

**Carbono orgânico e atributos físico-químicos de um solo do município de Paragominas – PA**

**Organic carbon and physical-chemical attributes of a soil in the municipality of Paragominas – PA**

**Carbono orgánico y atributos físico-químicos de un suelo en el municipio de Paragominas – PA**

Recebido: 24/11/2020 | Revisado: 02/12/2020 | Aceito: 07/12/2020 | Publicado: 10/12/2020

**Camila Nascimento Alves**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5093-7078>

Universidade do Estado do Pará, Brasil

E-mail: [camila.alves@uepa.br](mailto:camila.alves@uepa.br)

**Luís André de Sousa Miranda**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2298-4333>

Universidade do Estado do Pará, Brasil

E-mail: [andresousamiranda@gmail.com](mailto:andresousamiranda@gmail.com)

**Tereza Lopes Farias**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0799-9374>

Universidade do Estado do Pará, Brasil

E-mail: [tereza.lopesfarias@gmail.com](mailto:tereza.lopesfarias@gmail.com)

**Julita Maria Heinen do Nascimento**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1642-4735>

Universidade do Estado do Pará, Brasil

E-mail: [julitamheinen@gmail.com](mailto:julitamheinen@gmail.com)

**Marcello dos Santos Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9887-4552>

Universidade do Estado do Pará, Brasil

E-mail: [marcellsantzs99@gmail.com](mailto:marcellsantzs99@gmail.com)

**Francisco Felix dos Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0382-2547>

Universidade do Estado do Pará, Brasil

E-mail: [felixps2@hotmail.com](mailto:felixps2@hotmail.com)

## Resumo

A qualidade do solo tem instigado cada vez mais pesquisas, visto que a busca por uma melhor produção é cada vez mais almejada. Desse modo, a caracterização da qualidade do solo tem se tornado um mecanismo eficaz para definir a capacidade do sistema de viabilizar-se no presente e no futuro. Com isto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar por meio químico e físico a qualidade do solo coletado *in situ* em Paragominas-Pará, a fim de verificar os resultados obtidos com a precisão de cada método utilizado. Foram retiradas duas amostras de um perfil de solo em dois horizontes, a primeira com profundidade de 0 – 20cm e a segunda de 20 – 40cm, as mesmas foram armazenadas em sacos de polietileno e transportadas ao laboratório para a realização de análises físico-químicas. Os resultados obtidos nessa pesquisa expõem a importância da realização de determinadas medidas de campo, como as propriedades físicas e químicas do solo, no viés qualitativo do mesmo. Logo, as variáveis umidade, cor, pH, fração do solo e teor de MO possibilitam o conhecimento do local e dos processos de modificação que ali ocorreram. Dessa forma, servem como fundamento para identificar variações de maior impacto.

**Palavras-chave:** Solos; Qualidade; Parâmetros; Análises.

## Abstract

The quality of the soil has instigated more and more research, since the search for a better production is more and more desired. Thus, the characterization of soil quality has become an effective mechanism to define the system's capacity to be viable in the present and in the future. With this, the present work aims to evaluate by chemical and physical means the quality of the soil collected *in situ* in Paragominas-Pará, in order to verify the results obtained with the accuracy of each method used. Two samples were taken from a soil profile in two horizons, the first with a depth of 0 - 20cm and the second of 20 - 40cm, they were stored in polyethylene bags and transported to the laboratory for physical-chemical analysis. The results obtained in this research expose the importance of the realization of certain field measures, such as the physical and chemical properties of the soil, in its qualitative bias. Therefore, the variables humidity, color, pH, soil fraction and MO content allow the knowledge of the place and the modification processes that occurred there. In this way, they serve as a basis to identify variations of greater impact.

**Keywords:** Soils; Quality; Parameters; Analysis.

## Resumen

La calidad de la tierra ha impulsado más y más investigaciones, ya que la búsqueda de una mejor producción es cada vez más buscada. Así pues, la caracterización de la calidad del suelo se ha convertido en un mecanismo eficaz para definir la capacidad del sistema para ser viable en el presente y en el futuro. Con ello, este trabajo pretende evaluar por medios químicos y físicos la calidad del suelo recogido in situ en Paragominas-Pará, con el fin de verificar los resultados obtenidos con la precisión de cada método utilizado. Se tomaron dos muestras de un perfil de suelo en dos horizontes, el primero con una profundidad de 0 - 20cm y el segundo de 20 - 40cm, se almacenaron en bolsas de polietileno y se transportaron al laboratorio para su análisis físico-químico. Los resultados obtenidos en esta investigación exponen la importancia de realizar ciertas mediciones de campo, como las propiedades físicas y químicas del suelo, en su sesgo cualitativo. Por lo tanto, las variables humedad, color, pH, fracción del suelo y contenido de MO permiten el conocimiento del lugar y los procesos de modificación que se produjeron en él. De esta manera, sirven de base para identificar las variaciones de mayor impacto.

**Palabras clave:** Suelos; Calidad; Parâmetros; Análisis.

## 1. Introdução

A qualidade do solo tem instigado cada vez mais pesquisas, visto que a busca por uma melhor produção é cada vez mais almejada. Desse modo, existe um abrangente conjunto de indicadores que são utilizados, como os biológicos, químicos e físicos. Logo, a caracterização da qualidade do solo por meio desses parâmetros tem se tornado um mecanismo eficaz para definir a capacidade do sistema de viabilizar-se no presente e no futuro (Silva et al., 2020).

Segundo Silva (2019), a qualidade do solo se dispõe de forma qualitativa e/ou quantitativa, além de mensurar e avaliar as alterações em um determinado ecossistema. Dessa maneira, ao longo do tempo os estudos de tais indicadores permitem quantificar a relevância e o período das alterações ocasionadas pelos variados sistemas de manejo no solo.

