

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CÂMPUS JARAGUÁ DO SUL - CENTRO  
CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA

ARTHUR RINCOS  
ARTHUR STRELOW DERETTI  
CAMILA GARCIA  
GABRIELA MELCHERTH PEREIRA  
JOSÉ HENRIQUE ZANELLA MOREIRA  
MANUELA SCHIESSL SCHMIDT  
RAFAELA CHIODINI BONA

CARACTERIZAÇÃO DO SOLO A PARTIR DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E  
USO DE MINHOCAS COMO BIOINDICADOR DE SOLO

ARTHUR RINCOS  
ARTHUR STRELOW DERETTI  
CAMILA GARCIA  
GABRIELA MELCHERTH PEREIRA  
JOSÉ HENRIQUE ZANELLA MOREIRA  
MANUELA SCHIESSL SCHMIDT  
RAFAELA CHIODINI BONA

Projeto de pesquisa desenvolvido no Programa Conectando Saberes do Curso Técnico em Química do Instituto Federal de Santa Catarina, câmpus Jaraguá do Sul – Centro, como requisito de integração entre as unidades curriculares e como eixo condutor à pesquisa.

Orientadora: Ana Paula Duarte Souza  
Coordenador de fase: Elder Correa Leopoldino

Jaraguá do Sul  
2025

## SUMÁRIO

<b>1 TEMA.....</b>	<b>3</b>
<b>2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....</b>	<b>3</b>
<b>3 PROBLEMA.....</b>	<b>3</b>
<b>4 HIPÓTESES.....</b>	<b>3</b>
<b>5 OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
5.1 OBJETIVO GERAL.....	4
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
<b>6 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>4</b>
<b>7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>5</b>
7.1 SOLO.....	5
7.2 FAUNA EDÁFICA DO SOLO.....	6
7.3 USO DE BIOINDICADORES PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO.....	7
7.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO SOLO.....	8
7.5 USO DE MINHOCAS COMO BIOINDICADORES DO SOLO.....	9
<b>8 METODOLOGIA.....</b>	<b>11</b>
8.1 PROPRIEDADES FÍSICAS.....	11
Fonte: Viana, Teixeira e Donagemma, (2017).....	12
8.2 PROPRIEDADES QUÍMICAS.....	12
<b>9 CRONOGRAMA.....</b>	<b>14</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>15</b>

## **1 TEMA**

Caracterização do solo a partir de análises físico-químicas e uso de minhocas como bioindicador do solo.

## **2 DELIMITAÇÃO DO TEMA**

Análises físico-químicas e uso de minhocas como bioindicador para avaliar a qualidade do solo em diferentes pontos de Jaraguá do Sul.

## **3 PROBLEMA**

O solo serve como substrato para desenvolvimento e continuidade da vida, seja como suporte para estabelecimento de fauna e flora ou meio de cultivo de alimentos. Existe a necessidade de estudo e caracterização do solo, por meio de análises físico-químicas.

Há vários bioindicadores da qualidade do solo, dentre eles, destacam-se as minhocas. Tendo em vista a facilidade de acesso e manutenção destes organismos, os anelídeos foram escolhidos para realização do presente trabalho.

## **4 HIPÓTESES**

- Os solos localizados próximos às indústrias apresentam menor qualidade em relação aos solos localizados próximos às áreas de preservação;
- Existe uma relação direta entre o tipo de solo e a quantidade de macro e micronutrientes presentes no solo;
- As minhocas irão se reproduzir em solos de melhor qualidade;
- O risco de mortalidade das minhocas é menor em solos de melhor qualidade.

## 5 OBJETIVOS

### 5.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade do solo de diferentes pontos de Jaraguá do Sul por análises físico-químicas e uso de minhocas, como bioindicadores.

