

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**  
**CAMPUS CHAPECÓ**  
**CURSO DE LICENCIATURA EM GEOGRAFIA**

**LAÍZ EDUARDA SCHNEIDER**

**ANÁLISE COMPARATIVA DE MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DE MATÉRIA  
ORGÂNICA EM SEDIMENTOS TURFOSOS DE UM TESTEMUNHO  
SEDIMENTAR NO REFÚGIO DE VIDA SILVESTRE DOS CAMPOS DE PALMAS**

**CHAPECÓ**

**2024**

**LAÍZ EDUARDA SCHNEIDER**

**ANÁLISE COMPARATIVA DE MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DE MATÉRIA  
ORGÂNICA EM SEDIMENTOS TURFOSOS DE UM TESTEMUNHO  
SEDIMENTAR NO REFÚGIO DE VIDA SILVESTRE DOS CAMPOS DE PALMAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Geografia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Licenciada em Geografia.

Orientador: Prof<sup>ª</sup> Dra. Gisele Leite de Lima Primam

**CHAPECÓ**

**2024**

**Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Schneider, Laíz Eduarda

ANÁLISE COMPARATIVA DE MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DE  
MATÉRIA ORGÂNICA EM SEDIMENTOS TURFOSOS DE UM TESTEMUNHO  
SEDIMENTAR NO REFÚGIO DE VIDA SILVESTRE DOS CAMPOS DE  
PALMAS / Laíz Eduarda Schneider. -- 2024.

39 f.:il.

Orientador: Doutora Gisele Leite de Lima Primam

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Licenciatura em Geografia, Chapecó, SC, 2024.

I. Primam, Gisele Leite de Lima, orient. II.  
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

**LAÍZ EDUARDA SCHNEIDER**

**ANÁLISE COMPARATIVA DE MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DE MATÉRIA  
ORGÂNICA EM SEDIMENTOS TURFOSOS DE UM TESTEMUNHO  
SEDIMENTAR NO REFÚGIO DE VIDA SILVESTRE DOS CAMPOS DE PALMAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Geografia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Licenciada em Geografia.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 09/07/2024.

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente



**GISELE LEITE DE LIMA PRIMAM**

Data: 14/07/2024 16:23:08-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Gisele Leite de Lima Primam – UFFS  
Orientadora

---

Me. Diego da Silva Turolo – UWA  
Avaliador

---

Esp. Gustavo Bloemer – UFFS  
Avaliador

---

Me. Vitor Luiz Scartazzini Bocalon – UFRGS  
Avaliador

Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre me incentivaram e não mediram esforços para que eu pudesse chegar até aqui. Também, dedico à minha querida avó, Vanir Missio Schneider (*in memoriam*), que, mesmo nos momentos mais difíceis, sempre se preocupou em estar ao meu lado.

## AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Prof<sup>a</sup> Dra. Gisele Leite de Lima Primam, pelo precioso auxílio no decorrer de toda a jornada desta pesquisa. Obrigada pela paciência e por todo o incentivo.

Aos técnicos dos laboratórios, em especial ao Gustavo Bloemer, pelo fornecimento de material necessário para a realização da pesquisa e demais serviços prestados.

Aos meus colegas e amigos do Laboratório de Geologia pela solicitude e por estarem sempre dispostos a ajudar.

À minha mãe, Solange Aparecida Lanner, pela presença e pelo carinho. Sou eternamente grata por me inspirar à encantadora carreira da docência.

Ao meu pai, Alecir Schneider, por estar ao meu lado a todo momento. Obrigada por acreditar em mim e fazer dos meus sonhos os seus.

Ao meu irmão, Miguel Arthur Schneider, pelo apoio independentemente da situação e por tornar mais leves meus dias mais exaustivos.

Aos meus avós, Vanir Missio Schneider (*in memoriam*), Evaldo Schneider (*in memoriam*), Ângelo Lanner (*in memoriam*) e Salete Lurdes Lanner, que estiveram e ainda estão muito presentes na minha vida. Sou grata pelos conselhos, ensinamentos, por me tornarem quem sou e, principalmente, por me amarem incondicionalmente.

À Veridiany dos Santos Lopes e ao Gabriel Lopes da Silva. Vocês foram fundamentais em minha jornada acadêmica. Obrigada por tornarem possível a conclusão desta desafiadora etapa de minha vida.

À Adri, pela compreensão sensível e profissional. Obrigada por me ajudar a descobrir quem sou e a enxergar a capacidade que tenho de enfrentar o mundo.

"Como cientistas, não podemos nos permitir ignorar os fatos, mesmo que eles sejam  
inconvenientes"  
Amy Farrah Fowler, Big Bang: A Teoria

## RESUMO

Essa pesquisa avaliou a análise do teor de matéria orgânica de uma turfeira clássica, a partir do método indireto de *oxidação do carbono orgânico por via úmida*, chamado de método de Walkley-Black. Para isso, foi realizado o levantamento de referências juntamente com a análise laboratorial realizada no Laboratório de Química da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus Chapecó*. O estudo teve como objetivo principal a comparação de diferentes métodos para a determinação do teor de matéria orgânica em sedimentos turfosos, avaliando especificamente o método de Walkley-Black, e comparando-o com os métodos da Perda de Peso por Ignição (PPI) e Queima com Peróxido de Hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) realizados por Soave (2023), a partir de uma turfeira clássica localizada no Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas (REVIS dos Campos de Palmas). As análises laboratoriais das amostras sedimentares revelaram que todos os três métodos são eficazes, porém apresentam variações nos resultados obtidos. O método de Walkley-Black destacou-se pela sensibilidade e detalhamento na variação dos teores de matéria orgânica ao longo das profundidades. Em contrapartida, os métodos de PPI e Queima com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> apresentaram resultados consistentes e altamente correlacionados entre si. Conclui-se que todos os métodos estudados são adequados para a determinação de matéria orgânica em sedimentos turfosos, oferecendo perfis altamente correlacionados, apesar das variações nos valores absolutos. A escolha do método deve considerar as especificidades do estudo e os recursos disponíveis.

Palavras-chave: Matéria orgânica; REVIS dos Campos de Palmas; sedimentos turfosos.

## ABSTRACT

This research tested the analysis of the organic matter content of a classic peatland, using the indirect method of wet organic carbon oxidation, called the Walkley-Black method. For this, a survey of references was carried out together with the laboratory analysis carried out at the Chemistry Laboratory of the Federal University of Fronteira Sul, Campus Chapecó. The main objective of the study is to compare different methods for determining the organic matter content in peaty sediments, specifically evaluating the Walkley-Black method, and comparing it with the Ignition Weight Loss (PPI) and Peroxide Burning methods of Hydrogen (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) carried out by Soave (2023), from a classic peat bog located in the Campos de Palmas Wildlife Refuge (REVIS dos Campos de Palmas). Laboratory analyzes of sedimentary samples revealed that all methods are effective, but present variations in the results obtained. The Walkley-Black method stood out for its sensitivity and detail in the variation of organic matter contents along depths. In contrast, the PPI and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> firing methods presented consistent and highly correlated results. It is concluded that all methods studied are suitable for determining organic matter in peat sediments, offering highly correlated profiles, despite variations in absolute values. The choice of method must consider the specificities of the study and the available resources.

Keywords: organic matter; REVIS of Campos de Palmas; peaty sediments.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Localização da área de estudo.....	15
Figura 2 Mapa de Localização da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, com Destaque para Região do REVIS dos Campos de Palmas .....	15
Figura 3 Mapa Geológico do REVIS dos Campos de Palmas .....	17
Figura 4 Mapa Geomorfológico da Folha Clevelândia na Escala 1:250.000, em Destaque a Área de Estudo .....	18
Figura 5 Mapa hidrográfico do REVIS dos Campos de Palmas .....	19
Figura 6 Mapa de Solos do REVIS dos Campos de Palmas .....	20
Figura 7 Imagem parcial da turfeira .....	25
Figura 8 Ponto de coleta .....	26
Figura 9 Manipulação na capela exautora de dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ) e ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ).....	27
Figura 10 $K_2Cr_2O_7$ sendo agitado .....	27
Figura 11 Amostra sendo transferida para uma proveta de 100 mL .....	28
Figura 12 Amostra sendo devolvida ao frasco erlenmeyer .....	28
Figura 13 Gráfico da porcentagem de teor de matéria orgânica obtido através do método de Walkley-Black .....	31
Figura 14 Gráfico de teores de matéria orgânica obtidos a partir dos métodos da Perda de Peso por Ignição (PPI) e queima com Peróxido de Hidrogênio.....	33
Figura 15 Gráfico de comparação entre os três métodos analisados: PPI, $H_2O_2$ e Walkley-Black.....	35

