade Pontifícia Católica de Goiás e a todos os professores do curso de Biomedicina, pelo conhecimento transmitido e pela formação acadêmica de qualidade.

Muito obrigado a todos!

"A água é o principal agente que molda a superfície da Terra. Ela não apenas sustenta a vida, mas também preserva as memórias das civilizações passadas em seus leitos e depósitos. Sem a conservação cuidadosa de nossos recursos hídricos, perdemos não apenas um recurso vital, mas também a capacidade de entender nosso próprio passado " (Sylvia Earle,2009).

RESUMO

A água é um recurso natural essencial para a vida, sendo sua qualidade, uma característica extremamente importante para avaliar as possibilidades de seu uso. O presente estudo tem como objetivo analisar as condições da qualidade da água no trecho alto do Canguçu e de seu tributário, na zona de influência do Núcleo A do Complexo Arqueológico de Serranópolis, classificado como corpo d'água Classe 2, localizadas na Bacia do Rio Verde, no Estado de Goiás. A avaliação das características físico-químicas, tais como: pH, condutividade, sólidos totais dissolvidos, turbidez, dureza, alcalinidade, cloreto, ferro, sulfato, oxigênio dissolvido, gás carbônico, demanda química de oxigênio, demanda bioquímica de oxigênio e temperatura. As análises foram avaliadas de acordo com os limites de quantificação da legislação CONAMA 357/2005 e a metodologia do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Os resultados obtidos indicam que a qualidade da água está em conformidade com os limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005, deste modo, a água não tem influenciado de forma negativa na preservação e manutenção dos artefatos e dos sítios arqueológicos.

Palavras-chave: Água, Análise, Uso, Qualidade, Legislação.

ABSTRACT

Water is a natural resource essential for life, and its quality is an extremely important characteristic for evaluating the possibilities of its use. The present study aims to analyze the water quality conditions in the upper course of the Canguçu stream and its tributary, in the zone of influence of Nucleus A of the Serranópolis Archaeological Complex, classified as a Class 2 water body, located in the Rio Basin Verde, in the State of Goiás. The evaluation of physical-chemical characteristics, such as: pH, conductivity, total dissolved solids, turbidity, hardness, alkalinity, chloride, iron, sulfate, dissolved oxygen, carbon dioxide, chemical oxygen demand, biochemistry of oxygen and temperature. The parameters were evaluated in accordance with the quantification limits of the CONAMA 357/2005 legislation and the methodology of the Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. The results obtained indicate that the water quality complies with the limits established by CONAMA 357/2005, therefore, the water has not negatively influenced the preservation and maintenance of artifacts and archaeological sites.

Keywords: Water; analysis, use, quality, legislation.

QUADROS E TABELAS

Quadro 1. Limiares classificatórios para corpos d'água de classe II	5
Quadro 2. Instrumentos legais para o patrimônio arqueológico	10
Quadro 3. Acondicionamento, preservação e prazo das amostras	16
Tabela 1. Resultados obtidos	20

FIGURAS

Figura 1. Delimitação do Complexo Arqueológico de Serranópolis e Núcleos	7
Figura 2. Processo erosivo expondo o latossolo vermelho no Núcleo A	11
Figura 3. Vista da paisagem nas proximidades do córrego Canguçu	12
Figura 4. O córrego Canguçu	13
Figura 5. Córrego intermitente tributário do córrego Canguçu	14
Figura 6. Curso do córrego Canguçu	14
Figura 7. Frascos etiquetados com dados de campo e da amostra	15

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo geral	2
2.2. Objetivos específicos	2
3. REFERENCIAL TEÓRICO	3
3.1. Importância da qualidade da água	3
3.2. Classificação das águas de acordo com a Conama 357/05	4
3.3. Complexo arqueológico de Serranópolis	6
3.4. Política e normatização das águas	8
3.5. Contexto ambiental da área de estudo	10
4. MATERIAL E MÉTODOS	13
4.1. Área do estudo	13
4.2. Amostragem	15
4.3. Parâmetros físico-químicos e biológicos	16
4.3.1. Variáveis limnológicas	16
4.3.2. Turbidez	17
4.3.3. Alcalinidade	17
4.3.4. Oxigênio Dissolvido	17
4.3.5. Cloretos	17
4.3.6. Dureza	17
4.3.7. Ferro Total	17
4.3.8. Sulfato (SO_4^{2-})	18
4.3.9. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	18
4.3.10. Demanda Química de Oxigênio	18
4.3.11. Cor	18
4.3.12. Gás Carbônico Dissolvido (CO_2 Dissolvido)	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
REFERÊNCIAS	28

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso vital para a existência da vida em nosso planeta. Contudo, a intensificação das atividades humanas compromete sua qualidade em diversas regiões do mundo. Além da interferência humana em sua qualidade, sua própria condição natural pode contribuir ou comprometer a saúde humana e ambiental e com a preservação das paisagens naturais e do legado cultural humano. Nesse contexto, a preservação da qualidade da água em áreas de significância histórica e arqueológica como o Complexo Arqueológico de Serranópolis (CAS), de valor cultural e histórico inestimáveis, assume uma importância ainda maior.

A qualidade da água das coleções de água superficiais e subterrâneas do CAS implica diretamente na preservação desse patrimônio, potencialmente afetando os vestígios arqueológicos nos sítios e a biodiversidade local. Desta forma, compreender a importância da qualidade da água nesse contexto específico é fundamental, além de necessária para aferir-se a observância dos parâmetros legais estabelecidos por lei, , como a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 357 de 17 de março de 2005, responsável pelos padrões de qualidade dos corpos hídricos no Brasil em função dos seus preponderantes (BRASIL,2005) e a lei de Recursos Hídricos 9.433 de 8 de janeiro de 1997, que estabelece critérios para “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos”, esta última valioso instrumento para delimitar as ações que visem assegurar a sustentabilidade dos recursos hídricos (BRASIL,1997).

Desta forma, este estudo pretendeu estabelecer um diagnóstico de parâmetros físicos, químicos e biológicos da água dos córregos Canguçu e de um tributário intermitente sem nome que nascem do testemunho geológico que ostenta os sítios arqueológicos GO-Ja-01, GO-Ja-02, Go-Ja-08 e Go-Ja-08a, coletivamente referidos como “Núcleo A” do Complexo Arqueológico de Serranópolis (SCHMITZ *et al.* 1989).

Limites orçamentários, logísticos e de infraestrutura laboratorial, bem como a anormal pluviosidade no período impediram a realização de coleta de amostras, a análise de um número maior de parâmetros, contemplar a sazonalidade e o reconhecimento mais aprofundado dos aspectos sócio-econômicos e ecológicos da área de estudo.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Caracterizar as condições da qualidade da água no trecho alto do Córrego Canguçu e de um seu tributário sem nome, na zona de influência do Núcleo A do Complexo Arqueológico de Serranópolis.

2.2. Objetivos específicos

- Avaliar as condições limnológicas e de qualidade das águas superficiais de acordo com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA N°357/2005 para água classe II, nos pontos amostrais;
- Analisar os resultados dos parâmetros monitorados em função de aspectos do uso e ocupação da área do entorno;
- Analisar a influência da qualidade da água e dos corpos d'água na preservação do patrimônio e informação resgatável do Complexo Arqueológico de Serranópolis.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Importância da qualidade da água

Como mencionado acima a água é uma fonte essencial para a manutenção da vida, para além disso é necessário que a água tenha uma qualidade já que é fundamental para garantir e preservar a saúde humana e o meio ambiente. De acordo com a resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece os padrões de qualidade da água no Brasil, considerando diferentes classes de enquadramento conforme os principais usos da água. Esses padrões determinam os limites aceitáveis para vários parâmetros físico-químicos e microbiológicos, garantindo a qualidade apropriada da água para os fins estabelecidos (CONAMA, 2005).

Os parâmetros comuns avaliados de acordo com a CONAMA 357 incluem pH, turbidez, oxigênio dissolvido, dureza, alcalinidade, coliformes termotolerantes, entre outros. Dessa forma, ao avaliar a qualidade da água é possível verificar se os corpos d'água estão em conformidade com os critérios estabelecidos para diferentes usos, como abastecimento público, recreação, irrigação, entre outros, e identificar possíveis problemas de contaminação que possam afetar a qualidade da água e a sustentabilidade dos recursos hídricos.