### 5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar as diferenças físico-químicas entre os solos coletados nos diferentes pontos de Jaraguá do Sul e correlacionar com a origem;
- Analisar como as minhocas se comportam e reagem ao longo de dias, estando expostas aos solos de diferentes pontos em Jaraguá do Sul.
- Determinar a qualidade do solo via análises físico-químicas e da presença de minhocas.

## 6 JUSTIFICATIVA

O solo é a base para o crescimento de plantas e abriga uma série de organismos vivos que integram um grande ecossistema. A qualidade do solo é essencial tanto para a conservação deles quanto para garantir a produtividade agrícola. É possível avaliar a qualidade do solo analisando os bioindicadores, que são organismos sensíveis a modificações no ambiente em que se encontram (Back *et al.*, 2024).

Conforme Abreu Junior *et al.* (2009), algumas das principais funções do solo são a produção de alimentos e a complexação e filtração de pesticidas e metais traço. Além disso, contém uma das maiores reservas de Carbono do planeta, atuando significativamente no processo de sequestro de Carbono, o qual contribui para a redução do Efeito Estufa. Sendo assim, o estudo do solo se faz necessário tendo em vista todos os fatores influenciados pela qualidade dele.

Além das funções já destacadas, o solo serve como suporte para vida. Dentre os organismos que habitam este ambiente, destacam-se a macrofauna do solo. Back *et al.* (2024) descrevem os invertebrados como bons bioindicadores, por serem benéficos para o solo, além de existir uma grande variedade de espécies,

principalmente de insetos. A escolha das minhocas para a realização do projeto se deve ao fato de serem extremamente participativas na decomposição de orgânica e manutenção do solo.

Além do uso de bioindicadores, estudar a química do solo pode ajudar a atribuir características qualitativas e quantitativas, oferecendo dados precisos sobre a qualidade do solo. Análises físico-químicas são fundamentais para estudar a contaminação do solo, isto é, verificar a presença de substâncias potencialmente prejudiciais aos humanos, à agricultura ou ao meio ambiente; e estabelecer critérios, valores de referência para saber se o solo está seguro (Abreu Junior *et al.*, 2009). Alguns exemplos de análises a serem feitas para obter esses critérios são a análise de umidade, granulometria, pH e identificação da quantidade de certas substâncias.

## **7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **7.1 SOLO**

O solo é um corpo natural essencial à vida na Terra, pois serve de suporte para o crescimento das plantas e para a sobrevivência de inúmeros organismos. Todos os seres vivos terrestres dependem direta ou indiretamente dele. No entanto, apesar de sua importância, o solo é um recurso que se forma lentamente ao longo de milhares de anos, não se reproduz e pode ser degradado com facilidade (Lima; Lima, 2001).

Sua formação ocorre por meio da atuação conjunta de cinco fatores: material de origem, clima, relevo, organismos e tempo. Esses fatores interagem sobre uma rocha ou sedimento inicial, modificando sua estrutura ao longo do tempo. A essa transformação dá-se o nome de pedogênese. Segundo Lima e Lima (2001), de forma geral, os processos que atuam na formação do solo são: adições (como o acúmulo de matéria orgânica), perdas (por exemplo, a erosão e lixiviação de nutrientes), transformações (alterações químicas, físicas e biológicas) e transportes (movimentação de materiais dentro do solo).

Os solos formados podem apresentar grande diversidade de características, como textura, cor, profundidade e fertilidade, que vão depender da intensidade e combinação desses fatores. Por exemplo, uma mesma rocha pode originar solos muito diferentes em ambientes distintos: em clima seco, origina solos rasos e

pedregosos; em clima úmido, origina solos profundos, mas geralmente pobres em nutrientes devido à lixiviação (Lima; Lima, 2001).

De acordo com Lima e Lima (2001), apesar do solo parecer estático, está em constante transformação, por isso, sua preservação é essencial para garantir a sustentabilidade ambiental, especialmente em regiões como o Brasil, onde os solos são, em sua maioria, altamente intemperizados e vulneráveis à degradação.