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 Teor de matéria orgânica obtido através do método de Walkley-Black.....	30
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA	Área de Proteção Ambiental
APREMAVI	Associação de Preservação do Meio Ambiente e da Vida
C	Carbono
cm	Centímetro
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FeSO <sub>4</sub>	Sulfato Ferroso
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Peroxido de Hidrogênio
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ácido Sulfúrico Concentrado
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
ITCG	Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná
K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	Dicromato de Potássio
Km	Quilômetro
mL	Mililitro
mm	Milímetro
MO	Matéria Orgânica
n°	Número
pH	Potencial Hidrogeniônico
PPI	Perda de Peso por Ignição
REVIS	Refúgio de Vida Silvestre
UC	Unidade de conservação
UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul
SISCOM	Sistema Integrado de Suporte e Comunicação da Supervisão
°C	Grau Celsius

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>14</b>
2.1	HISTÓRICO DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO REFÚGIO DE VIDA SILVESTRE DOS CAMPOS DE PALMAS .....	14
2.2	CLIMA .....	16
2.3	GEOLOGIA .....	16
2.4	GEOMORFOLOGIA .....	17
2.5	HIDROGRAFIA .....	18
2.6	TIPOS DE SOLO .....	19
2.7	VEGETAÇÃO .....	20
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>21</b>
3.1	SEDIMENTOS.....	21
3.2	SEDIMENTOS TURFOSOS .....	21
3.3	MATÉRIA ORGÂNICA.....	22
3.4	MÉTODOS VOLUMÉTRICOS E GRAVIMÉTRICOS .....	22
3.5	MÉTODO DE PERDA DE PESO POR IGNIÇÃO.....	23
3.6	MÉTODO DE QUEIMA COM PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO.....	24
3.7	MÉTODO DE WALKLEY-BLACK.....	24
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>25</b>
4.1	COLETA DAS AMOSTRAS ANALISADAS.....	25
4.2	OXIDAÇÃO DO CARBONO ORGÂNICO POR VIA ÚMIDA-WALKLEY BLACK .....	26
<b>5</b>	<b>APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>30</b>
5.1	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DO MÉTODO WALKLEY-BLACK	31
5.2	MÉTODO DE PERDA DA PESO POR IGNIÇÃO (PPI) E QUEIMA COM PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO REALIZADOS POR SOAVE (2023) .....	32
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>34</b>
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>36</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A matéria orgânica do solo é um indicador crucial da saúde do solo e do sedimento, influenciando diversos processos biogeoquímicos. Este estudo compara os resultados obtidos pelo método de Walkley-Black com os métodos da Perda de Peso por Ignição (PPI) e Queima com Peróxido de Hidrogênio ( $H_2O_2$ ), utilizados por Soave (2023), para determinar a melhor abordagem para a análise de matéria orgânica em sedimentos turfosos. A presente monografia tem como objetivo realizar uma análise comparativa de métodos de determinação de matéria orgânica em sedimentos turfosos de um testemunho sedimentar no Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas. Esta área de estudo é caracterizada pela sua rica biodiversidade e relevância ecológica, localizada no interior do Bioma Mata Atlântica, nos municípios de Palmas e General Carneiro, no Paraná.

O estudo é fundamentado em uma abordagem metodológica que analisa as amostras coletadas por Soave (2023), a partir do método indireto de *oxidação do carbono orgânico por via úmida*, o método de Walkley-Black.

A análise comparativa visa identificar as divergências e convergências entre os métodos, para o tipo específico de sedimento turfoso encontrado no Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas.

## 2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### 2.1 HISTÓRICO DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO REFÚGIO DE VIDA SILVESTRE DOS CAMPOS DE PALMAS

A área em estudo é o Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas (REVIS dos Campos de Palmas), estudada previamente pelo trabalho de conclusão de Curso de Geografia - Licenciatura, da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *Campus* Chapecó, por Danielle Soave em 2023.

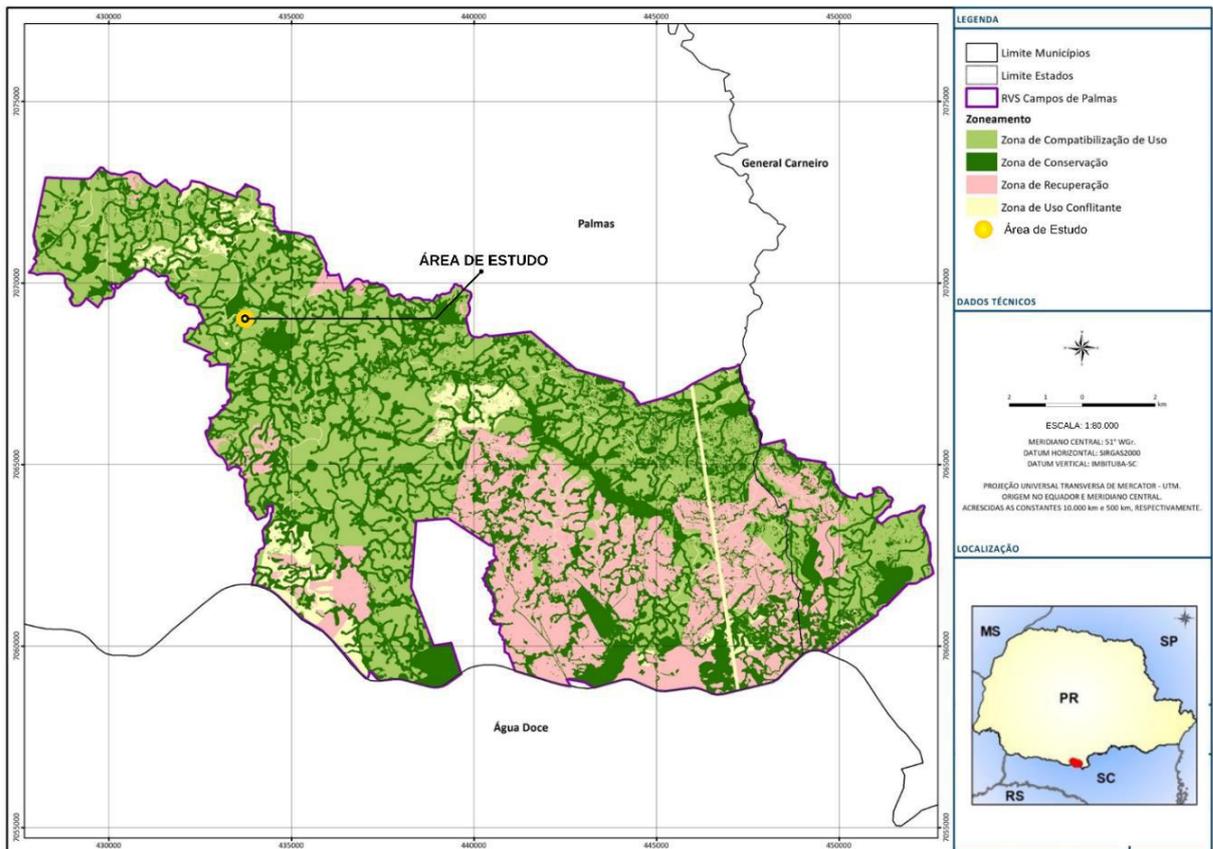
O REVIS dos Campos de Palmas possui uma área de 16.594 hectares, que se localiza no interior do Bioma Mata Atlântica e situa-se na zona dos Campos naturais, no centro-sul e sudeste do estado do Paraná, municípios de Palmas e General Carneiro, divisa com o estado de Santa Catarina. Uma Unidade de Conservação (UC) de proteção integral fundada com base no Decreto Federal, em 03 de abril de 2006.

O REVIS dos Campos de Palmas segundo a APREMAVI (2022), possui por objetivo a proteção dos ambientes naturais, que são necessários para a sobrevivência da flora e fauna locais e transitórias, também como a defesa dos remanescentes de campos naturais, áreas de campos úmidos e várzeas, buscando ainda a realização de pesquisas científicas e elaboração de atividades para a educação ambiental e turismo ecológico.

Segundo o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio, 2020), as extensões dos Campos Naturais são pontuadas pela presença da Floresta Ombrófila Mista, conhecida como Floresta de Araucária. Essa formação vegetal é característica da região sul do Brasil, sendo um local em que a *Araucaria angustifolia* está presente em porções mais elevadas da região. O início do século XX foi marcado pela intensa exploração da madeira de araucária resultando na diminuição massiva destas florestas. A partir disso, o Ministério do Meio Ambiente emitiu a Portaria n° 507/02, que demarcou áreas importantes para a preservação dos remanescentes da Floresta com Araucária no Paraná.