A qualidade da água é de extrema importância para o Complexo Arqueológico de Serranópolis para a conservação do patrimônio, a água de qualidade é essencial para a preservação dos sítios arqueológicos, evitando danos causados por processos de erosão, lixiviação de minerais e outros impactos ambientais que podem afetar as estruturas e artefatos presentes no complexo (FAGAN, 2008). Assim como para a biodiversidade, pois a água de boa qualidade contribui para a manutenção da biodiversidade na região, o que pode influenciar indiretamente na preservação de espécies vegetais e animais que habitam o entorno do complexo arqueológico.

Bem como para o impacto cultural visto que a água é um elemento necessário na história e na cultura de povos antigos, podendo ter tido um papel significativo na vida cotidiana e nas práticas ritualísticas dos povos que habitaram a região. Portanto, esses parâmetros podem influenciar a compreensão e a interpretação das atividades humanas passadas nesse local. Do mesmo modo que a qualidade da água na região não apenas protege o patrimônio cultural e natural, mas também promove a sustentabilidade e a valorização desses importantes sítios arqueológicos .

3.2 Classificação das águas de acordo com a CONAMA 357/05

Esta classificação é regulada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), por meio da Resolução nº 357/05 que estabelece as classes das águas doces com base em seus principais usos, sendo a Classe especial designada como a de maior qualidade para consumo e preservação da vida, enquanto a Classe 4 é considerada de qualidade inferior, com uso restrito. Cada classe denominada possui níveis máximos de concentração para alguns parâmetros físicos e químicos e para alguns elementos considerados tóxicos (SOARES,2011).

O artigo 4 define os usos e as classes das águas:

“I – Classe especial - águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - Classe 1 - águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;
- d) 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
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - Classe 2 - águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;
- d) 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
- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

IV - Classe 3 - águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento

- convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

V - Classe 4 - águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação;
- b) à harmonia paisagística.

A classificação de corpos d'água estabelece o nível de qualidade a ser alcançado ou mantido ao longo do tempo. Mais do que uma simples classificação, o enquadramento deve ser visto como um instrumento de planejamento, pois deve tomar como base os níveis de qualidade que deveriam possuir ou ser mantidos para atender às necessidades estabelecidas pela sociedade e não apenas a condição atual do corpo d'água em questão (ANA,2014).

O enquadramento tem como objetivo garantir que as águas atendam aos padrões de qualidade necessários para os usos mais exigentes a que são destinadas, além de reduzir os custos relacionados ao combate à poluição da água por meio de ações preventivas contínuas (Artigo 9, Lei nº 9.433, de 1997). Seguindo deste ponto de vista a água em torno do complexo arqueológico é enquadrada como corpos de água de classe II (Quadro 1).

Quadro 1. Limiares classificatórios para corpos d'água de classe II

Parâmetros	Limites de concentração permissíveis.
Alcalinidade	Não especificado.
Cálcio Total	Não especificado.
Cloreto	Máximo de 250 mg/L.
Condutividade	Não especificado.
Cor	Máximo de 75 mg/L Pt-Co.
Demanda Bioquímica de Oxigênio	Máximo de 5 mg/L, considerando o valor médio de cinco dias.
Demanda Química de Oxigênio	Não especificado.
Dureza	Não especificado.
Ferro Total	Máximo de 0,3 mg/L.
Gás Carbônico Dissolvido (CO2 Dissolvido)	Não especificado.
Oxigênio Dissolvido	Mínimo de 5 mg/L em qualquer amostragem.
pH	Entre 6,0 e 9,0.
Resistividade	Não especificado.
Salinidade	Não especificado.
Sulfato Turbidimétrico	Máximo de 250 mg/L.
Temperatura	Não especificado.
Turbidez	Máximo de 100 UNT.

Fonte: CONAMA 357/2005.

3.3. Complexo arqueológico de Serranópolis

Os critérios para que uma região seja definida como patrimônio cultural, deve atender os requisitos estabelecidos pela UNESCO e outras entidades de preservação cultural. Esses critérios avaliam a importância histórica, cultural, arquitetônica e natural do local. Se esse bem cumpre pelo menos um dos critérios que se seguem. Segundo a UNESCO (2019), os bens propostos devem:

- “(i) representar uma obra-prima do gênio criador humano;
- (ii) exibir um intercâmbio importante de valores humanos, durante um dado período ou numa determinada área cultural do mundo, sobre o desenvolvimento da arquitetura ou da tecnologia, das artes monumentais, do planejamento urbano ou da criação de paisagens;
- (iii) constituir um testemunho único, ou pelo menos excepcional, de uma tradição cultural ou de uma civilização viva ou desaparecida;
- (iv) representar um exemplo excepcional de um tipo de construção ou de um conjunto arquitetônico ou tecnológico, ou de uma paisagem que ilustre um ou mais períodos significativos da história humana;
- (v) ser um exemplo excepcional de povoamento humano tradicional, da utilização tradicional do território ou do mar, que seja representativo de uma cultura (ou culturas), ou da interação humana com o meio ambiente, especialmente quando este último se tornou vulnerável sob o impacto de alterações irreversíveis.”

O conceito de sítio arqueológico é expresso nos textos do art. 2º da Lei Federal nº 3924/1961 e na Portaria IPHAN nº 316/2019 do Iphan e é definido como é o local onde se encontram vestígios resultantes de atividades humanas do período pré-colonial ou histórico, localizados em superfície, subsuperfície ou submersos, passível de contextualização arqueológica. (PAIVA, 2021).

Serranópolis é referência na história do povoamento do Cerrado por sua importância histórica da ocupação do território goiano, por sua beleza cênica e biodiversidade. Do ponto de vista arqueológico, o Complexo Arqueológico de Serranópolis (CAS) apresenta grande importância por sua complexidade, contendo mais de 30 sítios de populações caçadores-coletores e agricultores-ceramistas que ocuparam a região com datações que situam atualmente o início da ocupação humana na região por volta de 11.000 anos antes do presente. Entre os sítios cadastrados no IPHAN, destacam-se os abrigos sob rochas, onde foram registradas mais de 1.100 figuras pintadas e 4.000 gravuras, distribuídas em 14 dos 26 abrigos estudados (IPHAN, 2020).

Figura 1. Delimitação do Complexo Arqueológico de Serranópolis e Núcleos conforme SCHMITZ, 1987.



Fonte: BALIEIRO, 2020

Esses sítios arqueológicos em arte rupestre são patrimônios e monumentos singulares, de valor inestimável, uma vez que trazem representações da vida humana em tempos remotos. (IPHAN,2020). Schmitz *et al.* (1989) caracteriza o CAS, cataloga suas descobertas, define os núcleos de sítios (Figura 1) e caracteriza sua ocupação em quatro fases, duas pré-cerâmicas (Paranaíba e Serranópolis) e duas fases cerâmicas (Una e Tupiguarani), sendo estas fases definidas como um tipo peculiar de padrão de assentamento, assembleias específicas de artefatos, práticas de subsistência e outras características culturais que distinguem esse período de outros, isto é, uma unidade temporal e cultural dentro de uma sequência arqueológica (SCHMITZ *et al.* 1989).

Por suas características e natureza, os sítios do CAS apresentam um patrimônio arqueológico com circunstâncias peculiares de conservação e disposição estratigráfica, fornecendo evidências importantes sobre as mudanças ambientais e possibilitando uma observação de ocupações e mudanças culturais sucessivas, portanto possuindo um importante papel na compreensão da arqueologia do Brasil e da América do Sul (ORTEGA, 2012, BARBOSA, 2002).

3.4. Política e normatização das águas

A Política Nacional de Recursos Hídricos é definida com base na Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 e estabelece os princípios, diretrizes e meios para a gestão dos recursos hídricos no Brasil, objetivando garantir seu uso sustentável promovendo o desenvolvimento socioeconômico e contém, como fundamentos, sua caracterização como bem de domínio público e recurso natural limitado dotado de valor econômico que, em caso de escassez deve ter priorizado seu uso para a dessedentação dos humanos e demais animais; que a gestão dos recursos hídricos deve proporcionar seu uso múltiplo e que a unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos gestão são as bacias hidrográficas e que a gestão dos recursos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. (BRASIL, 1997) (Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997).

Desta forma, esta política objetiva garantir à geração atual e futuras a disponibilidade da água com padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, com uso sustentável integrado e racional que inclui transporte aquaviário, proteção e defesa dos recursos hídricos contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais e incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais. (BRASIL, 1997).