## 7.2 FAUNA EDÁFICA DO SOLO

Como citam (Aita *et al.*, 2014; Fuentes-Ramirez *et al.*, 2018; Mantoni *et al.*, 2020; Segat *et al.*, 2021), a fauna edáfica está englobada na composição do solo, e são responsáveis por desempenhar um papel importante, atuando em processos de reciclagem de nutrientes e modificação de matéria orgânica, e participam de ciclos biogeoquímicos. As funções desempenhadas pelos organismos edáficos podem ser afetadas por fatores sazonais, como, estações do ano, temperatura e precipitação (Baretta *et al.*, 2011). E podem ser denominados como engenheiros do ecossistema (Swift *et al.*, 2010).

Segundo Baretta *et al.*, (2011), a fauna edáfica é composta por organismos classificados em microfauna, mesofauna e macrofauna, nomeados conforme o tamanho do corpo. Já Li *et al.*, (2020), comentam que se pode classificar a fauna edáfica conforme seu tamanho, hábitos alimentares, sua mobilidade e pela função que desempenham no ecossistema. De acordo com Baretta *et al.*, (2011) e Trentini *et al.*, (2018), grande parte dos animais edáficos são encontrados principalmente na parte superficial do solo (0 cm-10 cm), que é considerada a mais afetada pela manipulação por terceiros.

Como citado anteriormente, a classificação da fauna é composta por três níveis: a primeira é a microfauna, que engloba animais com diâmetro corporal entre 4µm a 100µm, e pode-se citar os protozoários, bactérias e fungos. Outra classificação é a mesofauna, onde abrange animais como, ácaros, colêmbolos, proturas e pequenos insetos, com diâmetro corporal entre 100 µm e 2 mm. E por último a macrofauna composta pelos invertebrados, e seus diâmetros corporais são >2 mm Baretta *et al.*, (2011).

Dentre os citados, destacam-se os invertebrados da macrofauna, pois segundo Velásquez *et al.*, (2012) e Souza *et al.*, (2016), esses animais edáficos são capazes de caracterizar os parâmetros físico-químicos e estruturais do solo em que residem. Eles pertencem aos grupos de minhocas, coleópteros em estado larval e adulto, centopeias, cupins, formigas, diplópodes, isópodes e aracnídeos (Lavelle *et al.*, 1997; Wolters, 2000; Lavelle & Spain, 2001). Eles habitam diferentes camadas do solo e se distribuem principalmente em ambientes com boa quantidade de matéria orgânica e umidade. Estão frequentemente associados à serrapilheira e ao solo mineral. Os invertebrados do solo são elementos fundamentais dos ecossistemas terrestres, pois promovem a degradação da matéria orgânica, a estruturação do solo e a ciclagem de nutrientes, sendo também sensíveis aos impactos antrópicos, o que os torna excelentes bioindicadores da qualidade ambiental (Baretta *et al.*, 2006, p. 378).

### 7.3 USO DE BIOINDICADORES PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO

Com a preocupação crescente quanto à degradação de diversos tipos de solos ao redor do mundo, tanto o setor agrícola quanto o ambiental passaram a utilizar bioindicadores de poluição como ferramenta para diagnosticar e resolver esses problemas, buscando reativar os solos degradados (Back *et al.*, 2024).

Bioindicadores são propriedades ou processos biológicos utilizados para avaliar, de forma mais precisa, as condições do solo, promovendo a manutenção sustentável da produção ambiental (Back *et al.*, 2024). A análise é realizada por meio de indicadores físicos, químicos e biológicos. Os indicadores biológicos, por sua vez, são constituídos por seres vivos como minhocas, fungos micorrízicos e bactérias fixadoras de nitrogênio, presentes na superfície do solo. Estes organismos compõem um vasto número de espécies, como, por exemplo, os invertebrados. A classe dos insetos, dentre os invertebrados, apresenta maior biodiversidade, os organismos acabam desempenhando diversas funções complexas no solo. (Silva, 2021) Suas multifuncionalidades e sensibilidade comportamental ou metabólica permitem detectar alterações de maneira mensurável, resultantes do uso e manejo do solo (Back *et al.*, 2024; Silva, 2021).