Quanto as principais propriedades químicas aplicadas na avaliação da qualidade do solo têm-se o potencial hidrogeniônico (pH), a capacidade de troca catiônica, a matéria orgânica e os níveis de nutrientes; são capazes de proporcionar a compreensão de fertilidade existente em uma área, possibilitando analisar prováveis alterações sofridas em função da gestão adotada em determinada região (Freitas et al., 2017).

Um dos fatores que implicam nas características físicas e químicas do solo é a matéria orgânica, que é essencialmente formada por compostos de carbono. Dessa forma, o carbono orgânico está diretamente ligado à qualidade do solo, pois atua como um agente cimentante da estrutura, que influencia na complexação de elementos e capacidade de troca de cátions na solução do pH, e também eleva a presença hídrica no solo (Campos et al., 2016).

Diante disso, notou-se que a maior parte do solo do município de Paragominas, no estado do Pará, é caracterizado como amarelo distrófico, sendo classificado como Latossolo Amarelo (LA) com textura argilosa. Os latossolos referem-se a solos ricos em alumínio, profundos, ácidos e com alto grau de intemperismo, são caracterizados por demonstrarem condições químicas insatisfatórias, porém de boa estrutura física (Embrapa, 2013).

Os Latossolos Amarelos localizam-se com maior intensidade nos platôs amazônicos e litorâneos, porém, eles se encontram espalhados por diversas regiões brasileiras. Estes são formados por material mineral, suscetíveis ao uso de pastagens, reflorestamento, culturas anuais e perenes. Porém, embora a alta capacidade para a agropecuária, uma porcentagem de sua área deve conter uma reserva preservada para proteção da biodiversidade desses ambientes (Embrapa, 2006).

Com base no exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar por meio químico e físico a qualidade do solo coletado *in situ* em Paragominas/PA, a fim de verificar os resultados obtidos com a precisão de cada método utilizado.

## **2. Referencial teórico**

### **2.1 Solo**

O desenvolvimento do solo, passa por diversas intervenções de perdas (qualquer remoção de material do solo durante a sua formação), transformações (alterações químicas, físicas e biológicas que ocorrem nos componentes do solo), adições (qualquer adição de material ao solo durante sua formação) e transporte (qualquer movimentação de material no interior do próprio solo). Esses processos são responsáveis pela formação de todos os tipos de solos existentes, que podem diferenciar entre si em relação a cor, espessura, granulometria, conteúdo de matéria orgânica e nutrientes de plantas (Costa et al., 2015).

Associado a isso, o solo apresenta essas diferenciações, devido a fatores como vegetação, relevo, material de origem, clima, grau de intemperismo, umidade, mineralogia e concentração de matéria orgânica, além da atuação de elementos físicos, químicos, biológicas

e mineralógicas. Tais condições, agem em graus de intensidade diferentes, conseqüentemente, provocam variações distintas no processo de formação do solo (Rosa et al., 2015).

O clima, relevo, material de origem (rocha) e o tempo, desempenham a função de originarem e desenvolverem os solos. As rochas ígneas, sedimentares e metamórficas, ao estarem expostas na atmosfera, estão sujeitas a sofrerem com incidência solar, precipitações, força dos ventos e com presença de organismos, por conseguinte, tais atividades dão início a formação do solo. (Almeida et al., 2019).

Os fenômenos físicos e químicos do solo, são os que promovem alterações no formato e estrutura dos minerais e modificações da sua composição, respectivamente. Desta forma ao longo do tempo o solo, sob ação destes fenômenos, tende a se organizar em camadas sobrepostas e paralelas a superfície, formando os horizontes. E um conjunto de horizontes, presentes desde a superfície até o material de origem, é definido como o perfil do solo (Van Stel & Van Der Zwan, 2020).

## **2.2 Determinação da cor do solo**

A cor do solo é apontada, por muitos pedólogos, como uma das propriedades morfológicas mais significativas, que, por meio dela, é possível verificar informações a seu respeito. Os principais fatores que influenciam na tonalidade que o solo irá apresentar está atrelada, principalmente, ao material de origem (rochas), posição na paisagem, vegetação, clima, umidade, presença de matéria orgânica e mineralógica (Carmo et al., 2016).

Para a realização da análise de cor, um dos métodos mais empregados mundialmente é o sistema de Munsell, devido a sua rápida e fácil aplicação em trabalhos de campo, por basicamente utilizar-se da percepção óptica para definir a cor. Este processo efetua uma comparação visual de amostras secas e úmidas, para determinar fatores como o matiz (comprimento de onda de luz), o valor (brilho ou tonalidade) e o croma (intensidade ou pureza da cor em relação ao cinza) (Silva et al., 2015).

Todavia este método, apresenta subjetividade em seus resultados, já que características como a luz incidente sobre o solo, da superfície do solo e a qualidade da resposta espectral do olho humano, uma vez que não são fatores controlados, acabam por influir diretamente na interpretação da cor (Rosset, 2016).

Nesse contexto, para resultados com maior precisão, é indicado executar a medição da cor por aparelhos de sensoriamento remoto, pois é dada em condições controladas e não subjetivas. O colorímetro fornece notações mais detalhadas do solo, com medidas de cor em

intervalos que não são apresentados na carta de Munsell, isso confere uma maior precisão e exatidão a essas determinações (Denardin & Denardin, 2015).

### **3. Principais fatores que alteram a cor do solo**

#### **3.1 Umidade**

A presença de umidade interfere na cor do solo, pois o teor de concentração de água exposta na amostra, resulta no aumento da radiação eletromagnética a ser absorvida. Tal fator, indica que quanto maior for esta concentração mais escuros os solos se tornam (Kemper & Chepil, 1965).