Complementarmente, a Resolução nº 357/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece uma classificação para as águas doces com base em seu uso e destino. Cada classe denominada possui níveis máximos de concentração para alguns parâmetros físicos e químicos e para alguns elementos considerados tóxicos (SOARES,2011). Em seu artigo 4º, esta resolução define:

“I – Classe especial - águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - Classe 1 - águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;

- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;
 - d) 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
 - e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
- III - Classe 2 - águas que podem ser destinadas:
- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
 - b) à proteção das comunidades aquáticas;
 - c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;
 - d) 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
 - e) à aquicultura e à atividade de pesca.
- IV - Classe 3 - águas que podem ser destinadas:
- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
 - b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
 - c) à pesca amadora;
 - d) à recreação de contato secundário; e
 - e) à dessedentação de animais.
- V - Classe 4 - águas que podem ser destinadas:
- a) à navegação;
 - b) à harmonia paisagística.

Esta classificação de corpos d'água estabelece o nível de qualidade a ser alcançado ou mantido ao longo do tempo e deve ser visto como um instrumento de planejamento, pois deve tomar como base os níveis de qualidade que deveriam possuir ou ser mantidos para atender às necessidades estabelecidas pela sociedade e não apenas a condição atual do corpo d'água em questão (ANA,2014). Este enquadramento objetiva garantir sua qualidade compatível com os usos mais exigentes a que são destinadas, reduzir os custos relacionados ao seu tratamento conforme Brasil, (1997).

Dentre os instrumentos legais específicos para o patrimônio arqueológico existente no Brasil, podem-se relacionar as normas constitucionais e as infraconstitucionais. Como normas constitucionais, têm-se os artigos 20, 23 e 216, além de outros recursos, como mostra o quadro 2.

Quadro 2. Instrumentos legais para o patrimônio arqueológico

Natureza	Instrumento	
	Identificação	Descrição
Constitucional	Artigo 20, linha X	Cavidades naturais e sítios arqueológicos.
	Artigo 23, linha III	Proteção de monumentos, obras de arte e sítios arqueológicos.
	Artigo 216, linha V	Conjuntos urbanos; sítios de valor histórico paisagístico, paleontológico e arqueológico.
Legislação	Decreto- Lei 25	Constitui o Sphan (IPHAN).
	Lei 3.924/61	Dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos.
	Lei 7.542/86	Dispõe sobre a pesquisa e exploração de bens submersos, afundados ou encalhados.
Portarias	06/79- Interministerial	Aprova normas para condução de pesquisa e exploração de bens submersos, afundados ou encalhados.
	07/88- IPHAN	Estabelece os procedimentos para licenciamento de pesquisas em sítios arqueológicos.
	230/02- IPHAN	Estabelece os procedimentos para licenciamento de pesquisas em projetos de salvamento arqueológico.
Resolução	Conama 01	Fundamenta os estudos de impacto ambiental em qualquer forma de empreendimento e inclui o patrimônio cultural e arqueológico.

Fonte: NETTO, 2003 Adaptado.

3.5. Contexto ambiental da área de estudo

A região do Complexo Arqueológico de Serranópolis está localizada na região Centro-Oeste do Brasil, possui um clima tropical com temperaturas médias entre 24 e 26°C durante todo o ano e duas estações bem definidas, a estação chuvosa (verão) e a estação seca. Essas condições climáticas impactam diretamente na quantidade e distribuição das chuvas, influenciando a disponibilidade e qualidade da água na região

REFERENCIA.

A região de Serranópolis um relevo com apresenta topografias variadas que inclui áreas planas e de declive suave intercaladas com morros. O relevo afeta diretamente o escoamento das águas, fazendo com que as regiões mais elevadas contribuam para a formação de nascentes e com baixos que tendem a ser inundados (SCHMITZ *et al.* 1989).

Do ponto de vista geológico, a região do Complexo se insere na Bacia Sedimentar do Paraná, com maior abundância de Latossolos (aproximadamente 50%) e frações secundárias de Nitossolos e Argissolos, Cambissolos, Neossolos e Gleissolos, abrangendo uma área de 47.300km². Argissolos e Latossolos, são altamente intemperados e de grande fertilidade superficial, entretanto são frágeis e, quando mal geridos e adulterados facilmente são erodidos, arrastando para os corpos d'água grande quantidade de sedimentos e nutrientes, potencializando sua degradação (Figura 2). O fato dos depósitos aluviais ciliares gerados por esse fenômeno serem altamente férteis complica ainda mais a situação, uma vez que é atrativo para a prática agrícola que usualmente despreza marcos legais de proteção e contribui ainda com o aporte de agrotóxicos e fertilizantes e esterco nos corpos d'água (BALIEIRO,2020). A ocorrência predominante de Latossolos deriva de processos pedogenéticos das formações advindas da cobertura quaternária arenosa indiferenciada das rochas das formações Cachoeirinha, Adamantina e da Serra Geral (SCOPEL *et al.* 2005).

Figura 2. Processo erosivo expondo o latossolo vermelho em pastagem próxima ao sítio GO-Ja-02 do Núcleo A.

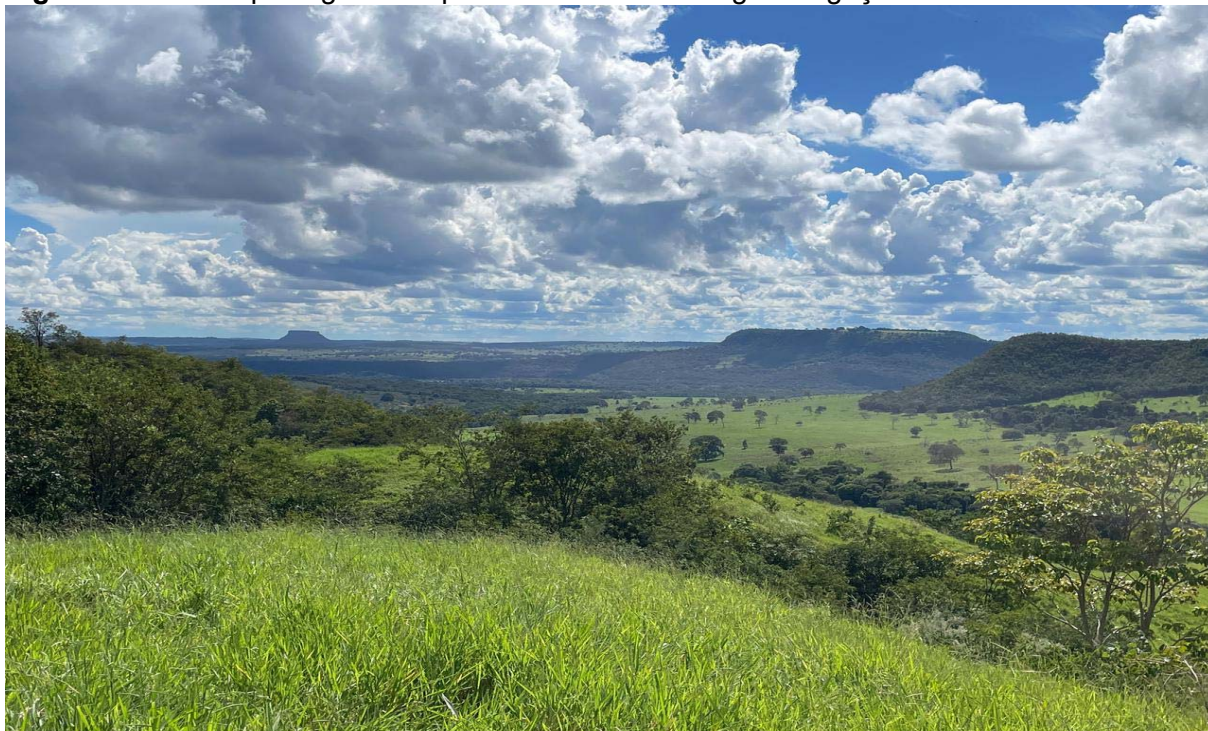


Fonte: Acervo Projeto Serranópolis

A paisagem natural da região está inserida no bioma Cerrado, caracterizado por uma vegetação adaptada a solos pobres em nutrientes e sujeita a períodos prolongados de seca (KLINK e MACHADO, 2005). A vegetação do Cerrado desempenha papéis importantes na manutenção da qualidade da água, atuando na

proteção do solo contra a erosão, na regulação do ciclo hidrológico e na filtragem de poluentes. O Cerrado abrange as bacias hidrográficas do Amazonas, do Paraná e do São Francisco, formando um corredor ecológico ou uma área de Tensão Ecológica rica em biodiversidade e com alto nível de endemismos (RIBEIRO e WALTER, 2008). Devido ao relevo variado, a região estudada apresenta fitofisionomias florestais, savânicas e campestres, porém com vasta adulteração para o uso agrícola (Figura 3).