Em virtude disso, a redução ou extinção de alguns grupos dessa classe contribui para a deterioração do solo, o declínio da fertilidade, a redução de nutrientes e o aumento da incidência de pragas de artrópodes (Bedano *et al.*, 2016).

Como mencionado, os bioindicadores podem ser classificados em diferentes tipos: os ambientais, que avaliam perturbações ambientais; os ecológicos, que analisam mudanças como alterações de habitats, fragmentação, mudanças climáticas, poluição e outros fatores que impactam a biota; e os bioindicadores de biodiversidade, que refletem o número de organismos presente no solo (Back *et al.*, 2024).

Um solo com biota saudável é um solo ativo, produtivo, capaz de armazenar água, sequestrar carbono e promover a degradação de pesticidas, entre outros importantes serviços ambientais. Através do uso de bioindicadores, é possível detectar modificações físicas e químicas antes mesmo que se tornem irreversíveis. Dessa forma, a qualidade do solo está diretamente ligada à interação da comunidade biótica com o meio. Os microrganismos desempenham um papel essencial na ciclagem de nutrientes, na decomposição de material vegetal e animal, sendo fundamentais para a renovação do solo (Back *et al.*, 2024).

#### 7.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO SOLO

É necessário caracterizar o solo para um reconhecimento de sua capacidade, ou para a solução de algum problema presente nele. A dedicação e o esforço ao avaliar o solo depende do que se pretende avaliar ou resolver, juntamente com a disponibilidade de recursos para a avaliação.

Reinert e Reichert (2006) dizem que a textura e a estrutura do solo são as duas propriedades físicas mais importantes. Podendo, assim, caracterizar o solo quanto ao tamanho das partículas, o arranjo das partículas no ambiente, e também a sua granulometria que pode ser dividida em matações, calhaus, cascalhos e terra fina. As propriedades físicas buscam compreender “os mecanismos que governam a funcionalidade dos solos e seu papel na biosfera” (Reinert; Reichert, 2006, p. 2), bem como seu manejo apropriado, sua irrigação, sua drenagem, seu preparo, sua conservação e sua fertilidade.

De acordo com Abreu Junior *et al.*, (2009), as análises químicas têm como objetivo uma caracterização quantitativa e qualitativa do solo. Sendo assim, essas análises contribuem para o “uso agrícola, florestal, urbano, seja para outro fim” (Abreu Junior *et al.*, 2009, p. 531). Nos dias atuais, o foco dessas análises busca um estudo sobre a contaminação do solo e também valores de qualidades atribuídos a ele, bem como, possíveis elementos potencialmente tóxicos presentes.

A determinação analítica dos solos brasileiros possuem inúmeras dificuldades, sendo a principal delas, os teores totais naturais, ou *backgrounds*, dos elementos potencialmente tóxicos. Outras dificuldades incluem a decomposição, a solubilização ou extração dos elementos contidos na amostra, e qual a melhor técnica a ser utilizada para a determinação. Os métodos tradicionais de análise, também, necessitam do uso de soluções homogêneas, exceto os métodos não destrutivos. Desse modo, a solubilização ácida é o método de digestão preferido, tendo em conta, que a solução final produz uma concentração salina maior. Os ácidos inorgânicos fortes, por meio de suas propriedades, são amplamente utilizados para a decomposição de amostras de solo ou geológicas. Segundo Abreu Junior *et al.*, “a fusão alcalina normalmente é empregada para a decomposição de materiais insolúveis ou de difícil manipulação em meio ácido”.