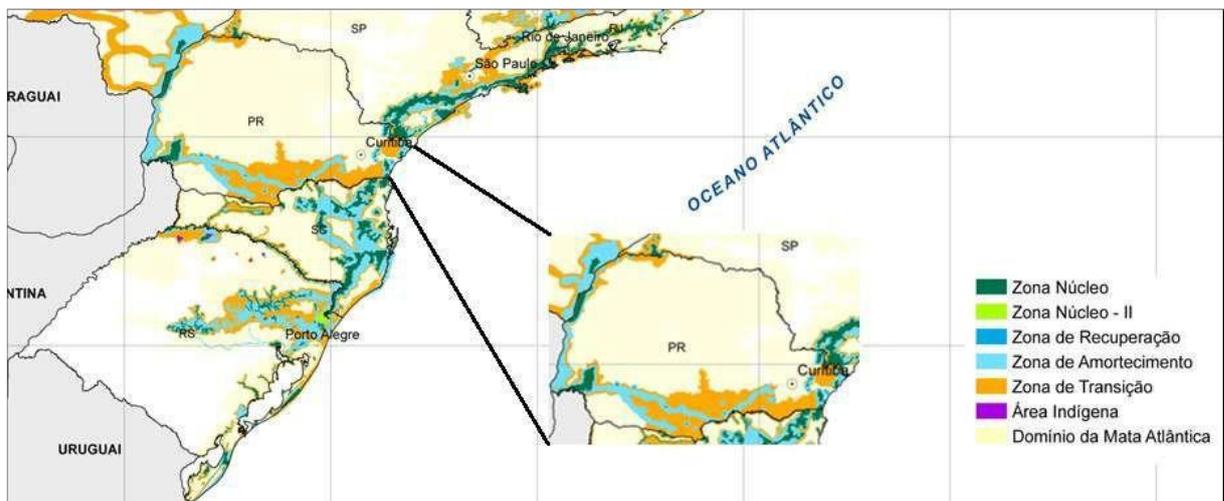
A criação do REVIS dos Campos de Palmas teve sua primeira consulta pública no dia 27 de abril de 2005, porém foi bloqueada por uma equipe contrária à criação da UC, pois afirmavam que a criação da UC iria fechar madeiras e papeleiras. Segundo o ICMBio, (2020), existiu um empecilho na criação do REVIS-CP, propondo-se a criação de uma Área de Proteção Ambiental (APA) Municipal. Entretanto, a APA Municipal foi encerrada e no dia 3 de abril de 2006, o Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas foi criado por meio de um decreto presidencial.

Figura 1 Localização da área de estudo



Fonte: Modificado de Soave (2023)

Figura 2 Mapa de localização da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, com destaque para região do REVIS dos Campos de Palmas



Fonte: Modificado de Soave (2023)

## 2.2 CLIMA

Segundo o ICMBio (2020), a região do REVIS dos Campos de Palmas não possui uma estação seca, possuindo de 9 a 15 dias chuvosos por mês. A precipitação média anual entre os anos de 1979 a 2008 foi de 2030 mm e teve seu pico máximo em 24 horas de 133 mm no mês de setembro de 1989, 130 mm em maio de 1979, 130 mm em outubro de 2005 e 128 mm no mês de julho de 1983. Possui uma evaporação média de 786 mm, o que indica um excedente hídrico na região.

As informações do ICMBio (2020) apontam uma temperatura média anual de 16,3°C, com máxima média de 26,4°C em janeiro e mínima média de 7,4°C em julho. Eventos de temperaturas extremas foram registrados com 34,4°C em novembro de 1985 e -6,8°C em junho de 1981. Já a umidade relativa do ar apresentou variações entre 73% e 81%, com média anual de 77,1%. Dados climáticos recolhidos da estação climatológica de Palmas-PR.

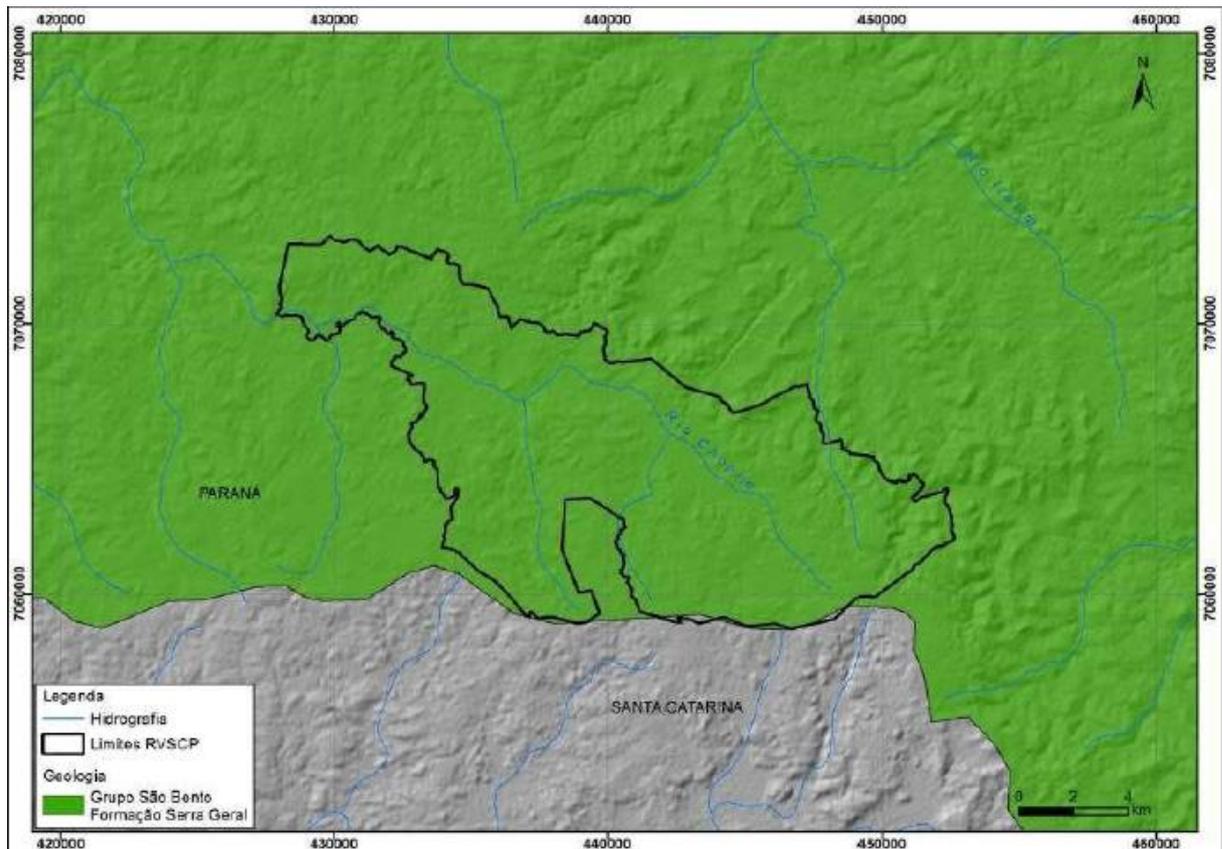
## 2.3 GEOLOGIA

A região do REVIS dos Campos de Palmas está assentada sobre rochas da Bacia Sedimentar do Paraná nas áreas de magmatismo mesozóico onde houve os derrames que compõem o Grupo Serra Geral.

O Grupo Serra Geral surgiu durante os períodos Jurássico e Cretáceo por volta de 200 milhões de anos, e segundo ICMBio (2020), seu afloramento deu-se por meio do vulcanismo fissural continental que gerou o derrame de lavas as quais se propagaram pela crosta terrestre, um processo demorado, lento e muito complexo que por fim configura a paisagem dessa região de forma permanente.

A partir do mapeamento produzido pela Mineropar (2013), observa-se que há variações consideráveis que apresentam subdivisões do substrato vulcânico do Grupo Serra Geral em: Formação Covó, Membros Palmas e Guarapuava, e Formação Barracão, Membro Flor da Serra do Sul.