Figura 3. Vista da paisagem nas proximidades do córrego Canguçu.



Fonte: Fotografia dos autores

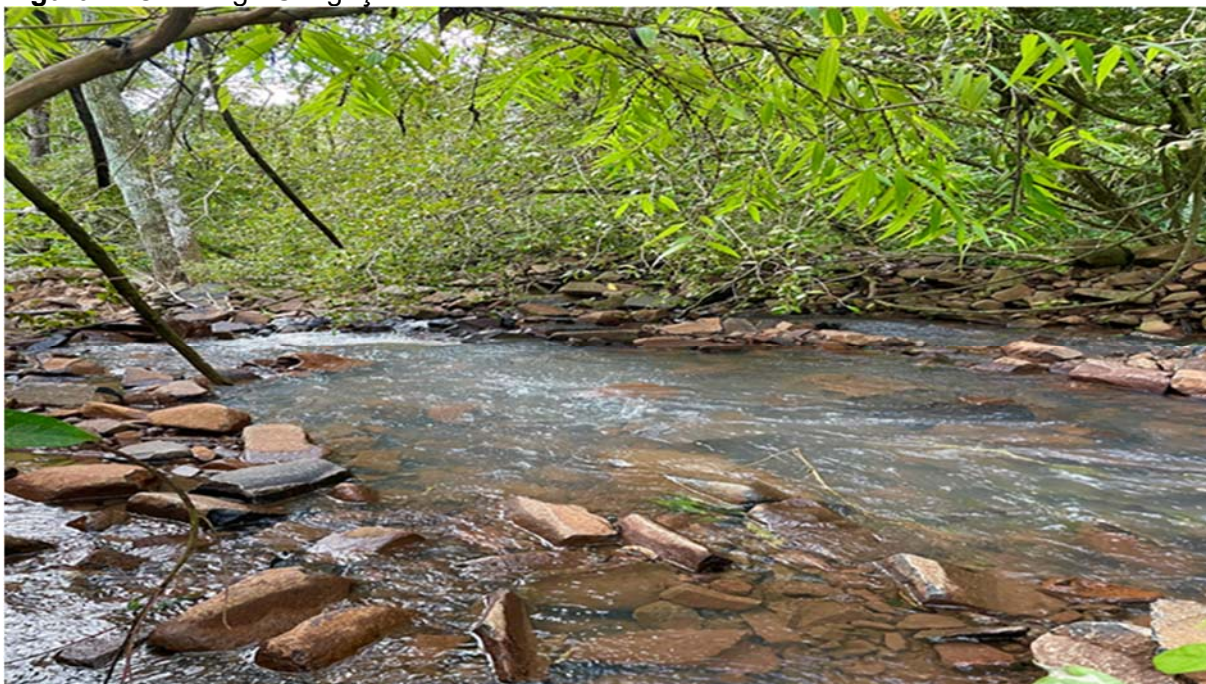
4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área do estudo

A área de estudo compreende dois cursos d'água denominados córrego Canguçu e um seu afluente, temporário, que não possui nome que são situados a algumas dezenas de metros de distância dos sítios arqueológicos GO-Ja-08 e GO-Ja-08a, que fazem parte do Núcleo A do CAS. Este núcleo, além dos sítios acima, abrange também os sítios GO-Ja-01 e GO-Ja-02. Todos os sítios do Núcleo A são sítios arqueológicos encontrados sob abrigos naturais do relevo e manifestam um patrimônio composto por expressões culturais como pinturas rupestres, gravuras e uma quantidade de outras evidências na forma de cultura material (manufatura lítica, cerâmica, material arqueobotânico e zooarqueológico), bem como esqueletos de indivíduos de diferentes fases ocupacionais nos seus níveis deposicionais.

Os córregos Canguçu (Figura 4) e seu afluente inominado (figura 5), bem como os córregos Bela Vista, Inacinho e Barreiro tem suas nascentes oriundas do mesmo testemunho do relevo que contém os sítios do Núcleo A e fazem parte da bacia hidrográfica do rio Verde, contribuinte do rio Paranaíba, que forma o rio Paraná. (Figura 6). Apesar do caráter patrimonial, a totalidade das redondezas se situa em propriedades privadas que usufruem dos córregos da região como fonte utilitária de água, bem como os próprios córregos são utilizados como balneário e pontos de lazer.

Figura 4. O córrego Canguçu



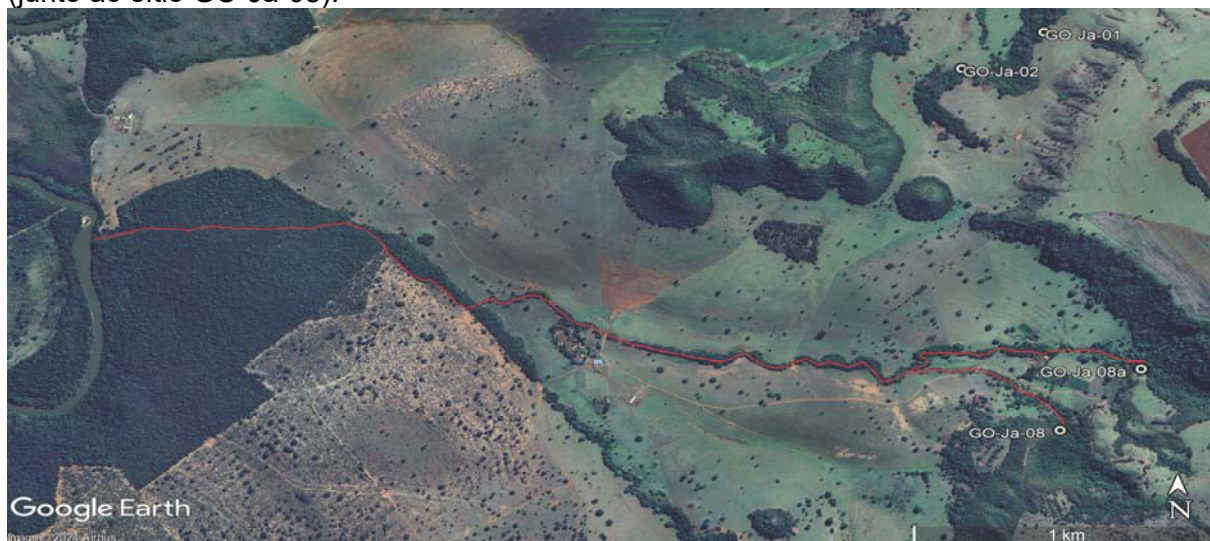
Fonte: Fotografia dos autores

Figura 5. Córrego intermitente tributário do córrego Canguçu



Fonte: Fotografia dos autores

Figura 6. Curso do córrego Canguçu (junto ao sítio GO-Ja-08a) e seu tributário intermitente (junto ao sítio GO-Ja-08).



Fonte: Autoral

Da paisagem natural pouco restam remanescentes, e eles estão circunscritos às encostas demasiadamente íngremes para serem utilizadas e topos de morros. O restante do ambiente ao redor está transformado e é utilizado como pastagem.

4.2. Amostragem

As coletas foram realizadas em abril de 2024, final do período úmido, e à época afetado por intensa e duradoura pluviosidade. Os pontos amostrados foram selecionados por serem os mais próximos dos respectivos abrigos e que permitisse uma coleta com mínima interferência marginal e à máxima profundidade.

Para os ensaios laboratoriais, as amostras foram coletadas em frascos de polietileno ou vidro, com e sem agentes de preservação necessários para a análise dos parâmetros avaliados. Imediatamente após a coleta, as amostras foram acondicionadas em caixa térmica e mantidas sob constante refrigeração abaixo de 4°C. Os procedimentos para a realização da coleta, armazenamento, transporte e análise das amostras de água seguiram as recomendações do Standard Methods da American Water Works Association (AWWA), 23ª edição (APHA, 2017).

Os recipientes contendo as amostras foram identificados por meio de etiquetas com os dados de campo, como data e hora da coleta, ponto amostral, tipo de preservação, validade da amostra, estrato na coluna d'água, tipo de ensaio e acondicionadas em caixas térmicas com gelo até o envio ao laboratório (Figura 7).

Figura 7. Frascos etiquetados com dados de campo e da amostra



Fonte: Fotografia dos autores

Após as coletas em campo, as amostras foram destinadas, respeitando rigorosamente os prazos de validade intrínsecos a cada parâmetro avaliado descritos abaixo (Quadro 3), via transporte terrestre para o Laboratório de Análises Ambientais (LAM) da Escola de Ciências Médicas e da Vida (ECMV) da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás), situado na cidade de Goiânia/GO.