Por fim, é possível observar que as análises físico-químicas são muito importantes para entendermos o funcionamento do solo, não apenas para o cultivo agrícola, mas também para inibir elementos potencialmente tóxicos. Além disso, é capaz de identificar a deficiência ou o excesso de nutrientes. Com todas as informações adquiridas da análise do solo, é possível utilizá-lo de forma racional, aumentando a produtividade de culturas, bem como, uma agricultura sustentável, preservando, assim, o meio ambiente.

## 7.5 USO DE MINHOCAS COMO BIOINDICADORES DO SOLO

A qualidade do solo é indispensável para garantir a preservação de ecossistemas e a produtividade agrícola. Para conferir a qualidade do solo utilizam-se de bioindicadores que são sensíveis a alterações no ambiente como as minhocas (Back *et al.*, 2024).

As minhocas são normalmente encontradas em solos com maior produtividade, já que provocam a movimentação do solo, sendo conhecidas como “engenheiros do ecossistema”. Elas propiciam a estruturação e fertilização do solo por conta da fertilização e mineralização dos nutrientes como dizem Brown e Dominguez (2010). As minhocas são organismos edáficos importantes para diversos processos que garantem a qualidade do solo. Elas realizam a decomposição da matéria orgânica e resíduos vegetais; além de produzir os coprólitos, estruturas biogênicas que possuem agregados resistentes à degradação e erosão, que equilibram a porosidade do solo. O solo é muito importante para o equilíbrio ecológico e para a vida humana e também pode ser usado para plantio de alimentos, por isso, é essencial que ele não esteja poluído, ou infértil. (Brown; Dominguez, 2010, p. 5).

A participação desses seres na etapa de decomposição da matéria orgânica é fundamental, visto que as minhocas fragmentam as grandes partículas e aumentam a superfície de contato para os outros organismos presentes nesse processo. De acordo com Brown (1995), as minhocas que vivem na liteira (camada mais superficial do solo), são chamadas de epígeas, elas consomem matéria orgânica mais fresca. Enquanto as anécicas, são espécies que constroem tocas verticais profundas, o que ajuda na estruturação do solo. Elas consomem matéria orgânica e serapilheira.

Nessas últimas décadas a fauna edáfica ganhou um grande destaque, pois está sendo uma ferramenta para a análise de qualidade de solo quanto para os impactos antrópicos no ecossistema. As minhocas estão entre os animais mais conhecidos na fauna do solo, sendo frequentemente usada como bioindicadores do solo, tanto para pesquisadores quanto para os agricultores. Além das análises, serem rápidas, sem precisar de ferramentas caras e complexas. Como elas são engenheiras do ecossistema, são consideradas como boa agregação do solo e de solos férteis (Santos, 2021).

## 8 METODOLOGIA

Para a determinação da qualidade do solo, utilizaremos minhocas como bioindicador, adquiridas no IFC Campus Araquari, após visita e conhecimento do Instituto. As minhocas utilizadas serão do gênero *Amynthas*, popularmente conhecida como minhoca-louca, pois se mexem de forma muito rápida e agitada quando é tocada. Por existir mais de uma espécie do gênero *Amynthas*, não sabemos ao certo qual, ou quais iremos conseguir. Ela é originária do continente asiático e por serem uma espécie invasora, causam problemas em florestas e jardins, já que fazem rapidamente a decomposição da matéria orgânica. A minhoca possui uma cor marrom-acinzentada, e clitelo<sup>1</sup> claro, variando de acordo com a espécie.

Serão coletadas amostras em três tipos de solos, sendo um considerado mata nativa, um ponto próximo ao rio Itapocu e um ponto próximo a uma área industrial. As profundidades serão de 0 a 10 cm e a massa será aproximadamente 3 kg de solo de cada ponto de coleta. O solo será seco e passado em peneira de 2 mm (Terra Fina Seca ao Ar - TFSA).

Após as coletas, faremos análises físicas e químicas, seguindo as instruções presentes no manual de métodos de análise do solo da EMBRAPA.