Figura 3 Mapa Geológico do REVIS dos Campos de Palmas



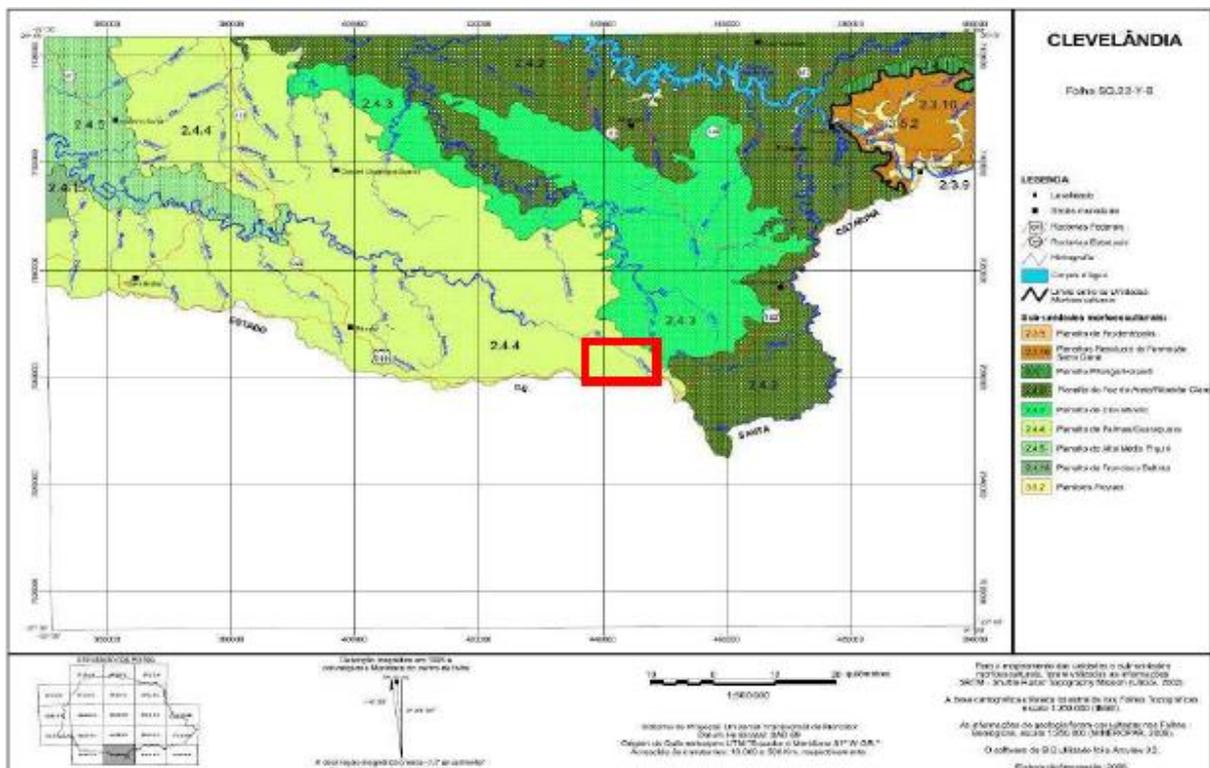
Fonte: Modificado de Soave (2023)

## 2.4 GEOMORFOLOGIA

Segundo o (ICMBio) 2020, o Refúgio de Vida Silvestre (REVIS) dos Campos de Palmas está localizado no Terceiro Planalto Paranaense, especificamente na subunidade Planalto de Palmas/Guarapuava. Possui predominância de formas geomorfológicas, como topos planos, vertentes retilíneas e convexas, e vales em "U" desenvolvidos em rochas do Grupo Serra Geral.

Ainda segundo ICMBio (2020), o REVIS dos Campos de Palmas está posicionado na borda nordeste das áreas elevadas do Sul do Paraná e norte de Santa Catarina, com altitude variável entre 1.100 e 1.350 metros. O REVIS dos Campos de Palmas possui escarpas na sua borda noroeste, porém sua extensão restante possui formas suaves.

Figura 4 Mapa Geomorfológico da Folha Clevelândia na Escala 1:250.000, em destaque a área de estudo



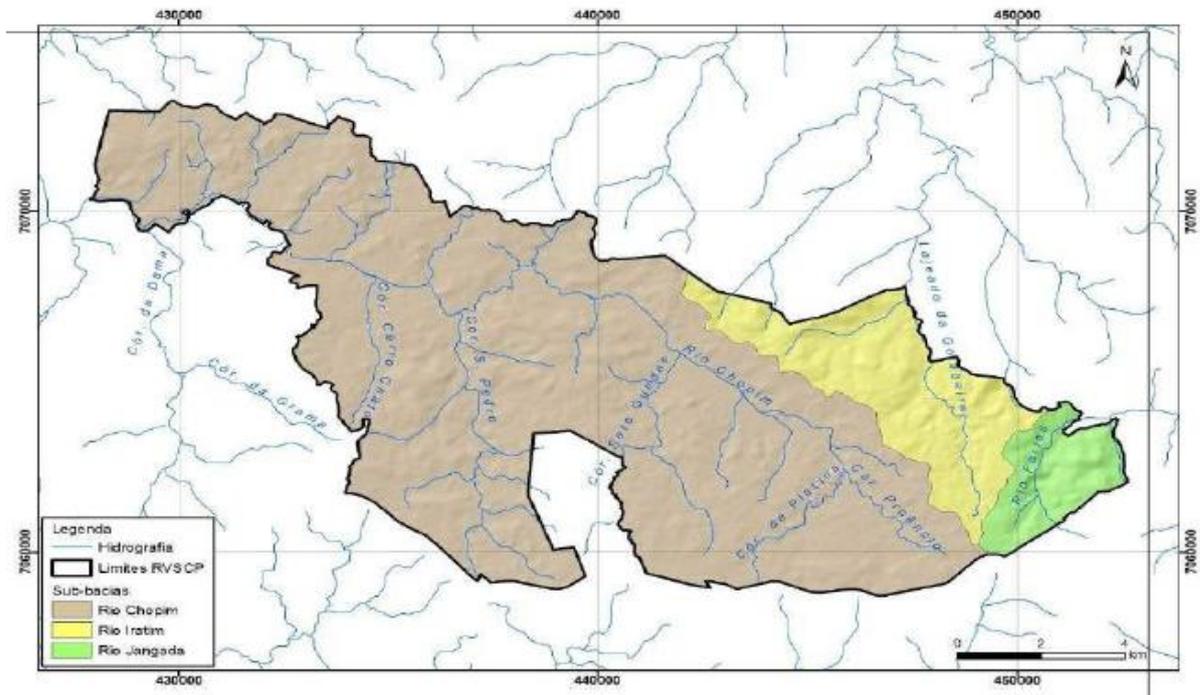
Fonte: Modificado de Soave (2023)

## 2.5 HIDROGRAFIA

A hidrografia do REVIS dos Campos de Palmas, segundo (ICMBio) 2020, contempla áreas das sub-bacias hidrográficas dos rios Chopim, Iratim e Jangada, estes afluentes do Rio Iguaçu. A sub-bacia do rio Chopim possui a maior extensão com 81,4% do território da UC, em sequência pela sub-bacia do rio Iratim com 13,4% e do rio Jangada com 5,2%. O rio Chopim tem sua nascente no leste de Campos de Palmas e drena uma área total de 7.450 km<sup>2</sup>, com 1,8% dessa bacia localizada dentro do REVIS dos Campos de Palmas. Já o rio Iratim nasce em General Carneiro-PR e deságua no rio Iguaçu em Coronel Domingos Soares-PR, atravessando uma bacia que abrange partes de vários municípios, especialmente Palmas-PR. O rio Jangada tem suas nascentes em Santa Catarina e deságua no rio Iguaçu em União da Vitória-PR, percorrendo aproximadamente 85 Km.

O ICMBio (2020) aponta que a UC possui em média 606,4 km de extensão de cursos d'água, 80,4 km de canais perenes e 526 km de canais temporários. A hidrografia do REVIS dos Campos de Palmas aponta cursos d'água bem ramificados e com alta densidade de drenagem.