Um solo que possui uma boa drenagem, não acomete dificuldades em infiltrar a água, no entanto os solos mal drenados, apresentam horizontes com cores mais acinzentadas. Esta cor indica que o ferro ali presente foi carregado para o lençol freático, em razão da ausência e/ou redução de oxigênio, conseqüentemente, acaba-se perdendo a coloração vermelha ou amarela típica dos solos bem drenados. Já as cores brancas e acinzentadas deriva da presença de minerais silicatados existentes no percentual de argila do solo (Cunha, 1986).

##### **3.1.1 Material orgânico**

O percentual de matéria orgânica (MO) imposta ao solo, é um constituinte primário que determina a tonalidade desta superfície, pois quanto maior o teor de MO, indicam boas condições de fertilidade e grande atividade microbiana. (Loss, 2015). O acúmulo deste material, em diferentes estágios de decomposição é o que configura uma coloração preta, muito característica dos Organossolos (Gomes et al., 2015).

É válido ressaltar, que a concentração de MO proporciona tonalidades mais escuras nos primeiros horizontes do perfil do solo, ou seja, os mais superficiais, visto que, geralmente, ocorre uma diminuição na concentração dos compostos orgânicos, em virtude do aumento da profundidade, o que resulta em uma coloração acentuada de óxido de ferro nos horizontes mais subsuperficiais (Hanke et al., 2015).

Tal fator está diretamente relacionado ao fato de que a matéria orgânica em concentrações maiores que 2%, acaba diminuindo a ação dos demais constituintes dos solos, portanto verifica-se também que em concentrações menores que 2% a ação da MO será menos efetiva. Esta quantidade excessiva de MO pode indicar fatores desfavoráveis a sua própria

decomposição, como temperaturas baixas, pouca disponibilidade de nutrientes, falta de oxigênio e outras condições que inibam a ação dos microrganismos do solo (Santos et al., 2015).

### **3.1.2 Mineralogia**

Os minerais do solo estão integrados em dois grupos: minerais primários e minerais secundários. Os minerais primários são provenientes do material originário, que mantém inalterado a sua composição. Materiais como quartzo, feldspatos, plagioclases, micas, piroxenas, anfíbulas, olivinas, são intitulados como primários. Os minerais primários possuem a importante função de avaliar o grau de evolução do solo e da sua reserva mineral (Testoni et al., 2017).

Os minerais secundários do solo, possuem três origens: os sintetizados no próprio solo (*in situ*), através de produtos decorrentes da meteorização dos minerais primários menos resistentes, os que resultam das alterações realizadas nas estruturas de certos minerais primários e por fim os que são herdados do material originário (Whittig & Allardice, 1986). Os tipos de minerais secundários mais acometidos aos solos são: minerais de argila (silicatos de alumínio no estado cristalino), silicatos não cristalinos; óxidos e hidróxidos de alumínio e ferro; carbonatos de cálcio e de magnésio (Souza, 2019).

### **3.1.3 Potencial hidrogeniônico (pH) dos solos**

Uma das características mais importantes do solo são as reações de caráter ácido, básico ou neutro, pois estão diretamente relacionados a outras propriedades químicas, físico-químicas e biológicas. Estas reações são processadas em função do pH, fator que exprime a intensidade de acidez ou alcalinidade do solo. Os valores do pH situam-se em tona de 3,5 e 9,5, sendo os solos de clima tropical úmido os mais ácidos (Ibrahim & Aliyu, 2016).

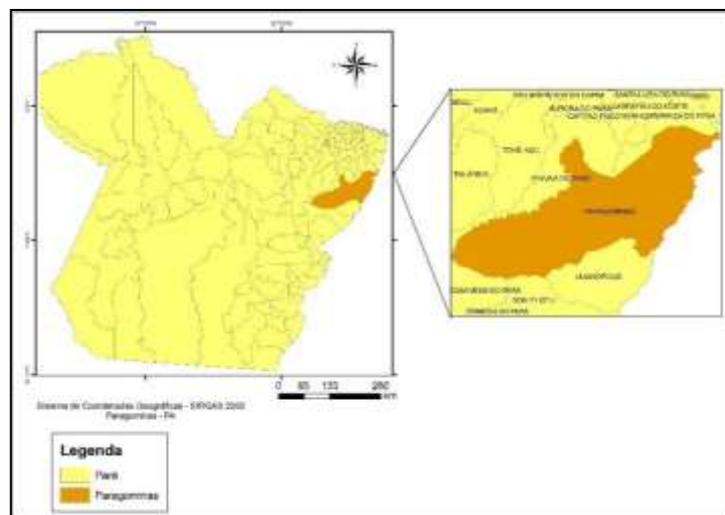
Os solos com características mais ácidas, iniciam-se nas rochas de origem, nas interações solo e clima, na absorção dos sais alcalinos pelas plantas cultivadas e até mesmo pelo processo de fertilização do solo que podem promover reações ácidas. Para corrigir o seu pH tornando-o básico, propõem-se o cultivo de certas espécies de plantas, como o calcário ( $\text{CaCO}_3$ ), cujo pH está na faixa de 6,0 a 6,2 (Vasques et al., 2019).

## 4. Material e Métodos

### 4.1 Área de estudo

O presente trabalho foi realizado na cidade de Paragominas, sudeste do estado do Pará (Figura 1), com população estimada em 108.547 habitantes (Fapespa, 2016), sob as coordenadas 2° 59' 51" S e 47° 21' 13" O. Com base na classificação de Koopen, o clima desta localidade encaixa-se na categoria AWI, logo, apresenta um clima tropical chuvoso com elevado déficit hídrico (Neves, Costa, & Rocha, 2017).

**Figura 1.** Fisiografia do município.



Fonte: Autores (2020).

Os principais tipos de solos desta região são Latossolo amarelo distrófico, Argiloso amarelo, Plintossolo, Gleissolo e Neossolo caracterizados por possuir baixos índices de fertilidade (Martins et al., 2018).