Em todos os ensaios realizados, os limites de quantificação utilizados serão menores ou iguais aos valores máximos permitidos de acordo com a Conama 357/2005. Os equipamentos utilizados são calibrados em total atendimento aos requisitos da ABNT 17.025 e com o INMETRO.

Quadro 3. Método de acondicionamento, preservação e prazo das amostras de água coletadas (AWWA, 2017); (CETESB, 2011).

Análise	Conservante	Frasco	Tempo de Análise
Alcalinidade	Temperatura 4°C	Frasco de PVC	14 dias
Cálcio Total	Temperatura 4°C	Frasco de PVC	12 horas
Cloreto	Temperatura 4°C	Frasco de PVC	28 dias
Condutividade	Medição <i>in situ</i>	-	Imediato
Cor	Temperatura 4°C	Frasco de PVC	48 horas
Demanda Bioquímica de Oxigênio	Temperatura 4°C	Frasco de vidro	48 horas
Demanda Química de Oxigênio	Temperatura 4°C + Ácido Sulfúrico. pH ≤ 2,0	Frasco de vidro	48 horas
Dureza	Temperatura 4°C	Frasco de PVC	12 horas
Ferro Total	Temperatura 4°C Ácido Nítrico.	Frasco de Vidro ou PVC	6 meses
Gás Carbônico Dissolvido (CO ₂ Dissolvido)	Temperatura 4°C	Frasco de Vidro	48 horas
Oxigênio Dissolvido	Medição <i>in situ</i>	-	Imediato
pH	Medição <i>in situ</i>	-	Imediato
Resistividade	Medição <i>in situ</i>	-	Imediato
Salinidade	Medição <i>in situ</i>	-	Imediato
Sulfato Turbidimétrico	Temperatura 4°C	Frasco de PVC	28 dias
Temperatura	Medição <i>in situ</i>	-	Imediato
Turbidez	Temperatura 4°C	Frasco de PVC	48 horas

4.3. Parâmetros físico-químicos e biológicos

Todos os reagentes utilizados nas análises foram adquiridos do fornecedor Alfakit e contam com certificados de calibração.

4.3.1. Variáveis limnológicas

As variáveis limnológicas temperatura, pH, condutividade, oxigênio dissolvido e potencial redox foram aferidos *in situ* por métodos potenciométricos obtidos por meio de sonda multiparamétrica Hanna modelo HI 98194 devidamente calibrada e aferida.

4.3.2. Turbidez:

Turbidez é uma medida da quantidade de partículas em suspensão na água, influenciando na penetração da luz e no habitat aquático. Foi avaliada por método comparativo em turbidímetro de bancada ALFAKIT, calibrado e aferido contra padrão de turbidez de $193 \pm 5\%$ NTU do mesmo fornecedor e água destilada segundo o método de referência SMWW 2130 B (APHA *et al.*, 2017).

4.3.3. Alcalinidade:

Alcalinidade é a capacidade da água de neutralizar ácidos, sendo um indicador da resistência do pH às mudanças. Foi aferida por meio titulométrico ácido-base com solução de ácido sulfúrico ou ácido clorídrico, conforme o método SMWW 2320 B (APHA *et al.*, 2017).

4.3.4. Oxigênio Dissolvido:

Oxigênio dissolvido é essencial para a vida aquática, e sua concentração na água reflete a qualidade do habitat aquático. O parâmetro foi aferido em campo, através de sonda multiparamétrica equipada com eletrodo de membrana, conforme o método SMWW 4500-O G (APHA *et al.*, 2017).

4.3.5. Cloretos:

Os íons de cloreto podem estar presentes na água devido a diversas fontes, como água do mar, escoamento urbano e águas residuais. A determinação de cloretos foi efetuada através de método titulométrico (argentométrico), conforme o método SMWW 4500-Cl- B. (APHA *et al.*, 2017).

4.3.6. Dureza:

Dureza da água refere-se à concentração de íons de cálcio e magnésio, podendo afetar a formação de incrustações em tubulações e equipamentos. Foi aferida por método titulométrico contra EDTA, conforme o método SMWW 2340 C (APHA *et al.*, 2017).

4.3.7. Ferro Total

A aferição de ferro total foi efetuada por espectrometria após solubilização e complexação com fenantrolina conforme o método SMWW 3500-Fe B (APHA *et al.*, 2017).

4.3.8. Sulfato (SO_4^{2-})

Sulfato é amplamente distribuído na natureza e pode estar presente em águas naturais em concentrações até vários milhares de miligramas por litro. Rejeitos de mineração podem contribuir com grandes quantidades de sulfato pela oxidação da pirita. Foi aferido por turbidimetria em espectrofotômetro após precipitação em meio ácido e complexação com cloreto de Bário conforme o método SMWW 4500-SO42- (APHA *et al.*, 2017).

4.3.9. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A demanda bioquímica de oxigênio é um parâmetro utilizado para determinar o consumo de oxigênio relativo principalmente em efluentes e águas poluídas. O teste mede o oxigênio molecular consumido durante um período específico de incubação para degradar bioquimicamente matéria orgânica, oxidar material inorgânico e oxidar formas reduzidas de nitrogênio. O parâmetro foi avaliado conforme o método SMWW 5210 B (APHA *et al.*, 2017).

4.3.10. Demanda Química de Oxigênio

A determinação da demanda química de oxigênio (DQO) quantifica oxirredução de matéria orgânica, assim esse método é fundamental para avaliar a água em termos de sua carga orgânica. O parâmetro foi analisado conforme o método SMWW 5220 B (APHA *et al.*, 2017).

4.3.11. Cor

O parâmetro de cor na análise da qualidade da água refere-se à intensidade da coloração presente na água, que pode ser causada por substâncias orgânicas dissolvidas, como compostos de origem vegetal ou matéria orgânica em decomposição. Para avaliação da cor aparente da água foi utilizado colorímetro AKSO conforme o método SM 2120 B (APHA *et al.*, 2017).

4.3.12. Gás Carbônico Dissolvido (CO_2 Dissolvido)

A detecção de dióxido de carbono em amostras de água envolve a adição de fenolftaleína seguida pela titulação com carbonato de sódio. O método utilizado para análise foi o SM 4500-CO₂ D (APHA *et al.*, 2017)

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A preservação de um complexo arqueológico está intimamente ligada à qualidade da água nos córregos próximos, como o Córrego Canguçu e seu intermitente. A qualidade da água pode ser representada através de diversos parâmetros, que traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas (VON SPERLING, 1996). De acordo com o combate à poluição da água por meio de ações preventivas contínuas (Artigo 9, Lei nº 9.433, de 1997). Seguindo deste ponto de vista a água em torno do complexo arqueológico é enquadrada como corpos de água de classe II.

Para serem classificados como classe II, os corpos de água devem atender a certos parâmetros de qualidade, tais como:

- Oxigênio Dissolvido (OD): Não deve ser inferior a 5 mg/L.
- pH: Deve estar entre 6 e 9.
- Coliformes Termotolerantes: Não devem ultrapassar 1000 NMP (Número Mais Provável) por 100 mL.
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO): Deve ser de até 5 mg/L.
- Substâncias tóxicas: A presença de substâncias químicas e metais pesados deve estar dentro dos limites estabelecidos pela legislação.

Neste fragmento será abordado cada parâmetro e análise dos resultados obtidos em função dos usos e ocupações da área do entorno, considerados os resultados obtidos *in situ* e *ex situ*, bem como também a influência da qualidade da água e dinâmica hídrica dos corpos d'água na preservação do patrimônio e a importância do monitoramento constante. Os dados obtidos são apresentados resumidamente na Tabela 1.

O pH corresponde a concentração de íons de hidrogênio (H⁺). Este parâmetro indica a acidez ou alcalinidade da água. A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies (CETESB, 2018). Os critérios de proteção à vida aquática estão estabelecidos com o pH entre 6 e 9. De acordo com os dados obtidos da análise de potencial hidrogeniônico realizada em campo do Córrego canguçu apresentou pH de 5,91 e o córrego intermitente o pH ligeiramente alcalino (7,59) é favorável para a maioria dos materiais arqueológicos, prevenindo a corrosão ácida.