Figura 5 Mapa hidrográfico do REVIS dos Campos de Palmas

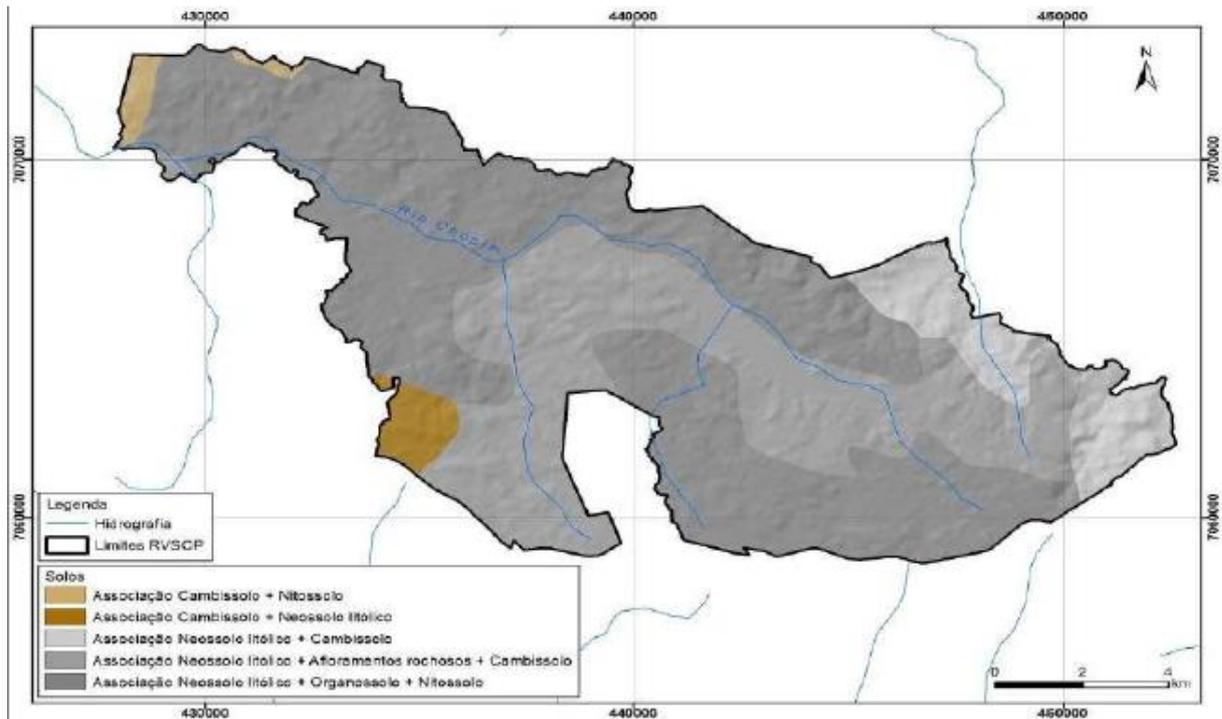


Fonte: Modificado de Soave (2023)

## 2.6 TIPOS DE SOLO

O ICMBio (2020) aponta que há muita divergência ao que se trata dos tipos de solos existentes na região do REVIS dos Campos de Palmas, devido a insuficiência de mapas e as diferentes escalas utilizadas. O mapeamento do Sistema Compartilhado de Informações Ambientais do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (SISCOM/IBAMA) aponta o domínio de Cambissolos e Nitossolos no norte-nordeste, já o mapa do Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná (ITCG) sinaliza neossolos litólicos na área. Mesmo com as diferenças, tanto Cambissolos quanto Neossolos litólicos são dominantes na região.

Figura 6 Mapa de Solos do REVIS dos Campos de Palmas



Fonte: Modificado de Soave (2023)

## 2.7 VEGETAÇÃO

Segundo o ICMBio (2020), no REVIS dos Campos de Palmas, a vegetação é inicialmente descrita como uma mistura de savana com arbustos lenhosos pequenos, exceto nas áreas de floresta ao longo dos vales. Porém, foi reclassificado como uma estepe gramíneo-lenhosa, que faz parte do Bioma da Mata Atlântica. A vegetação do REVIS dos Campos de Palmas é adaptada a locais abertos, com solo pobre em nutrientes e pouca água, e inclui plantas com folhas pequenas, densos pelos e tecidos que armazenam água. Nos Campos de Palmas, a vegetação principal é composta por plantas herbáceas e arbustos lenhosos, misturados com áreas de floresta que se estendem ao longo de encostas, vales, matas de galeria e formações arredondadas chamadas de capões. As árvores são mais esparsas e menos comuns perto da borda leste do planalto, mas aumentam à medida que se vai para o oeste.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 SEDIMENTOS

Os sedimentos são partículas soltas que cobrem a superfície terrestre juntamente com o assoalho oceânico. Grotzinger (2015) diz que grande parte dos sedimentos tem origem no intemperismo, que nada mais é do que o processo pela qual as rochas se fragmentam na superfície da terra gerando assim as partículas sedimentares.

As características que diferenciam os sedimentos derivam dos componentes da erosão a que a rocha é exposta, das condições físicas da bacia em que é depositado, tanto como do transporte e da duração a que estes são expostos.

Para ser considerado sedimento, necessariamente a partícula tem que ser transportada e depositada, o que a diferencia dos solos. Para Teixeira et al (2009), sedimento é um material sólido que se deposita, depositou ou é passível de se depositar.

O transporte desses sedimentos ocorre de duas formas distintas: transporte físico e químico. No transporte físico a matéria já está sólida e neste momento já é considerada sedimento. No transporte químico o sedimento só se litifica quando é depositado.

#### 3.2 SEDIMENTOS TURFOSOS

Franchi et al (2000), afirmam que turfa é uma substância fóssil, organo-mineral que se origina da decomposição gerada por restos vegetais. São encontradas em áreas alagadiças, sendo várzeas de rios, planícies costeiras, regiões lacustres e também em banhados.

Para que haja depósito de matéria vegetal morta é necessário um ambiente de pH ácido, muita umidade e falta de oxigênio, nisso diversas descendências de plantas precisam se transformar em turfas para promover camadas que variam conforme sua decomposição.

A turfa, segundo Suffert, (1998) precisa de um ambiente com 90% de água. No momento em que é recolhida e exposta ao ar para secagem, esta proporção diminui chegando aproximadamente a 40%. Franchi (2000) diz que nas últimas glaciações, extensos depósitos de turfas se originaram com as reduções de áreas de climas frios. Sendo assim, as turfeiras geralmente estão associadas a ambientes temperados e frios, os quais coincidem com os eventos glaciais quaternários.

A partir destas temperaturas amenas em conjunto com a demorada decomposição, a matéria orgânica se acumula e gera vastos campos de turfas.

Os sedimentos encontrados nas turfeiras, segundo Franchi et al (2006), são constituídos por depósitos alongados e com baixo conteúdo de enxofre e cinzas, sendo composto por materiais, em sua maioria, lenhosos.

### 3.3 MATÉRIA ORGÂNICA

O solo é gerado a partir da mescla de componentes minerais e orgânicos, gerados por fatores químicos, físicos e biológicos. A matéria orgânica (MO) segundo a EMBRAPA (2002), é compreendida por todo o carbono (C) presente nos solos, na forma de resíduos frescos ou em diversas fases de decomposição.

A fonte primordial da MO, conforme Brady (1989), é o tecido vegetal, como raízes, arbustos, folhas entre outros que geram resíduos orgânicos em grandes quantidades. Enquanto estão em fase de decomposição transformam-se em frações horizontais do solo. Estes tecidos vegetais são fontes primordiais de alimento para os organismos presentes no solo e para a formação da matéria orgânica em si. Os animais, no entanto, são fontes secundárias de alimento, eles deixam resíduos, como seus próprios corpos, no final de suas vidas.

Guerra e Santos (1999) afirmam que em primeiro lugar precisamos considerar que os horizontes das camadas dos solos, são formados por uma porção sólida que é composta por minerais e em menor proporção por uma fração orgânica que está diretamente ligada à porção mineral. Este material se divide em três: resíduos orgânicos, biomassa e material humificado (húmus). Durante a decomposição, conforme Toscan (2004), a matéria orgânica presencia dois processos fundamentais chamados de mineralização e humificação.

Toscan (2004) ainda aponta três fases distintas, que compõem a MO: Sólida que apresenta a matéria orgânica e os minerais, líquida, água dos solos ou solução do solo, água que infiltra nos poros do solo e se mistura com outros materiais presentes nele. E por último, a gasosa, que é composta pelos gases que ocupam, como a água, os poros existentes. Estes gases se assemelham ao ar existente na atmosfera terrestre.

### 3.4 MÉTODOS VOLUMÉTRICOS E GRAVIMÉTRICOS

Segundo Barbosa (2014), gravimetria ou análise gravimétrica, é um método de análise quantitativo que compõe a separação e a pesagem de um elemento puro, que é separado da amostra. A gravimetria apresenta uma gama de técnicas, nas quais grande parte transforma o elemento a ser determinado em um composto puro e estável, que utiliza a massa como determinante para a quantidade do analito original.

Conforme Skoog et al. (2012), diversos métodos de análise são firmados em medidas de massa. Gravimetria por precipitação; gravimetria de volatilização; eletrogravimetria são exemplos disso. A gravimetria por precipitação envolve a separação e determinação do analito pela formação de um precipitado, então ele é para uma composição que pode ser pesada. A gravimetria de volatilização, tem como objetivo separar o analito dos constituintes da amostra, para isto, é convertido em um gás de composição química conhecida. A massa deste gás é utilizada então para determinar a concentração do analito na amostra. Na eletrogravimetria o analito é separado com o uso de uma corrente elétrica de um eletrodo que gera uma massa, o produto gerado apresenta uma medida de concentração do analito.