Para elaboração desta pesquisa utilizou-se a metodologia adaptada de Pereira A. S. et al. (2018), que consiste no método quantitativo, na qual faz-se a coleta de dados por meio do uso de medições de grandezas e por meio da metrologia obtêm-se números com suas respectivas unidades. Este método gera conjunto de dados que podem ser analisados por meio estatísticos e/ou métodos analíticos.

**Tabela 1.** Lista de materiais.

<b>Equipamentos de campo</b>	<b>Equipamentos laboratoriais</b>	<b>Reagentes e soluções</b>	<b>Aparelhos</b>
(1) Picareta	(1) Balão volumétrico 250ml	Dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ )	Balança analítica
(1) Pá	(2) Beckers	Ácido ortofosfórico ( $H_3PO_4$ )	Capela
(2) Sacos de polietileno	(1) Bureta 50ml	Difenilamina ( $C_{12}H_{11}N$ )	Estufa de secagem
(1) Rolo de massa	(1) Suporte	Sulfato ferroso amoniacal ( $FeH_{20}N_2O_{14}S_2$ )	Chapa esquentadora
	(2) Erlenmeyer 250ml		pHmetro de bancada
	(4) Pares de luvas		
	(1) Pipeta volumétrica 10ml		
	(1) Proveta 100 ml		
	(1) Peneira granulométrica com malha de 40		
	(1) Peneira granulométrica com malha de 100		
	(2) Tubo de ensaio 25ml		

Fonte: Autores (2020).

Acima temos a lista com todos os materiais utilizados na realização deste trabalho, desde a coleta até a análise das mesmas. É importante ressaltar que todas as medidas de segurança devem ser seguidas ao se manusear tais equipamentos para assegurar o sucesso da pesquisa.

## **5. Coleta e análise de dados**

### **5.1 Amostragem**

A coleta de solo in loco das amostras ocorreu no mês de outubro, período não chuvoso da região, em um ponto predeterminado (P1) localizado sob as coordenadas -2.98596596 S' e -47.35917405 O', dentro da Universidade do Estado do Pará – Campus VI, no horário de 9hr00min.

Foram retiradas duas amostras de um perfil de solo, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013) é classificado como: latossolo amarelo distrófico; em dois horizontes, com auxílio de picareta e pá.

A primeira amostra com profundidade de 0 - 20cm, e a segunda de 20 - 40cm, onde foram armazenadas em sacos de polietileno e transportadas até o laboratório da própria Universidade (UEPA) para realizar a preparação das amostras e posteriores análises dos parâmetros físico-químicos.

## 5.2 Destorroamento

Após a coleta, a amostra foi preparada através do quarteamento, com a finalidade de homogeneização dos componentes das mesmas. Em seguida, passou pelo processo de destorroamento, pois verificou-se que as amostras continham muitos torrões que necessitavam ser destorroados. As amostras foram dispostas, uma por vez, sobre a mesa e utilizando rolo de massa os torrões foram amassados, a fim de obter amostras mais finas e uniformes (Figura 2).

**Figura 2.** Destorroamento das amostras.



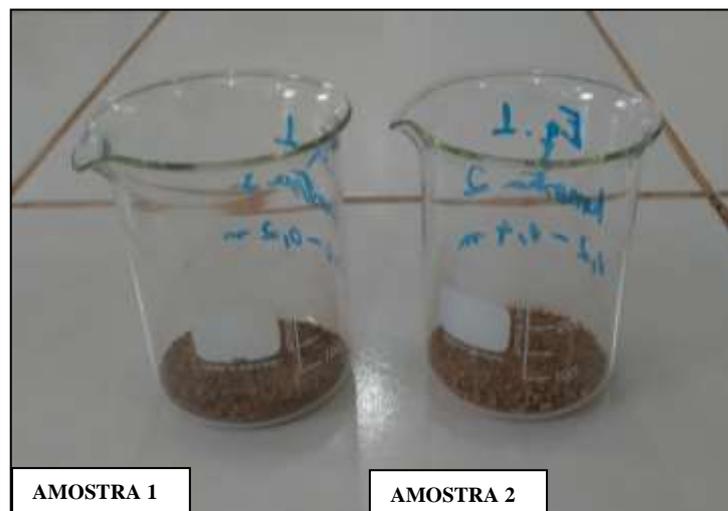
Fonte: Autores (2020).

O quarteamento é o processo de redução da amostra em pequenas porções representativas da amostra inicial. É um método bem eficaz por ser de fácil manuseio e permitir que os agregados de solo fiquem do tamanho desejado.

### 5.3 Determinação da cor

Para análise e determinação colorimétrica das amostras, estas foram adicionadas em dois Becker com pequenas quantidades cada, e por comparação foi utilizado os padrões da carta de Munsell, com intuito de determinar a matiz, valor e o croma de ambas as amostras (Figura 3).

**Figura 3.** Análise da cor das amostras.



Fonte: Autores (2020).

Este método de determinação convencional da cor do solo não controla alguns fatores, como a luz que incide sobre a amostra de solo e a percepção visual dos observadores, logo este método é subjetivo. A medição da cor utilizando equipamentos de sensoriamento remoto é uma alternativa que elimina o erro humano e a subjetividade, por dispor de condições controladas, precisas e exatas.

### 5.4 Umidade

Com a finalidade de verificar a umidade, as amostras coletadas (úmidas) foram adicionadas em beakers e pesadas na balança analítica. Em seguida, levou-se as mesmas para estufa de secagem à 120°C durante 8hrs. Após os beakers esfriarem realizou-se novamente a pesagem das amostras (secas), sendo possível realizar o cálculo de secagem.

### **Cálculo de secagem:**

Peso da amostra úmida – Peso da amostra seca = quantidade de umidade

Obs.: Desconsiderar o peso do becker vazio de ambas as amostras.