Tabela 1. Resultados obtidos

Parâmetro	Córrego Canguçu	Córrego Intermitente	Grandeza
Alcalinidade	20,0	54,0	mg/L $^{-1}$ CaCO ₃
Cloreto	8,87	12,4	mg/L $^{-1}$ Cl ⁻
Dureza Total	24,0	64,0	mg/L $^{-1}$ CaCO ₃
Ferro Total	0,47	0,46	mg/L Fe
Sulfato Turbidimétrico	9,2	10,0	mg/L SO ₄ ²⁻
Oxigênio Dissolvido	6,28	6,25	mg/L O ₂
Saturação De Oxigênio	83,2	83,2	% O ₂
Demanda Bioquímica O ₂	0,4	0,3	mg/L O ₂
Demanda Química O ₂	4,0	6,0	mg/L O ₂
Turbidez	16	41	NTU
pH	5,91	7,59	-
Potencial Redox	270,2	236,7	mV
Condutividade Elétrica	60	166	μS/cm
Resistividade Elétrica	16670	6024	Ω/cm
Temperatura	25,59	25,94	°C
Cor Aparente	0	0	PCU
Sólidos Totais Dissolvidos	30	83	mg/L

O potencial de oxirredução 236,7 mV indica boas condições para a oxidação de matéria orgânica no córrego intermitente, o que é positivo para a manutenção de um ambiente estável ao redor dos artefatos. O córrego Canguçu, entretanto, denota uma discrepância no pH que sugere atenção. Ambos, entretanto, estão dentro dos limites aceitáveis de conformidade estabelecidos pela legislação.

A temperatura da água é um parâmetro fundamental para compreender a dinâmica dos ecossistemas aquáticos. Ela influencia diretamente diversos processos biológicos, químicos e físicos, como a taxa de metabolismo dos organismos aquáticos, a solubilidade de gases e nutrientes, e a velocidade das reações químicas (ESTEVES, 2011). A temperatura em torno de 25°C, embora não excessiva, deve ser monitorada, pois variações significativas de temperatura podem afetar a solubilidade de gases e a estabilidade dos materiais arqueológicos. Na região próxima ao Complexo Arqueológico de Serranópolis, a variação sazonal da temperatura da água pode ser influenciada por fatores como a radiação solar, a cobertura vegetal e as atividades humanas. Essa variação sazonal pode afetar a biodiversidade e a distribuição dos organismos aquáticos, bem como a qualidade da água (LIMA *et al.*, 2018). Ao monitorar a temperatura da água ao longo do tempo, será possível identificar padrões sazonais e tendências de aquecimento, o que é essencial para avaliar os impactos das mudanças climáticas e das atividades humanas nos ecossistemas aquáticos da região (SILVA *et al.*, 2016).

A alcalinidade indica a capacidade da água de neutralizar ácidos, sendo influenciada principalmente por bicarbonatos e carbonatos. Variações na alcalinidade podem afetar a disponibilidade de nutrientes e a vida aquática (CASTRO *et al.*, 2019). Manter a alcalinidade estável é crucial para evitar corrosão e deterioração dos artefatos. Os valores de alcalinidade no Córrego Canguçu foram de 20,0 mg/L, enquanto no córrego intermitente foi registrado um valor mais alto, de 54,0 mg/L. A alta condutividade elétrica na água, como indicado pelos valores relatados, pode sugerir a presença de íons dissolvidos, o que pode estar associado à contaminação por atividades humanas, como a agricultura por fertilizantes agrícolas (SILVA *et al.*, 2019). Isso ressalta a necessidade de controle dessas atividades para preservar a integridade ambiental da região e evitar danos ao complexo arqueológico.

O parâmetro de cor na análise da qualidade da água refere-se à intensidade da coloração presente na água, que pode ser causada por substâncias orgânicas dissolvidas, como compostos de origem vegetal ou matéria orgânica em decomposição. A cor da água pode variar devido a fatores naturais, como a presença de taninos em áreas de floresta, ou a atividades humanas, como descargas de efluentes industriais ou domésticos (CETESB, 2011; PINHEIRO *et al.*, 2013). O valor obtido de ambos os córregos não indica a presença de substâncias ou condições que afetem a cor destes corpos d'água.

A turbidez da água é uma medida da claridade visual e refere-se à quantidade de partículas em suspensão na água. Essas partículas podem incluir sedimentos, argila, matéria orgânica e microrganismos. A turbidez é frequentemente expressa em unidades de NTU (Nephelometric Turbidity Units) ou FTU (Formazin Turbidity Units). Níveis elevados de turbidez podem afetar a vida aquática, pois reduzem a penetração da luz solar na água, prejudicando a fotossíntese das plantas aquáticas e, conseqüentemente, a produção de oxigênio. Além disso, a presença de partículas em suspensão pode favorecer a adesão de poluentes químicos, como metais pesados e agroquímicos, impactando a qualidade da água e a saúde dos ecossistemas aquáticos (PINHEIRO *et al.*, 2013). Na região do complexo arqueológico de Serranópolis, altos níveis de turbidez podem ser indicativos de processos erosivos resultantes do desmatamento, da agricultura intensiva e da urbanização desordenada.

Oxigênio dissolvido é a quantidade de oxigênio presente na água em forma molecular (O₂) e é essencial para a respiração e sobrevivência dos organismos

aquáticos. É medida em miligramas por litro (mg/L) ou em percentagem de saturação. A disponibilidade de oxigênio na água é influenciada por vários fatores, incluindo a temperatura, a pressão atmosférica, a agitação da água e a presença de organismos que consomem oxigênio. Valores adequados de oxigênio dissolvido são necessários para manter a vida aquática saudável e equilibrada. A boa saturação de oxigênio dissolvido (83,2% e 6,28 mg/LDO) do córrego Canguçu e do córrego intermitente (83,0 e 6,25 mg/LDO) é essencial para a manutenção da vida aquática, que, por sua vez, contribui para a preservação do ecossistema ao redor do complexo arqueológico. Águas com níveis adequados de oxigênio dissolvido podem suportar uma biodiversidade saudável, contribuindo para a sustentabilidade ecológica da região (TUNDISI e TUNDISI, 2008).

Os sólidos totais dissolvidos (STD) representam a quantidade total de matéria sólida presente na água que foi dissolvida em forma de íons, moléculas ou partículas coloidais. Essa medida é importante para avaliar a concentração de substâncias dissolvidas na água, como sais minerais, nutrientes e compostos orgânicos. Os dados analisados de campo resultaram com STD do córrego canguçu de 30 mg/L, enquanto o córrego intermitente apresentou um valor se sólidos totais dissolvidos de 83 mg /L. Nesse contexto, altos níveis de STD podem indicar poluição e contaminação, afetando não apenas a vida aquática, mas também a saúde humana e os ecossistemas.

A condutividade elétrica da água é uma medida da sua capacidade de conduzir corrente elétrica, influenciada pela presença e concentração de íons dissolvidos, como sais minerais, metais e compostos orgânicos. A condutividade da água do córrego canguçu se apresentou com um valor de 60 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e no córrego intermitente, uma maior condutividade de 166 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Uma maior condutividade pode sugerir a presença de íons dissolvidos, o que pode estar associado à contaminação por atividades humanas, como a agricultura por fertilizantes agrícolas (SILVA *et al.*, 2019). Essa contaminação pode afetar não apenas a qualidade da água, mas também representar uma ameaça aos artefatos e pinturas do complexo arqueológico. Por outro lado, uma condutividade muito baixa também pode ser preocupante, pois pode indicar a falta de nutrientes essenciais para os ecossistemas aquáticos próximos ao sítio arqueológico

Cloretos são dos íons mais comuns na água e pode ter várias fontes de entrada, incluindo a água do mar, a água subterrânea salina e o escoamento superficial contaminado. Sua presença na água pode ser natural, mas também pode ser

resultado de atividades humanas. Altos níveis de cloreto na água podem afetar o sabor da água potável e podem causar corrosão em equipamentos de encanamento e tubulações. O teor de cloreto no Córrego Canguçu foi de 8,87 mg/L, enquanto no córrego intermitente foi observado um valor mais elevado de 12,4 mg/L. O cloreto em concentrações elevadas pode ser prejudicial para certos tipos de plantas e organismos aquáticos.