Os métodos da Perda de Peso por Ignição (PPI) e o da queima com Peróxido de Hidrogênio ( $H_2O_2$ ) são métodos gravimétricos, pois a determinação do teor de matéria orgânica é obtida a partir da diferença do peso inicial e final da amostra.

A volumetria ou titulometria, conforme Barbosa (2014), é uma técnica que analisa o teor de uma substância comparando o volume de uma concentração desconhecida, sendo assim, o teor é da substância é medido com base em medidas de volume.

Skoog et al. (2014), apontam que a titulação é realizada a partir da lenta adição de uma solução padrão de uma bureta, em uma solução de analito até a reação entre os dois componentes ser completa. Por fim, o volume de reagente utilizado para titular é determinado pela diferença inicial e final da leitura.

Barbosa (2014), diz que como na gravimetria, há diversos métodos que são aplicados na análise volumétrica como: titulação de precipitação, utilizada principalmente na análise de helatos; titulação de complexação, utilizado em íons metálicos; e a titulação por oxirredução, conhecida comumente por redução redox, a qual é utilizada neste trabalho. Neste método de titulação, a solução padrão, que tem o teor da substância já conhecido, é acrescentada de forma gradual na solução de interesse até completar a reação redox. A quantidade de solução padrão necessária para completar a reação permite calcular a concentração da substância na solução de interesse. O método indireto de *oxidação do carbono orgânico por via úmida*, o método de Walkley-Black, é definido com um método volumétrico.

### 3.5 MÉTODO DE PERDA DE PESO POR IGNIÇÃO

O método de Perda de Peso por Ignição (PPI), é o processo da queima da matéria orgânica pela mufla a  $650^\circ C$ . Após a queima surge uma diferença entre o peso inicial e final, que é matéria orgânica (EMBRAPA, 1979).

### 3.6 MÉTODO DE QUEIMA COM PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO

Conforme Verdade (1954), a destruição da matéria orgânica com água oxigenada (peróxido de hidrogênio) é uma das operações preliminares nas análises dos solos, e tem por finalidade descartar os colóides orgânicos para facilitar a difusão da argila.

### 3.7 MÉTODO DE WALKLEY-BLACK

Para Júnior (1997) a determinação do teor de matéria orgânica pela a queima de matéria orgânica a 500°C ou a digestão da matéria orgânica com água oxigenada concentrada se tornam limitadas pois é dispendioso por necessitar muita energia. Quando a temperatura se eleva demais há grande perda de água em minerais de argila, e para ele, a oxidação com água oxigenada não é completa, pois varia sua intensidade de solo para solo. Sendo assim adota-se o método indireto de *oxidação do carbono orgânico por via úmida*, o método de Walkley-Black.

O C dos solos, conforme EMBRAPA (1997) pode apresentar-se nas formas orgânicas e inorgânicas. O C inorgânico é formado por microrganismos, húmus estabilizado, resíduos vegetais, animais em etapas distintas de decomposição e carbono inerte, constituído de carvão vegetal ou mineral. Considera-se, segundo Júnior (1997) que a matéria orgânica dos solos possui em média de 58% de C, então para cada 1g de amostra haverá 1,72g de matéria orgânica, representada por:  $\text{Mat. Org.} = \text{C} \times 1,72$ .

Para Schollemberge (1927), a oxidação dos compostos em forma orgânica dos solos por dicromato de potássio ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) em meio ácido é uma forma simples e rápida para avaliar o C orgânico dos solos.

É considerado neste método, conforme EMBRAPA (1997), que a valência média do C dos solos é igual a zero (0). O teor de C orgânico gerado é estabelecido titulando-se o  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  incorporado em excesso com sulfato ferroso. Pela dificuldade em visualizar a troca de coloração na titulação, é decantada a fração mineral e é titulada uma porção de sobrenadante.

## 4 METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho foi o levantamento e análise de referências bibliográficas pertinente ao tema, juntamente com a execução em laboratório do método de oxidação do carbono orgânico por via úmida (método de Walkley-Black). Essa análise foi realizada no Laboratório de Química da UFFS, *Campus Chapecó*.

### 4.1 COLETA DAS AMOSTRAS ANALISADAS

As amostras analisadas neste trabalho são oriundas do testemunho sedimentar analisado por Soave (2023). Foram submetidas à análise do teor de matéria orgânica, a partir do método de Walkley-Black, 26 amostras já analisadas a partir dos métodos da Perda de Peso por Ignição (PPI) e da queima com Peróxido de Hidrogênio ( $H_2O_2$ ). Essas amostras foram coletadas em intervalos de 10 cm, desde a superfície (0-10 cm) até uma profundidade de 255 cm.

Figura 7 Imagem parcial da turfeira



Fonte: Modificado de Soave (2023)

Figura 8 Ponto de coleta



Fonte: Modificado de Soave (2023)

#### 4.2 OXIDAÇÃO DO CARBONO ORGÂNICO POR VIA ÚMIDA-WALKLEY BLACK

As amostras foram submetidas ao método Walkley-Black, sendo inicialmente pesadas de 10 a 25 mg, colocadas em um frasco erlenmeyer de 250 mL, cada amostra foi analisada em triplicata. Para exemplificar foram adicionadas algumas imagens do procedimento realizado pela autora, contudo alguns passos não foram registrados por motivos de força maior.

Em uma capela exaustora, como visualiza-se na imagem 9 e 10, foram acrescentados a amostra 10 mL de  $K_2Cr_2O_7$  e agitado levemente, em seguida foram adicionados 20mL de ácido sulfúrico concentrado ( $H_2SO_4$ ). Após, as amostras foram colocadas em uma chapa aquecedora até atingirem  $150^\circ C$ , e reservadas até esfriar.

Figura 9 Manipulação na capela exautora de dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ) e ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ )



Fonte: Acervo pessoal da autora

Figura 10  $K_2Cr_2O_7$  sendo agitado



Fonte: Acervo pessoal da autora

Em temperatura ambiente foi adicionado 50 mL de água destilada e agitado, depois de agitar o material foi transferido para uma proveta de 100 mL, como mostra a figura 11, e o volume foi ajustado com água destilada, também para 100 mL, a amostra foi devolvida novamente para o erlenmeyer de 250 mL que foi homogeneizado, visualizado na figura 12.

Figura 11 Amostra sendo transferida para uma proveta de 100 mL



Fonte: Acervo pessoal da autora

Figura 12 Amostra sendo devolvida ao frasco erlenmeyer



Fonte: Acervo pessoal da autora

Após as amostras ficarem de 15 a 30 minutos em repouso, foram transferidos para outro erlenmeyer 50 mL o sobrenadante. Foi então adicionadas 3 gotas de indicador ferroin, e titulado com sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4$ ) em uma bureta de 25 mL.

Ao ser titulada, a amostra que se encontrava com uma coloração esverdeada se transformava em uma coloração vermelho escura.

Para aprofundar a análise deste parâmetro será utilizada a classificação quantitativa de matéria orgânica baseando-se nos percentuais determinados e referentes aos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Júnior, 1997).

## 5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os valores obtidos foram plotados em gráficos para visualizar a variação da matéria orgânica ao longo das diferentes profundidades. Além disso, todas as amostras foram analisadas em triplicata. Os resultados obtidos para o carbono orgânico, assim como para o teor de matéria são apresentados na tabela 1 e no gráfico da figura 13.

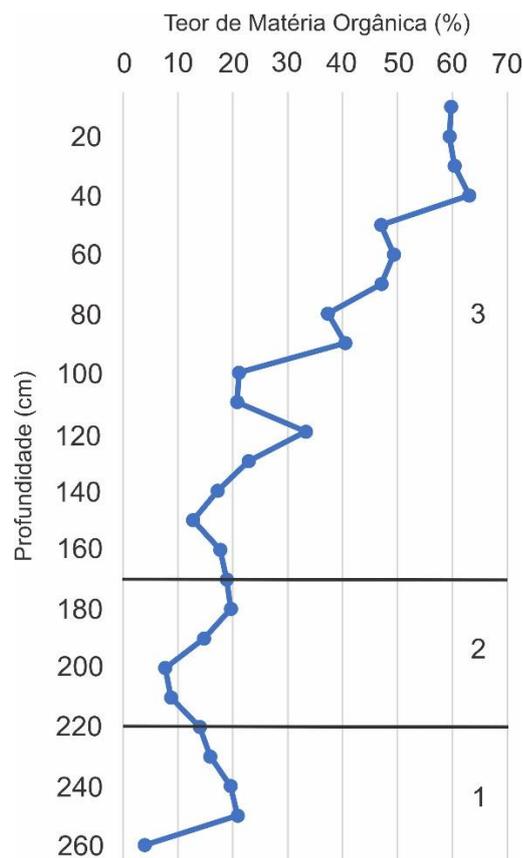
Tabela 2 Teor de matéria orgânica obtido através do método de Walkley-Black