### **5.5 pH das amostras**

Com o intuito de comparar os resultados obtidos, o pH do solo foi mensurado por meio de dois procedimentos. O primeiro pelo método caseiro (Figura 4), no qual, cinco colheres de chá da amostra de solo um (0,0 – 0,20cm) foram depositadas em dois copos de polietileno, posteriormente, em um recipiente adicionou-se vinagre de álcool e no outro colocou-se água destilada, a fim de umedecer o solo, no recipiente que recebeu água destilada foi incluído bicarbonato de sódio.

**Figura 4.** Método caseiro para determinação de Ph.



Fonte: Autores (2020).

Em seguida, observou se houve ocorrência do borbulhamento nesses receptores. A ausência de bolhas indica que o solo é neutro, a presença de bolhas no copo com vinagre indica alcalinidade, e a existência de bolhas no recipiente com bicarbonato determina acidez. O mesmo processo foi repetido com a amostra dois de solo (0,20cm – 0,40cm).

No segundo método de mensuração do pH, utilizou-se o pHmetro de bancada. Para realizar tal processo, 100g da primeira amostra de solo juntamente com 100ml de água destilada foram adicionadas a um becker e homogeneizadas. Posteriormente, o eletrodo

(componente do pHmetro) foi posicionado dentro do recipiente até que o mesmo atingisse estabilidade, reduzindo o risco da ocorrência de erros (Figura 5). Este procedimento também foi realizado com amostra dois.

**Figura 5.** Método laboratorial para determinação de pH.



Fonte: Autores (2020).

O pH é um parâmetro de grande importância que fornece indícios das condições químicas gerais do solo, portanto o pHmetro é um equipamento laboratorial que permite maior confiabilidade em seus resultados, todavia é de suma importância que o mesmo seja manuseado e calibrado corretamente.

### **5.6 Fração do solo**

Para determinar os teores de areia, silte e argila, as amostras passaram pelo processo de peneiramento. No qual, com auxílio de peneiras granulométricas (malha de 100 e 40) aproximadamente 200g de solo da amostra um foi peneirado, obtendo três frações de solo com granulometria distintas (Figura 6).

**Figura 6.** Peneiramento das amostras,



Fonte: Autores (2020).

Essas frações foram adicionados em beckers e levadas para pesagem na balança analítica, onde tais valores são utilizados na formação do triângulo textural para solos. O mesmo processo foi repetido com a amostra dois.

### **5.7 Determinação do teor de matéria orgânica**

Para determinação do teor de matéria orgânica foi utilizado 0,5g de solo da primeira amostra, peneirada com malha de 100, em peneira granulométrica, e transferidas para um erlenmeyer. Em seguida, adicionou-se 10ml da solução dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ) neste recipiente com o auxílio de um pipetador volumétrico, além disso, um tubo de ensaio de 25 mm cheio de água foi aferido dentro da vidraria atuando como uma espécie de condensador.

A solução preparada foi colocada sobre a chapa esquentadora até que se verificasse à fervura desta (Figura 7). Adiante a mesma foi retirada deste equipamento e resfriada naturalmente sobre a bancada.

**Figura 7.** Amostras sobre a chapa esquentadora.



Fonte: Autores (2020).

Posteriormente, colocou-se 80ml de água destilada, utilizando uma proveta, 2ml de ácido ortofosfórico ( $H_3PO_4$ ) e 3 gotas do indicador difenilamina ( $C_{12}H_{11}N$ ) no erlenmeyer, onde verificou-se a mudança de coloração das amostras para azul.

Após a realização de toda essa preparação, a solução foi titulada com sulfato ferroso amoniacal ( $FeH_{20}N_2O_{14}S_2$ ) presente em uma bureta, aferindo-se o volume em milímetros gastos para que a cor azul característica do líquido fosse substituída pelo verde (Figura 8). Todo esse processo descrito também foi feito na amostra de solo dois.

**Figura 8.** Mudança de coloração das amostras.



Fonte: Autores (2020).

Análises químicas são necessárias tanto para determinar em qual perfil de solo contém mais matéria orgânica, como também estabelecer a qualidade da MO promovendo maior equilíbrio em áreas de vegetação nativa.

As fórmulas a seguir são necessárias para determinar o teor de matéria orgânica:

**Fator de correção:**

$$f = \frac{40}{V}$$

**Teor de carbono orgânico:**

$$C = (40 - V) \times f \times 0,6$$

Onde:

C é o teor de carbono orgânico

V é o volume (ml) gasto na titulação

f é o fator de correção

### **Teor de matéria orgânica (%)**

$$M.T = C \times 1,724$$

Em que:

M.T é o teor de matéria orgânica (%)

C é o teor de carbono orgânico

## **6. Resultados e discussão**

### **6.1 A importância de determinar a cor do solo**

O estudo da cor de acordo com a tabela de Munsell determinou que a amostra um (0,0 – 0,20 cm) apresenta cor predominante vermelho (matiz), valor 7 e croma 3. Logo, a primeira amostra é caracterizada: 3R 7/3.

Para a amostra dois de solo (0,20 – 0,40cm) a caracterização obtida indicou cor predominante amarelo (matiz), valor 3 e croma 7. Dessa forma, a segunda amostra é classificada: 7Y 3/7.

**Obs.:** o primeiro valor é a tonalidade da cor fundamental acompanhada da primeira letra em inglês do nome do matiz que a amostra foi classificada, o número após a letra é o valor/croma obtido na classificação.

Na pesquisa realizada por Araújo et al. (2019) no município de Paragominas, no estado do Pará, foi possível observar que a cor do solo está diretamente relacionada as propriedades químicas e físicas, composição biológica e mineralógica do solo. Sendo a umidade, mineralogia e material orgânica os principais fatores que influenciam a cor do solo.

De acordo com Moline & Coutinho (2015) em seu trabalho realizado no município de Manacapuru, no estado do Amazonas, a mudança de cor nas amostras pode ser uma resposta a fertilidade deste solo, haja vista que o primeiro horizonte (0,0 – 0,20cm) recebe mais matéria orgânica do que o segundo horizonte (0,20 – 0,40cm).