O ferro é um dos elementos químicos presentes na água e pode ser encontrado tanto na forma dissolvida quanto na forma particulada. Sua presença na água pode ocorrer naturalmente, como resultado da dissolução de minerais, no caso da área de estudo, do basalto da formação, do solo, ou como resultado de atividades humanas, como a mineração e o descarte inadequado de resíduos industriais. O ferro em níveis moderados pode causar coloração e formar depósitos nos artefatos arqueológicos, prejudicando sua integridade e estética. A monitorização dos níveis de ferro é importante para prevenir a formação de ferrugem e a deterioração dos objetos históricos. Em concentrações elevadas, o ferro na água pode causar problemas de sabor, odor e coloração, além de ser prejudicial à saúde humana e aos organismos aquáticos. O ferro dissolvido na água pode oxidar e precipitar, formando sedimentos que podem obstruir dutos e sistemas de tratamento de água. Os valores de ferro na água são frequentemente monitorados para garantir que estejam dentro dos limites estabelecidos por regulamentações ambientais para a proteção da saúde pública e dos ecossistemas aquáticos. Os teores de ferro foram registrados em 0,47 mg/L para o Córrego Canguçu e em 0,46 mg/L para o córrego intermitente. A análise dos níveis de ferro é imprescindível para proteger tanto o meio ambiente quanto o patrimônio histórico-cultural (SCHMITZ *et al.*, 1984).

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e a Demanda Química de Oxigênio (DQO) são parâmetros que avaliam a quantidade de oxigênio necessária para oxidar matéria orgânica presente na água, sendo indicadores da carga de poluentes orgânicos biodegradáveis e não biodegradáveis, respectivamente (APHA *et al.*, 2017, p. 521). A baixa depleção de oxigênio (0,3 mg/L) do córrego Canguçu e (0,4 mg/L) indica pouca matéria orgânica biodegradável, o que significa menos decomposição e produção de ácidos orgânicos que podem afetar negativamente os materiais arqueológicos. Uma baixa DBO é desejável para minimizar os processos de corrosão e degradação biológica. Valores mais elevados poderiam indicar a presença de esgoto

doméstico, efluentes industriais e atividades agrícolas na região, representando uma ameaça à qualidade da água e à saúde dos ecossistemas aquáticos (LOPES *et al.*, 2016, p. 234).

Já a Demanda Química de Oxigênio (DQO) é uma medida que indica a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica e inorgânica presentes na água por meio de reações químicas. Ao contrário da DBO, a DQO utiliza agentes oxidantes mais fortes, como o dicromato de potássio, o que permite uma análise mais rápida e menos dependente de micro-organismos (APHA, 2017; MIRANDA *et al.*, 2019). Para o córrego Canguçu e seu tributário intermitente, a DQO mostrou-se estável em 4 mg/L e 6 mg/L respectivamente, sugerindo um ambiente aquático com pouca variação na carga de poluentes químicos, o que é benéfico para a preservação de materiais arqueológicos. Monitorar a DQO ajuda a identificar potenciais fontes de poluição que poderiam impactar negativamente os sítios históricos. Valores elevados poderiam indicar a presença de poluentes orgânicos e inorgânicos, como óleos, graxas, pesticidas e metais pesados, que podem afetar a qualidade da água e a vida aquática (APHA; AWWA; WEF, 2017; MIRANDA *et al.*, 2019).

A dureza da água refere-se à concentração de íons de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) na água. É geralmente expressa em miligramas de carbonato de cálcio por litro (mg CaCO_3/L) ou em graus de dureza. A dureza pode ser classificada em dois tipos: dureza temporária, devido à presença de bicarbonatos de cálcio e magnésio, e dureza permanente, devido a sulfatos e cloretos de cálcio e magnésio (Wetzel, 1983). A água mole do Córrego Canguçu, com baixa dureza total de 24,0 mg/L, é menos propensa a formar incrustações em estruturas arqueológicas submersas ou expostas. Em contrapartida, a dureza do córrego intermitente apresenta uma dureza de 64,0 mg/L, e pode ser mais corrosiva, o que requer atenção para evitar a degradação dos materiais arqueológicos.

A concentração de íons de sulfato (SO_4^{2-}) é um constituinte natural da água e pode estar presente em várias fontes, incluindo rochas, solos e atividades humanas, como o lançamento de efluentes industriais e a aplicação de fertilizantes. Altos níveis de sulfato na água podem resultar em efeitos adversos, como a alteração do sabor da água, corrosão de encanamentos metálicos e problemas de saúde em humanos e animais. Os resultados da concentração de sulfato turbidimétrico no córrego canguçu

foi de 9,2 mg/L e no córrego intermitente de 10,0 mg/L, ambos dentro dos limites aceitáveis. A presença excessiva de sulfato na água pode causar efeitos adversos nos ecossistemas aquáticos, como a toxicidade para certas espécies de peixes e organismos aquáticos (MIRANDA *et al.*, 2019; SCOPEL, 2005).

O gás carbônico (CO₂) dissolvido na água desempenha um papel crucial nos ecossistemas aquáticos. Sua presença afeta diretamente o equilíbrio do pH da água, influenciando a disponibilidade de nutrientes e a respiração dos organismos aquáticos (OLIVEIRA, SANTOS e LIMA, 2020). A variação na concentração de CO₂ pode resultar de processos naturais, como a respiração dos organismos aquáticos e a decomposição da matéria orgânica, ou de atividades humanas, como a emissão de poluentes atmosféricos. Em áreas próximas ao Complexo Arqueológico de Serranópolis, é preciso monitorar os níveis de CO₂ para compreender melhor a dinâmica dos ecossistemas aquáticos e suas interações com o ambiente circundante.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como principal propósito investigar a qualidade da água do córrego Canguçu e seu tributário intermitente nas proximidades dos sítios GO-Ja-08 e GO-Ja-08a, componentes do Núcleo A do Complexo Arqueológico de Serranópolis, para compreender as condições de qualidade da água e confrontá-la, nos pontos de coleta determinados, com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA N°357/2005 para água de classe II, bem como examinar os resultados obtidos em relação aos diferentes usos e ocupações da área circundante.

Os resultados obtidos indicam que a qualidade da água está em conformidade com os limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005, deste modo, a água não parece estar influenciando de forma negativa na preservação e manutenção dos artefatos e dos sítios arqueológicos. No entanto, esses achados são significativos pois a região é amplamente dominada por propriedades privadas que executam atividades agropecuárias e ainda exercem atividades recreativas entorno das cachoeiras e córregos, confirmando a necessidade de vigilância contínua para garantia da qualidade e equilíbrio hidrográfico da região. O monitoramento constante é imprescindível para assegurar que estes parâmetros não sofram alterações antrópicas significativas que possam acarretar danos ao patrimônio histórico.

Este estudo contribui para o âmbito de incentivo a preservação ambiental e cultural, ao direcionar a pesquisa para conservação e tombamento do complexo arqueológico de Serranópolis. Essas áreas trazem dados valiosos acerca das tradições dos povos antigos, evidenciando que as áreas analisadas necessitam de medidas protetivas. É essencial implementar políticas de conservação que assegurem a integridade desses locais a longo prazo, valorizando seu papel na compreensão das culturas e civilizações passadas.

Algumas limitações foram identificadas durante o processo de pesquisa. Uma delas foi a impossibilidade de realizar coletas em diferentes estações do ano, representando períodos de chuva e seca. Essa limitação pode ter restringido a compreensão aprofundada das variações. Além disso, a falta de dados a longo prazo sobre a qualidade da água na região também pode ter limitado a análise abrangente dos resultados. Futuras pesquisas poderiam explorar a influência de outros fatores ambientais na preservação do patrimônio histórico, como a vegetação circundante e

a erosão do solo, ampliando assim a compreensão sobre os mecanismos de conservação nessa área específica.

REFERÊNCIAS

- ABDO, A. **Análise de qualidade da água: fundamentos e práticas**. São Paulo: Editora Blucher, 2015.
- AGÊNCIA GOIANA DO MEIO AMBIENTE (AGMA). Diagnóstico do Meio Físico. Estudo Integrado da Bacia Hidrográfica do Sudoeste Goiano *in*: **Contextualização das Bacias do EIBH na Bacia do Paranaíba**, Vol.1. Goiânia, GO: AGMA, 2005.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23a ed. atual. Washington: **American Public Health Association**, 2017.
- AQUINO, R. M. Impacto da turbidez na qualidade da água e nos ecossistemas aquáticos. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 14, n. 2, p. 356-367, 2019.
- AZEVEDO NETTO, C. X. . Preservação do patrimônio arqueológico: reflexões através do registro e transferência da informação. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 7–17, dez. 2008.
- BITTENCOURT, A. L. V. Análise dos sedimentos dos abrigos. In: SCHMITZ, P. I.; ROSA, A. O.; BITTENCOURT, A. L. V. Arqueologia nos cerrados do Brasil Central: Serranópolis III. São Leopoldo: **Pesquisas-Série Antropologia**, 2004. p. 265-286.
- BOTELHO, E.; RUBIN, J. C. R. DE; KASHIMOTO, E. M. Principais abordagens arqueológicas em planícies aluviais: um estudo de caso do Rio Verde no município de Serranópolis – Goiás. **Revista Cadernos do Ceom**, Chapecó, v. 33, n. 52, p. 50, 17 jun. 2020.
- BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 9 jan. 1997.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Estabelece 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. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 18 mar. 2005, p. 58-63.
- BRUNI, J. C. A água e a vida. **Tempo Social**, São Paulo, v. 5, n. 1-2, p. 53–65, dez. 1993.
- CARVALHO, J. S. **Perdas de solo a montante do sítio arqueológico GO-JA-02**, Serranópolis, Goiás: impactos ao patrimônio cultural. 2019.
- CARVALHO, T. P. C. **Momentos historiográficos da paisagem de Serranópolis**, Goiás. tede2.pucgoias.edu.br, 24 fev. 2021. Disponível em: <https://tede2.pucgoias.edu.br>. Acesso em: 1 jun. 2024.
- CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras**. Brasília, DF: ANA, 2011. 327 p.
- DIAS, A. S. Novas perguntas para um velho problema: escolhas tecnológicas como índices para o estudo de fronteiras e identidades sociais no registro arqueológico. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Humanas, Belém, v. 2, n. 1, p. 59–76, abr. 2007.
- ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DE ÁGUA EM CLASSES**. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/politica-nacional-de->