Amostra	Profundidade (cm)	Carbono Orgânico (%)	Matéria Orgânica (%)
1	0-10	34,74	59,76
2	10-20	34,56	59,45
3	20-30	35,11	60,38
4	30-40	36,65	63,03
5	40-50	27,32	46,99
6	50-60	28,68	49,33
7	60-70	27,35	47,04
8	70-80	21,70	37,33
9	80-90	23,53	40,47
10	90-100	12,29	21,13
11	100-110	12,08	20,77
12	110-120	19,36	33,29
13	120-130	13,30	22,88
14	130-140	10,03	17,26
15	140-150	7,42	12,77
16	150-160	10,30	17,71
17	160-170	10,98	18,89
18	170-180	11,43	19,66
19	180-190	8,59	14,77
20	190-200	4,48	7,71

Amostra	Profundidade (cm)	Carbono Orgânico (%)	Matéria Orgânica (%)
21	200-210	5,09	8,75
22	210-220	8,13	13,99
23	220-230	9,23	15,88
24	230-240	11,38	19,58
25	240-250	12,15	20,90
26	250-255	2,30	3,95

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 13 Gráfico da porcentagem de teor de matéria orgânica obtido através do método de Walkley-Black



Fonte: Elaborado pela autora

### 5.1 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DO MÉTODO WALKLEY-BLACK

Em seu trabalho Soave (2023) identificou três unidades distintas na seção colunar por ela analisada, a partir da descrição da cor, textura e tato e análise granulométrica. A primeira se

inicia em 0 e vai até 170, a segunda de 180 a 220 e a terceira de 230 a 255. Utilizaremos neste trabalho, as três camadas identificadas por Soave (2023).

Observou-se que dentro da camada de topo, que vai de 0 a 170 cm de profundidade, as amostras apresentaram valores altos de matéria orgânica iniciando em 59,76% e diminuindo gradativamente até chegar a 7,71%. Dentro deste intervalo é possível perceber pontos de pico, o primeiro na amostra 4 na profundidade de 30-40 cm que apresentou o maior valor de matéria orgânica com 63,03%; o segundo na amostra 5 na profundidade de 40-50 mostrando uma queda brusca para 46,99; terceiro na amostra 9 na profundidade de 80-90 cm registrou 40,47% de matéria orgânica; O quarto pico de matéria orgânica da primeira camada aparece na amostra 12 com 33,29%.

As amostras subsequentes, que se encontram na camada de transição indo de 180 a 220 iniciam com 7,71% de matéria orgânica, e aumentam gradativamente até 15,88%, sem apresentar nenhum pico em particular.

A camada de base 230 a 255 apresenta variações menos pronunciadas. Iniciando em 15,88% de matéria orgânica e entrando em declínio até 3,95%, destacando-se por ser o menor percentual registrado.

Em geral o percentual de matéria orgânica segue uma tendência de declínio. Iniciando na camada de topo com altas taxas de matéria orgânica e finalizando na camada de base com taxas baixas de matéria orgânica.

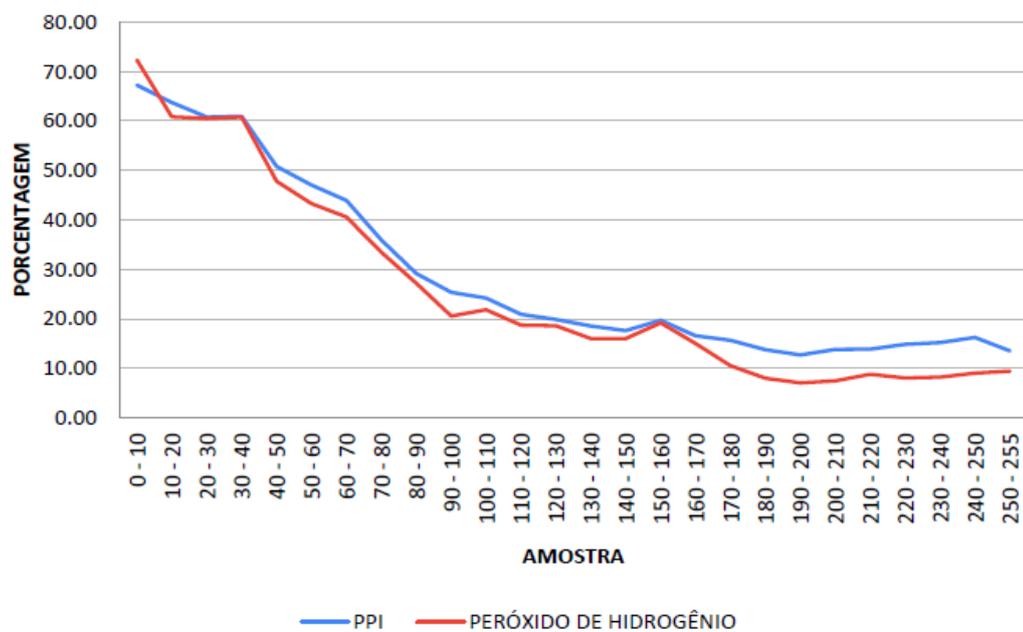
## 5.2 MÉTODO DE PERDA DA PESO POR IGNIÇÃO (PPI) E QUEIMA COM PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO REALIZADOS POR SOAVE (2023)

Os métodos de Perda de Peso por Ignição e queima com Peróxido de Hidrogênio realizados por Soave (2023) apresentaram um perfil de matéria orgânica similar ao do método Walkley-Black, com pequenas diferenças nos valores específicos.

A matéria orgânica registrada no método PPI e apresentada na figura do gráfico 14, começou com 13,54% aos 250 cm de profundidade e variou levemente até 210 cm, onde diminuiu para 13,88%. Um aumento gradual foi observado até 150 cm, atingindo 19,71%, seguido por um leve declínio para 18,58% aos 130 cm. Entre 120 cm e 90 cm, o teor continuou aumentando, alcançando 25,37% aos 90 cm. A partir de 70 cm, um aumento acentuado foi notado, chegando a 50,80% aos 40 cm. Na superfície (10 cm), o teor de matéria orgânica atingiu 63,74%.

Já a análise com o método peróxido de hidrogênio, também apresentadas na figura do gráfico 14, revelou um teor de matéria orgânica de 9,43% na base, com pequenas variações até 200 cm. Aos 150 cm, os valores começaram a aumentar significativamente, chegando a 19,18%. Entre 100 cm e 80 cm, houve uma variação considerável, com um aumento até 27,21% aos 80 cm. A partir de 70 cm, o teor de matéria orgânica aumentou consistentemente, atingindo 47,81% aos 40 cm. Entre 30 cm e 10 cm, o teor se manteve estável em torno de 60%, culminando em 72,30% na superfície.

Figura 14 Gráfico de teores de matéria orgânica obtidos a partir dos métodos da Perda de Peso por Ignição (PPI) e queima com Peróxido de Hidrogênio



Fonte: Modificado de Soave (2023)

## 6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

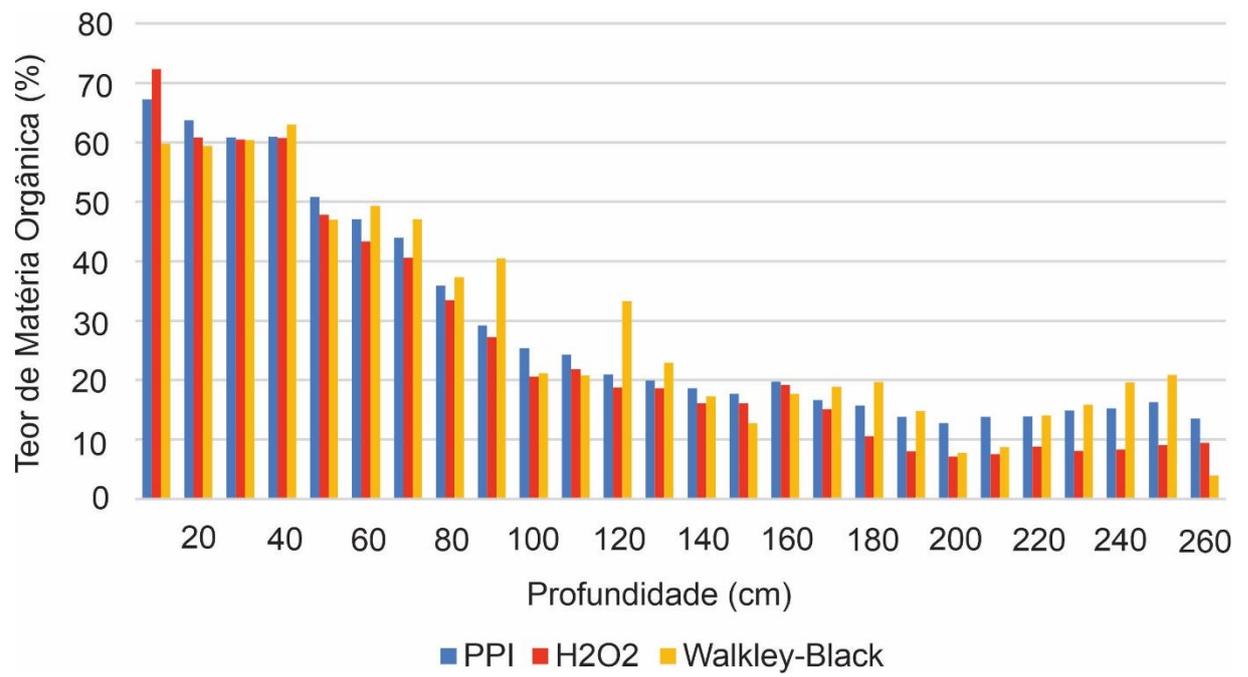
A análise revelou que os três métodos demonstram uma tendência consistente de diminuição do teor de matéria orgânica com a profundidade, gráfico da figura 16. Porém, o método de Walkley-Black exibiu os maiores picos de teor de matéria orgânica. Assim, os métodos da PPI e da queima com  $H_2O_2$  mostraram-se confiáveis para inferir o teor de matéria orgânica.