## **6.2 Quantidade de umidade presente nas amostras**

A primeira amostra que estava úmida pesou 46,0896g, após a secagem a mesma continha 43,9932g. Os dados obtidos indicaram que 2,0964g de umidade da amostra um foi retirada e 3,4603g da amostra dois.

No trabalho realizado por Kazmierczak (2018) na cidade de Ponta Grossa, no estado de Minas Gerais, foi observado que a presença de água na amostra eleva a radiação eletromagnética absorvida, ou seja, quanto maior a umidade mais escuros são os solos. Vale ressaltar que devido a percolação do solo, amostras mais profundas tendem a conter umidade, mas não necessariamente são mais escuras, devido ausência de matéria orgânica.

A umidade do solo é uma variável importante para a compreensão de muitos processos naturais e hidrológicos que atuam em diversas escalas, segundo Silva et al. (2015) destaca em sua pesquisa realizada no município de Pesqueira, no estado de Pernambuco, que o monitoramento dessa variável é indispensável para custear ações de manejo e conservação do solo e água.

## **6.3 Mensuração de pH no solo**

No que se refere a mensuração do pH realizada através do método caseiro nota-se que a amostra um (0,0 – 0,20cm) e dois (0,20 – 0,40cm) possuem pH neutro, pois não houve borbulhamento nos recipientes.

Entretanto, a partir da aferição realizada por meio da utilização do pHmetro de bancada, observou-se que as amostras um e dois apresentam pH de 5,15 (ácido) e 4,90 (ácido) respectivamente. Dessa maneira, constata-se uma grande diferença entre os valores obtidos entre os procedimentos, visto que o executado com o pHmetro de bancada tem maior confiabilidade.

Conforme os dados expostos em estudo realizado por Guarçoni (2017) na cidade de Lavras, no estado de Minas Gerais, o pH do solo é um indicador de indubitável relevância, essencialmente em localidades que apresentam o clima tropical. Nesse sentido, consta-se que, uma grande porção dos solos do Brasil possuem complicações associados a acidez, como por exemplo, a incidência de alumínio e manganês que em elevados índices ocasionam a deficiência de macro nutrientes importantes como o cálcio e magnésio, gerando consequências negativas as plantas principalmente com relação ao desenvolvimento do sistema radicular das mesmas.

#### 6.4 Composição textural do solo

Os seguintes cálculos foram realizados para determinar a proporção em porcentagem dos constituintes primários das amostras:

- **Amostra 1**

**Silte**

200g ---100%

68,7g---x

X= 35% de silte

**Argila**

200g---100%

35 g---x

X= 18% de argila

**Areia**

200g---100%

95 g---x

X= 47% de areia

Quanto a composição textural das amostras, notou-se que a amostra um (0,0 – 0,20cm) contém 65,70g de silte, 35g de argila e 95g de areia. Enquanto na amostra dois (0,20 – 0,40cm) tem 84,5g de silte, 25g de argila e 90,5g areia.

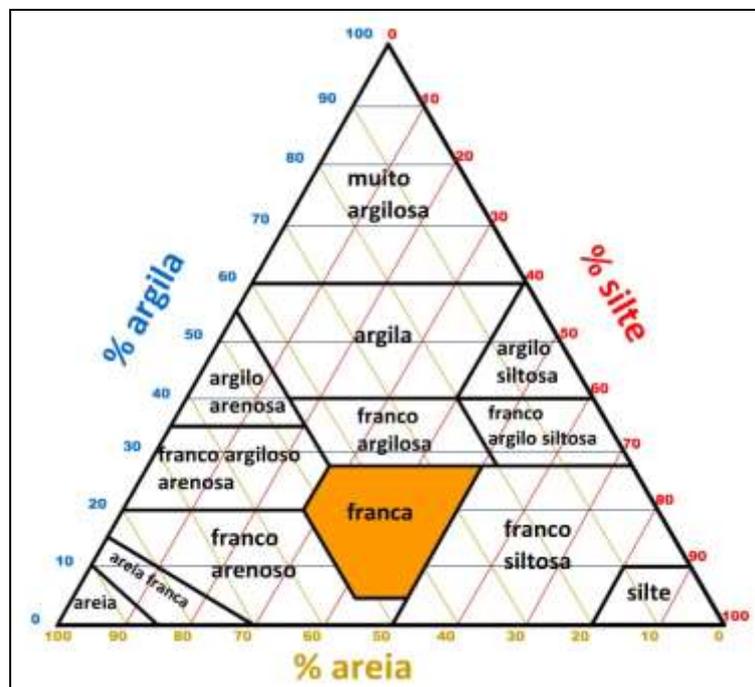
**Obs.:** o mesmo cálculo foi realizado para a amostra dois.

Com base nos dados obtidos, observou-se que a amostra um é composta por 35% de silte, 18% de argila e 47% de areia, enquanto a amostra dois é constituída por 42% de silte, 13% de argila e 45% de areia. Em seguida, foi elaborado o triângulo textural para solos, no qual ambas as amostras obtiveram o mesmo resultado de franca (Figura 9).

Diante disso, Lisbôa et al. (2016) em pesquisa realizada no município de Alegre, no estado do Espírito Santo, evidencia-se que, a textura do solo é considerada um indicador

físico que está diretamente associado a concentração das partículas primárias que são, areia, argila e silte.

**Figura 9.** Triângulo textural.



Fonte: Autores (2020).

É importante ressaltar ainda que, a proporção da presença destes componentes, estão relacionadas com algumas propriedades do solo como, capacidade de resistência e a resiliência que o mesmo possui, além disso a estruturação textural deste também influencia na dinâmica de processos biológicos, como por exemplo a ciclagem de nutrientes.