### 8.1 PROPRIEDADES FÍSICAS

Pretende-se avaliar a umidade e a granulometria. A umidade atual do solo “representa o conteúdo de água presente na amostra em determinado momento e local” (Viana, Teixeira e Donagemma, 2017, p. 28). Desse modo, o objetivo é determinar a massa de água existente na amostra de solo coletada. Primeiro, será feita a pesagem da amostra com o recipiente e posteriormente transferida para a estufa à 105 °C, por cerca de vinte e quatro horas até a massa permanecer constante. Após isso, a amostra será retirada da estufa, colocada em um dessecador, para esfriar e será posteriormente verificada a massa final. Por fim, será calculada a quantidade de água presente na amostra, utilizando a fórmula de umidade em base volumétrica, representada na figura 1. Sendo, a - massa da

---

<sup>1</sup> Anel utilizado para a reprodução dos indivíduos. Não dá a volta completa em seu corpo.

amostra úmida, em g; b - massa da amostra seca a 105 °C até atingir massa constante, em g; c - volume da amostra, em cm<sup>3</sup> (Viana, Teixeira e Donagemma, 2017).

**Figura 1:** Fórmula de umidade em base volumétrica.

$$CVA = \left( \frac{a - b}{c} \right)$$

**Fonte:** Viana, Teixeira e Donagemma, (2017).

Na granulometria, a amostra será submetida a fragmentação manual, seguida de secagem ao ar livre ou em estufa a 40 °C. Após, ela será peneirada e determinada a fração granulométrica do solo que pode ser dividida em diâmetros, sendo matacões (maior que 20 cm), calhaus (de 20 cm a 20 mm), cascalhos (menor que 20 mm a 2,0 mm) e a terra fina (menor que 2,0 mm).

## 8.2 PROPRIEDADES QUÍMICAS

Serão avaliados o pH do solo, quantidade de fósforo disponível e ferro no extrato sulfúrico. De acordo com Teixeira, Campos e Saldanha, (2017) “o pH do solo é uma determinação da concentração de íons H<sup>+</sup> na solução do solo.” Para estabelecer a concentração de pH no solo, é necessário pesar 10 g de solo e adicionar a um copo plástico de 100 mL, com 25 mL de água destilada. Após, agitar com um bastão de vidro por aproximadamente 60 segundos e deixar de repouso por uma hora e em seguida, agitar novamente e mergulhar os eletrodos na suspensão homogeneizada. Ao medir o pH é necessário aferir e calibrar o potenciômetro com as soluções-padrão pH 4,00 e pH 7,00.

A fração do teor de Fósforo (P) no solo, “baseia-se no princípio da dissolução de minerais contendo P e/ou deslocamento de P retido nas superfícies sólidas do solo para a solução, por ânions capazes de competir com o P pelos sítios de retenção” (Teixeira, Campos e Saldanha, 2017, p. 203). Para determinar a fração do

teor de fósforo no solo, será pesado 10 g de solo e colocado em um erlenmeyer, adicionaremos 100 mL de solução extratora Mehlich-1. Posteriormente será agitado por 5 minutos e deixado descansar por uma noite. Após isso, usando uma pipeta, adicionaremos 5 mL de extrato no erlenmeyer, em seguida, 10 mL de solução ácida de molibdato de amônio diluída e aproximadamente 30 mg de ácido ascórbico em pó, como redutor. Será agitado por 1 ou 2 minutos, deixado desenvolver a cor por 1 hora e, enfim, faremos a leitura da densidade ótica no espectrofotômetro. Por último, para o cálculo utilizaremos a fórmula representada na figura 2. Sendo, P - concentração de fósforo disponível no solo, em mg kg<sup>-1</sup>; L - leitura da amostra, em absorbância; a - coeficiente angular da reta dos padrões (intercepto); b - coeficiente linear da reta dos padrões; d - fator de diluição do extrato de Mehlich. (Teixeira, Campos e Saldanha, 2017).