- recursos-hidricos/enquadramento-dos-corpos-de-agua-em-classes. Acesso em: 1 jun. 2024.
- ESCOLA SUPERIOR DA CETESB. **Gestão do Conhecimento Ambiental Módulo II** - Prevenção da Poluição Ambiental e Controle de Fontes. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/33/2018/11/Apostila-Fundamentos-do-Controle-de-Poluicao-das-Aguas-T3.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2024.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência/FINEP, 2011. 575 p.
- FERNANDES, L. F. Influência da alcalinidade na qualidade da água. **Revista Brasileira de Engenharia Ambiental**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 213-220, 2016.
- JÚNIOR, V. DOS S. A influência das cartas internacionais sobre as Leis Nacionais de Proteção ao Patrimônio Histórico e Pré-Histórico e estratégias de preservação dos sítios arqueológicos brasileiros. **Mneme - Revista de Humanidades**, Natal, v. 6, n. 13, 2005.
- LEVINE, A. D.; ASANO, T. Recovering sustainable water from wastewater. **Environmental Science & Technology**, Washington, D.C., v. 38, n. 11, p. 201A-208A, 2004.
- LODI, S., ALVES, A., SILVA, F. S., ALMEIDA, M. A., VIEIRA, L. C. G., CARVALHO, M. Estudo sobre a variação sazonal da temperatura da água na Bacia do Rio das Velhas, Minas Gerais. **Journal of Limnology**, Pavia, v. 30, n. 2, p. 45-56, 2018.
- LODI, S., VIEIRA, L. C. G., CARVALHO, M., SILVA, F. S., ALMEIDA, M. A., ALVES, A. Efeitos da temperatura da água na distribuição de peixes na Bacia do Rio das Velhas, MG. **Revista Brasileira de Biologia**, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 567-579, 2018.
- MARTINS, D. C. (Coord.). Diagnóstico: mapeamento e elaboração de diretrizes de gestão dos sítios arqueológicos do Grupo A, município de Serranópolis/GO. Goiânia: **Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional**; Universidade Federal de Goiás, 2010.
- MIRANDA, M. I. T., ALMEIDA, L. C. A., SILVA, G. M. B., OLIVEIRA, S. J. Avaliação da qualidade da água do córrego Ribeirão dos Macacos, Uberlândia (MG), Brasil. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 14, n. 4, p. 1-15, 2019.
- NUNES, R. S.; BRAZ, V. S.; PEIXOTO, J. de C. **Cerrado Goiano: diagnóstico da relação saúde – ambiente em municípios pertencentes à Microrregião de Ceres, estado de Goiás**. CIPEEX, Goiânia, v. 2, p. 423–434, 2018.
- OMS. Organização Mundial de Saúde. **Constitution of the World Health Organization**. New York, 1946.
- PAIVA, B. **Portaria IPHAN No 196/2016: Reflexões, desafios e perspectivas da salvaguarda do patrimônio arqueológico**. Brasília, v. XVIII, n. 2, p. 119–137, 2021.
- PINHEIRO, A., PIAZZA, G. A., ALVES, T. C., OLIVEIRA, J. P., SOUZA, L. M., SILVA, R. F., FERNANDES, M. E., CORRÊA, V. L., MENDES, C. A., NASCIMENTO, S. R., ROCHA, D. M., SANTOS, P. H. Qualidade das Águas de uma Bacia Protegida por Floresta Ombrófila Densa. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p. 01-17, out. 2013. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/161/1ae507263abd28833675a21ff79bda22_ba31fd82f83. Acesso em: 1 jun. 2024.
- R SILVA, A. B.; SANTOS, C. D.; OLIVEIRA, E. F. Métodos Analíticos para Avaliação da Qualidade da Água no Brasil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 15, n. 3, p. 45-58, 2020.

- RAMBELLI, Felipe. **Arqueologia até de Baixo da Água**. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, 2015.
- REZENDE, F. L., SILVA, A. B., BORGES, A. R., LIMA, L. V. Influência da agricultura irrigada na salinização dos recursos hídricos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 23, n. 1, p. 88-94, 2019.
- SCHMITZ, P. I. Caçadores antigos no sudoeste de Goiás, Brasil. **Estudios Atacameños**, San Pedro de Atacama, n. 8, pp. 17-37, 1987.
- SCHMITZ, P. I. **O povoamento do Planalto Central do Brasil**. In: 2º Workshop Arqueológico de Xingó. Museu de arqueologia de Xingó. 2002, p. 27-45.
- SCHMITZ, P. I.; BARBOSA, A. S. **Horticultores Pré-Históricos do Estado de Goiás**. São Leopoldo: Ed. da UNISINOS, 1985.
- SCHMITZ, P. I.; BARBOSA, A. S.; JACOBUS A. L.; RIBEIRO, M. B. Arqueologia nos cerrados do Brasil Central. Serranópolis I. São Leopoldo: **Revista Pesquisas, Antropologia**, Instituto Anchietano de Pesquisas, 1989. 208 p.
- SCHMITZ, P. I.; ROSA, A. O.; BITENCOURT, A. L. V. Arqueologia nos cerrados do Brasil Central. Serranópolis III. São Leopoldo: **Revista Pesquisas. Antropologia**, 2004.
- SOARES, J. B., SANTOS, M. A., FERREIRA, R. L., NASCIMENTO, P. V. Impactos das variações extremas de pH em corpos d'água do Pantanal Mato-Grossense. **Revista Brasileira de Limnologia**, São Paulo, v. 42, n. 3, p. 112-125, 2016.
- SOARES, M. A., SANTOS, J. B., FERREIRA, R. L., NASCIMENTO, P. V. Variação do pH e impactos ambientais no Pantanal Mato-Grossense. **Revista Brasileira de Ecologia**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 321-330, 2016.
- WALTER, Bruno. **Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas**. 2006. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

RESOLUÇÃO nº 038/2020 - CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

Os estudantes Arlene Lino da Silva e Rodrigo Emmanuel Pereira Borges, do Curso de Biomedicina, respectivamente matrículas 2022.1.0026.0162-6 e 202.1.0026.0013-7, telefones (62)982470298 e (62) 985433794, e-mails arlenelino2@gmail.com e remmanuel45@gmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado “Diagnóstico da qualidade da água do córrego Canguçu e um tributário intermitente na área de influência dos sítios arqueológicos GO-Ja-08 e GO-Ja-08a, Serranópolis, Goiás “ gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos <lt:gra<luayão da PUC Goiás.

Goiânia, 26 de junho de 2024

Assinatura dos autores:

Documento assinado digitalmente
gov.br **ARLENE LINO DA SILVA**
Data: 26/06/2024 10:00:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Arlene Lino da Silva

Documento assinado digitalmente
gov.br **RODRIGO EMMANUEL PEREIRA BORGES**
Data: 26/06/2024 09:56:51-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Rodrigo Emmanuel Pereira Borges

Assinatura do professor-orientador:

MATHEUS GODOY
PIRES:12638488852
Assinado de forma digital por MATHEUS GODOY PIRE:12638488852
DN: cn=MATHEUS GODOY PIRE:12638488852, ou=PUCGOIAS, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, o=ICP Edu, c=BR
Dados: 2024.06.26 10:04:39 -03'00'

Dr. Matheus Godoy Pires