## 6.5 Teor de matéria orgânica

Para a determinação do teor de matéria orgânica nas mostras foram realizados os seguintes cálculos:

- **Amostra 1**

**Fator de correção**

$$f = \frac{40}{V}$$

$$f = \frac{40}{1}$$

$$f = 40$$

### **Teor de carbono orgânico**

$$C = (40 - V) \times f \times 0,6$$

$$C = (40 - 1) \times 40 \times 0,6$$

$$C = 936 \text{ ml/g}$$

### **Teor de matéria orgânica (%)**

$$M.T = C \times 1,724$$

$$M.T = 936 \times 1,724$$

$$M.T = 1613,664 \%$$

**Obs.:** o mesmo cálculo foi realizado para a amostra dois.

A partir dos procedimentos realizados, com intuito de determinar a quantidade de matéria orgânica em porcentagem, observou-se os seguintes valores na amostra um: 1613,664% e na amostra dois: 786,144%.

Dessa forma, como cita Gazolla et al. (2015) em trabalho efetuado na cidade de Londrina, no estado do Paraná, os níveis de concentração de matéria orgânica encontram-se mais elevados nas camadas superficiais do solo, logo, a existência da mesma diminui conforme a profundidade. Além disso, a incidência de MO sofre influência direta de inúmeros fatores, como por exemplo, a presença de vegetação nativa na área, clima e composição textural do solo.

Outro estudo executado por Marchini et al. (2015) na cidade de Selvíria, no estado do Mato Grosso do Sul, ainda afirma que certas práticas de manejo inadequadas podem modificar os teores de matéria orgânica do solo, visto que os impactos negativos gerados por essa problemática são perceptíveis apenas após anos de realização intensa de tais práticas indevidas.

## 7. Conclusão

Os resultados obtidos nessa pesquisa expõem a importância da realização de determinadas medidas de campo, como propriedades físicas e químicas do solo, no viés qualitativo do mesmo. Esses parâmetros de qualidade possibilitam o conhecimento do local e dos processos de modificação que ali ocorreram que, servem como fundamento para identificar variações de maior impacto.

Verificou-se que os seguimentos da coloração do solo são influenciados pela umidade, pela concentração de matéria orgânica na superfície e pela mineralogia dos solos. Dessa maneira, através da obtenção dos dados, também possibilitou compreender que a quantidade de matéria orgânica e de carbono é diretamente ligada com teor de acidez, assim, influenciando na degradação da área.

Logo, a diversidade dos ecossistemas é o principal fator para um funcionamento eficaz do sistema solo/planta/atmosfera. Os indicadores físicos, químicos e a matéria orgânica que são modificados pelo manejo do solo, tem como parâmetro a vegetação nativa, o que possibilita a utilização destes como critério ambiental da qualidade do solo.

Em suma, o monitoramento dos atributos de qualidade do solo fornece condições para se detectar alterações mais impactantes. Portanto, ressalta-se que pesquisas como essa permitem maior conhecimento para um desenvolvimento mais sustentável que auxilia no manejo de solos, além de disponibilizar educação ambiental que contribui para uma melhora ainda mais significativa.

## Referências

Almeida, J. A., Silva, T. P., Cunha, G. M. O., Spido, D. R., Silva, F. T. S. (2019). Atributos químicos, físicos e mineralógicas de solos derivados de rochas sedimentares do Planalto de Lages-SC, Brasil. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)*, 14(3), 1-12.

Araújo S. R., Pedroso, A. J. S., Soares, I. R., Rodrigues, S., Moraes, E. T., Torres, L. C. (2019). Atributos físico-químicos do solo em áreas de conversão da Amazônia Oriental em pastagem e plantio direto. *Jornal Aplicado em Hidro-Ambiente e Clima*, 1(1), 25-37.

Campos, M. C. C., Soares, M. D. R., Nascimento, M. F., Silva, D. M. P. (2016). Estoque de carbono no solo e agregados em Cambissolo sob diferentes manejos no sul do Amazonas. *Revista Ambiente & Água*, 11(2).

Carmo, D. A. B. D., Marques Júnior, J., Siqueira, D. S., Bahia, A. S. R. D. S., Santos, H. M., Pollo, G. Z. (2016). Cor do solo na identificação de áreas com diferentes potenciais produtivos e qualidade de café. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51(9), 1261-1271.

Costa, N. R., Andreotti, M., Lopes, K. S. M., Yokobatake, K. L., Ferreira, J. P., Pariz, C. M., Bonini, C. S. B., Longhini, V. Z. (2015). Atributos do solo e acúmulo de carbono na integração lavoura-pecuária em sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 39(3), 852-863.

Cunha, G. O. M., Almeida, J. A., Testoni, S. A., Barboza, B. B. (2015). Formas de alumínio em solos ácidos brasileiros com teores excepcionalmente altos de Al<sup>3+</sup> extraível com KCl. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 39(5), 1362-1377.

Denardin, J. E., Denardin, N. D. (2015). Fatos e mitos em ciência do solo: Física, manejo e conservação do solo. *Bol Inf Soc Bras Ci Solo*, 40, 18-21.

Embrapa (2006). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. (2a ed.), Rio de Janeiro-RJ. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Embrapa Solos, 286 p.

Embrapa (2013). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. (3a ed.), Brasília-DF: Embrapa Solos, 353 p.

Freitas, L., Oliveira, I. A., Silva, L. S., Frare, J. C. V., Filla, V. A., Gomes, R. P. (2017). Indicadores da qualidade química e física do solo sob diferentes sistemas de manejo. *Unimar Ciências*, 26, 08-25.

Fapespa (2016). *Estatísticas Municipais Paraenses: Paragominas*. Diretoria de Estatística e de Tecnologia e Gestão da Informação. – Belém, 59f.: il. Semestral, n.1.

Gazolla, P. R., Guareschi, R. F., Perin, A., Pereira, M. G., Rossi, C. Q. (2015). Frações da matéria orgânica do solo sob pastagem, sistema plantio direto e integração lavoura-pecuária. *Seminário: Ciências Agrárias*, Londrina, 36(2), 693-704.