**Figura 2:** Fórmula para calcular a fração do teor de fósforo no solo.

$$P = \frac{(L - b)}{a} \cdot d \cdot 10$$

**Fonte:** Teixeira, Campos e Saldanha, (2017).

Para determinar o ferro no extrato sulfúrico, de acordo com Teixeira, Campos e Fontana, (2017), será pipetado 20 mL de extrato sulfúrico em um béquer de 300 mL, em seguida, adicionaremos 2,5 mL da solução de HNO<sub>3</sub> + HCl 1:4 e ferveremos por aproximadamente 3 minutos, e repetiremos o processo se necessário. Após, será adicionado de 25 mL a 30 mL de água e ajustado o pH para 1,5. Adicionaremos, posteriormente, 1 mL da solução de ácido sulfossalicílico 5% como indicador e aquecemos em chapa aquecedora até temperatura aproximada de 60 °C. Por fim, faremos a titulação com solução de EDTA (ácido etilenodiaminotetracético) 0,01 mol L<sup>-1</sup>. Para o cálculo, utilizaremos a fórmula representada na figura 3. Sendo, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - concentração de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> total no solo, em g kg<sup>-1</sup>; V - volume da solução de EDTA gasto na titulação da amostra, em mL; f - fator de correção considerando a padronização da solução de EDTA 0,01 mol L<sup>-1</sup>, em que

$f = [\text{EDTApad}] / 0,01$ ;  $[\text{EDTApad}]$  - concentração da solução padronizada de EDTA, em mol L<sup>-1</sup>.

**Figura 3:** Fórmula para a determinação do ferro no extrato sulfúrico.

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 = V \cdot 10 \cdot f$$

Fonte: Teixeira, Campos e Fontana, (2017).

## 9 CRONOGRAMA

<b>Cronograma 2025.2</b>	Ago	Set	Out	Nov
Revisão Bibliográfica	X	X		
Coleta das amostras de solo	X			
Caracterização do solo	X	X		
Ensaio com bioindicadores		X	X	
Produção do Relatório				X

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU JUNIOR, Cassio Hamilton *et al.* **Métodos analíticos utilizados em química do solo**. Química e mineralogia do solo: conceitos básicos e aplicações. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009.

AITA, C.; GIACOMINI, S.J.; CERETTA, C.A. Decomposição de nutrientes dos resíduos culturais de adubos verdes. In: LIMA FILHO, O.F.; AMBROSANO, E.J.; ROSSI, F.;

A. L.; GATIBONI, L. C. Tópicos em Ciências do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 7, p. 141-192, 2011.

BACK, Patrícia Inês Kemper *et al.* **ORGANISMOS EDÁFICOS COMO BIOINDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO E DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL**. Biodiversidade, v. 23, n. 2, 2024. Disponível em: [ht.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/17909](http://ht.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/17909). Acesso em: 11 jun. 2025.

BARETTA, D. *et al.* Fauna edáfica e qualidade do solo. In: KLAUBERGFILHO, O.; MAFRA,

BROWN, George G.; DOMÍNGUEZ, Jorge. **Uso das minhocas como bioindicadoras ambientais: princípios e práticas** – o 3º Encontro Latino Americano de Ecologia e Taxonomia de Oligoquetas (ELAETA03). Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), Número Especial 2, p. 1–18, 2010. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/575/57515556001.pdf>. Acesso em: 22 maio 2025.

DONIZETI CARLOS, J.A. Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: Fundamentos e Prática, 2014. cap. 6, p. 227-264.

FUENTE-RAMIREZ, A. *et al.* Short-term response of soil microorganisms, nutrients and plant recovery in fire-affected Araucaria araucana forests. Applied Soil Ecology, v. 31, p.99-106, 2018. DOI: 10.1016/j.apsoil.2018.08.010

LAVELLE, P. *et al.* Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. European Journal of Soil Biology, v. 33, p. 159-193, 1997.