A figura que apresenta o gráfico 13 da variação percentual de matéria orgânica com a profundidade, evidenciou tendências distintas em diversas camadas do testemunho sedimentar. Concentrações elevadas foram observadas nas camadas superficiais, atribuíveis à maior presença de resíduos vegetais e atividade biológica nessa zona. Contudo, a amostra 5 (40-50 cm) apresentou uma queda abrupta para 46,99%, indicando uma possível zona de transição onde a matéria orgânica superficial diminui significativamente. Esse declínio pode ser atribuído à menor influência da matéria orgânica superficial, redução da atividade biológica e menor presença de raízes.

Os métodos de Walkley-Black, PPI e queima com  $H_2O_2$  proporcionaram perfis com tendências semelhantes de matéria orgânica, embora com variações nos valores absolutos (figura do gráfico 15). A comparação entre os três métodos revelou padrões similares de variação da matéria orgânica ao longo das profundidades, com maior concentração nas camadas superficiais e uma redução gradual em profundidade. O método de Walkley-Black destacou-se pela variação detalhada, enquanto os métodos de perda de peso por ignição e queima com peróxido de hidrogênio mostraram valores próximos, corroborando sua eficácia em análises sedimentares.

A correlação entre os métodos foi avaliada a partir do coeficiente de correlação de Pearson, que é dado partir de duas variáveis numéricas, as quais precisa-se saber o quando uma variável está correlacionada a outra. O coeficiente varia de -1 e +1, onde os valores próximos de -1 e +1 são fortemente correlacionáveis, no entanto próximo a 0 há ausência de correlação linear. (Viera, 2011). Os resultados dos coeficientes foram elevados, acima de 0,9. Correlação entre PPI e  $H_2O_2$  = 0,994427487; correlação entre PPI e Walkley-Black = 0,960386054; correlação entre  $H_2O_2$  e Walkley-Black = 0,952976979. Todos os índices de correlação foram superiores a 0,9, indicando uma alta correlação entre os métodos utilizados.

Figura 15 Gráficos de comparação entre os três métodos analisados: PPI, H2O2 e Walkley-Black



Fonte: Elaborado pela autora

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos, a partir do teste da análise método indireto de *oxidação do carbono orgânico por via úmida*, o método de Walkley-Black, realizado a partir das amostras coletadas por Soave (2023), em comparação aos métodos utilizados por ela, PPI e queima com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, indicam que, tanto o método de Walkley-Black, quando a Perda de Peso por Ignição (PPI) e Queima com Peróxido de Hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) são eficazes na determinação dos teores de matéria orgânica.

O método de Walkley-Black, mostrou-se particularmente sensível, revelando maiores picos de teor de matéria orgânica destacando-se por sua capacidade de fornecer uma variação detalhada dos teores de matéria orgânica ao longo das diferentes profundidades da coluna sedimentar.

Por outro lado, os métodos de PPI e Queima com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> apresentaram resultados próximos entre si, demonstrando-se igualmente confiáveis. A alta correlação entre esses métodos (com coeficientes de correlação de Pearson acima de 0,9) reforça a validade dos resultados obtidos e indica que ambos são adequados para análises sedimentares em condições semelhantes às do Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas.

## REFERÊNCIAS

- APREMAVI. **Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas**. Palmas/PR, nov. 2022. Disponível em: <https://apremavi.org.br/areas-tematicas/conservacao-da-biodiversidade/refugio-de-vida-silvestre-dos-campos-de-palmas/>. Acesso em: 15 mai. 2024.
- BRADY, Nyle C. **Natureza e Propriedades dos Solos**. Livraria Freitas Bastos. 7ª edição. Rio de Janeiro, 1989.
- CORRÊA, Iran Carlos Stallivier. **Variações Climáticas no Quaternário**. Porto Alegre. 2021.
- EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise de Solos. Rio de Janeiro: SNLCS – Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1979.
- FRANCHI, J. G. SÍGOL0, J. B. MOTTA, J. F. M. **Diagnóstico das turfas no Brasil: Histórico da utilização, classificação, geologia e dados econômicos**. Revista Brasileira de Geociências. São Paulo, 2006.
- FRANCHI, J.G. **Aplicação de turfa na recuperação de solos degradados pela mineração de areia**. 2000. 105f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000.
- GROTZINGER, John; JORDAN, Tom. **Para entender a Terra**. 6 ed. – Porto Alegre: Bookman, 2015.
- GUERRA, J. G. M.; SANTOS, G. A. Métodos químicos e físicos. IN: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O., eds. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, Genesis, 1999. P. 267-291.
- JÚNIOR, J. B. T. **Manual para interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.
- Manual de Métodos de Análise do Solo**. EMBRAPA, Rio de Janeiro, 1997, 2ª edição.
- MINEROPAR. **Serviço Geológico do Paraná. O grupo Serra Geral no Estado do Paraná. Mapeamento geológico das cartas 1:250.000 de Guaíra, Cascavel, Campo Mourão, Foz do Iguaçu, Guaraniaçu, Guarapuava, Pato Branco e Clevelândia**. v.1, 454p. Curitiba. 2013.
- ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, **PLANO DE MANEJO, Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas**, Paraná, 2020.
- REVIS. **Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas**. Palmas/PR, dez, 2012. Disponível em: <http://rvscamposdepalmas.blogspot.com/2012/?m=0>. Acesso em: 15 mai. 2024.
- ROSCOE, Renato & MACHADO, Pedro Luiz Oliveira de Almeida. **Fracionamento Físico do Solo em Estudos da Matéria Orgânica**. EMBRAPA. Dourados, 2002.

SALGADO-LABOURIAU, M. L. **História ecológica da Terra**. 2. ed. São Paulo: Editora Edgar Blucher, 1994. p. 307.

SKOOG, Douglas A. [et al.] **Fundamentos de Química Analítica**. 8 ed. p 298-344. São Paulo. 2012.

SKOOG, Douglas A. [et al.] **Fundamentos de Química Analítica**. 9 ed. p 301-316. São Paulo. 2014.

SOAVE, Danielle. **Caracterização de sedimentos turfosos no refúgio de vida silvestre dos campos de palmas, estado do paraná, brasil**. 2023. 50 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2023.

SUFFERT, T. **Turfa de Águas Claras - Estado do Rio Grande do Sul**. Superintendência Regional de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Ago. 1998.

TEIXEIRA, Wilson; FAIRCHILD, Thomas Rich; TOLEDO, Maria Cristina Motta de; TAIOLI, Fabio. **Decifrando a Terra**. 2 ed. – São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.

TOSCAN, Franchesco Bruno. **Estudo Comparativo dos Métodos de Análise do teor de Matéria Orgânica nos Solos**: relatório de estágio curricular. 2004. 34 f. TCC (Graduação) - Curso de Química, Departamento de Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

VERDADE, F. da Costa. **Ação da Água Oxigenada Sobre a Matéria Orgânica do Solo**. **Boletim Técnico da Divisão de Experimentação e Pesquisas do Instituto Agronomico de Campinas**, nº24. Campinas, São Paulo, 1954.

VIEIRA, Sonia. **Noções sobre correlação**. In: VIEIRA, Sonia. Introdução à bioestatística. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. Cap. 6. p. 115-119.