LAVELLE, Patrick; Spain Alister. V.. 200. Soil ecology. Kluwer, Norwell. 25 August. 2018.

Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/321621384\\_Soil\\_Ecology](https://www.researchgate.net/publication/321621384_Soil_Ecology).

Acesso em: 18 jun. 2025.

LIMA, Valmiqui Costa; LIMA, Marcelo Ricardo de. **Fundamentos de pedologia**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2001. Disponível em: [https://www.mrlima.agrarias.ufpr.br/SEB/arquivos/formacao\\_solo.pdf](https://www.mrlima.agrarias.ufpr.br/SEB/arquivos/formacao_solo.pdf). Acesso em: 05 jun. 2025.

MANTONI,C.; DI-MUSCIANO, M.; FATTORINI, S. Use of microarthropods to evaluate the impact of fire on soilbiological quality. *Journal of Environmental Management*, v. 266, p. 1-6,2020. DOI: 10.1016/j.jenvman.2020.110624.

PAZ, José. **COMPOSIÇÃO DA FAUNA EDÁFICA EM RESPOSTA A DIFERENTES MANEJOS DO SOLO EM DOIS PERÍODOS DISTINTOS**. disponível em:<https://repositorio.unilab.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2573/1/TCC%20-%20Jos%c3%a9%20Abel%20Aguiar%20da%20Silva%20Paz%20%281%29.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2025.

REINERT, Dalvan José; REICHERT, José Miguel. **Propriedades físicas do solo**. Universidade Federal De Santa Maria Centro De Ciências Rurais. Santa Maria, maio 2006. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/337498761\\_Reinert\\_Reichert\\_-\\_Propriedades\\_fisicas\\_do\\_solo](https://www.researchgate.net/publication/337498761_Reinert_Reichert_-_Propriedades_fisicas_do_solo). Acesso em: 11 jun. 2025.

SANTOS, D. P. *et al.* Caracterização da macrofauna edáfica em sistemas de produção de grãos no Sudoeste do Piauí. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1466–1475, 2016.

SEGAT, Julia. *et al.*, Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, Maringá (PR). **Fauna edáfica em áreas reconstruídas após mineração de carvão a céu aberto**. 1 dez. 2020. Disponível em:<https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/8546/6847>. Acesso em: 10 jun. 2025.

SILVA, Michelangelo de Oliveira *et al.* *Brazilian Journal of Development*, **Qualidade do solo: indicadores biológicos para um manejo sustentável**, Curitiba, v.7, n.1, p.6853-6875, 18 jan. 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/23374/18777>. Acesso em: 26 maio 2025.

SOUZA, M. H. *et al.* Macrofauna do solo. *Enciclopédia biosfera*, v. 11, n. 22, 2015.

SWIFT, M. J., BIGNELL, D., MOREIRA, F. M. DE S. & HUISING, J. **O inventário da biodiversidade biológica do solo: conceitos e orientações gerais**. In: Moreira, F. M. S., Huising, E. J. & Bignell, D. E. **Manual de biologia dos solos tropicais: amostragem e caracterização da biodiversidade**. Lavras: Editora da UFLA; 2010. p. 23-41.

TEIXEIRA, Paulo César; DONAGEMMA, Guilherme Kangussu; FONTANA, Ademir; TEIXEIRA, Wenceslau Geraldês. **Manual de Métodos de Análise de Solo**.

Embrapa. Brasília, v. 3, 2017. Disponível em:  
file:///C:/Users/ifsc/Downloads/ManualdeMetodosdeAnalisedeSolo2017-2.pdf.  
Acesso em: 22 abr. 2025.

VELÁSQUEZ, E. et al. Soil macrofauna-mediated impacts of plant species composition on soil functioning in Amazonian pastures. *Applied Soil Ecology*, v. 56, p. 43–50, 2012.