Gomes, R. L. R., Silva, M. C., Costa, F. R., Lima Junior, A. F., Oliveira, I. P., Silva, D. B. (2015). Propriedades físicas e teor de matéria orgânica do solo sob diferentes coberturas vegetais. *Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos*, 9(1).

Guarçoni, A. (2017). Saturação por bases para o cafeeiro baseada no pH do solo e no suprimento de Ca e Mg. *Coffee Science*, Lavras/MG, 12(3), 327 - 336.

Hanke, D., Melo, V. D. F., Dieckow, J., Dick, D. P., Bognola, I. A. (2015). Influência da matéria orgânica no diâmetro médio de minerais da fração argila de solos desenvolvidos de basalto no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 39(6), 1611-1622.

Ibrahim, M. M., Aliyu, J. (2016). Comparison of Methods for saturated hydraulic conductivity determination: field, laboratory and empirical measurements (A Pre-view). *British Journal of Applied Science & Technology*. 15(3), 1–8.

Kazmierczak, R. (2018). *Indicadores físicos e químicos de qualidade do solo em sistemas de preparo*. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual de Ponta Grossa. p. 102.

Kemper, W. D., Chepil, W. S. (1965). Size distribution of aggregates. *Methods of soil analysis –Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling*. Madison, American Society of Agronomy, s. 9, 499-510.

Lisbôa, F. M., Donagemma, G. K., Burak, D. L., Passos, R. R., Mendonça, E. S. (2016). Indicadores de qualidade de Latossolo relacionados à degradação de pastagens. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Porto Alegre, 51(9), 1184-1193.

Loss, A. (2015). Carbono orgânico total e agregação do solo em sistema de plantio direto agroecológico e convencional de cebola. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 39(4), 1212-1224.

Marchini, D. C., Tseng, C. L., Marlene, C. A., Silvio, C. N., Souto, F., Otton, G. A. (2015). Matéria orgânica, infiltração e imagens tomográficas de Latossolo em recuperação sob diferentes tipos de manejo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Selvíria, 19(6), 574-580.

Martins, W. B. R., Ferreira, C. F., Souza, P. S., Dionísio, L. F. S., Oliveira, F. A. (2018). Deposição de serapilheira e nutrientes em áreas de mineração submetidas a métodos de restauração florestal em Paragominas, Pará. *Revista Floresta*, Curitiba, 48(1), 37-48.

Moline, E. F. V., Coutinho, E. L. M. (2015). Atributos químicos de solos da Amazônia Ocidental após sucessão da mata nativa em áreas de cultivo. *Revista de Ciências Agrárias - Amazon Journal Of Agricultural And Environmental Sciences*, [S.L.], 58(1), 14-20.

Munsell Soil Color Company (1975). *Munsell soil color chats, Munsell color, Macbeth Division of Kollmorgen Corporation*, Baltimore, Maryland, USA.

Neves, M. P. H., Costa, V. L. S., Rocha, L. A. L. (2017). *Documentação, conservação e caracterização de uma matriz do gênero HEVEA, Coletada no município de Paragominas-PA*. V Congresso Brasileiro de Heveicultura, Goiânia, 148-152.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. 1º Ed. Santa Maria-RS, 119 p.

Rosa, M. G. D., Klauberg Filho, O., Bartz, M. L. C., Mafra, Á. L., Sousa, J. P. F. A. D., Baretta, D. (2015). Macrofauna edáfica e atributos físicos e químicos em sistemas de uso do solo no planalto catarinense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 39(6), 1544-1553.

Rosset, J. S. (2016). Frações químicas e oxidáveis da matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo, em Latossolo Vermelho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51(9), 1529-1538.

- Santos, P. G., Almeida, J. A., Sequinato, L., Schimalski, M. B. (2015). Levantamento pedológico detalhado como suporte para o planejamento de uso das terras. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 14(1), 65-74.
- Silva, A. F. D., Pereira, M. J., Zimback, C. R., Landim, P., Soares, A. (2015). Simulação sequencial de atributos diagnósticos do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19(5), 418-425.
- Silva, J. R. L., Montenegro, A. A. A., Monteiro, A. L. N., Silva Junior, V. P. (2015). Modelagem da dinâmica de umidade do solo em diferentes condições de cobertura no semiárido pernambucano. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal Of Agricultural Sciences*, 10(2), 293-303.
- Silva, M. O., Veloso, C. L., Nascimento, D. L., Oliveira, J., Pereira, D. F., Costa, K. D. S. (2020). Indicadores químicos e físicos de qualidade do solo. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, 6(7), 47838-47855.
- Silva, T. A. C. (2019). *Indicadores da qualidade de solo na avaliação da condição ambiental de área de lixão desativado em Ouro Fino-MG*. Dissertação (Mestrado em Ciências em Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Itajubá. 84.
- Souza, F. G., Melo, V. F., Silva C., J., Prado, R., Brito Filho, E. G., Santos, E. A. N. (2019). Atributos físicos, mineralogia e compactação do solo em ambientes naturais no extremo norte da Amazônia, Brasil. *Educamazônia-Educação, Sociedade e Meio Ambiente*, 23(2), 154-167.
- Testoni, S. A., Alemida, J. A., Silva, L., Andrade, G. R. P. (2017). Clay mineralogy of Brazilian Oxisols with shrinkage properties. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 41, e0160487, 1-16.
- Van Stel, A., Van Der Zwan, P. (2020). Analyzing the changing education distributions of solo self-employed workers and employer entrepreneurs in Europe. *Small Business Economics*, 55(2), 429-445.

Vasques, V. V., Dias, Í. F., Blum, J., Almeida, A. R., Magini, C. (2019). Uso de Rejeito de Mineração de Calcário Ornamental para a Correção de Acidez do Solo e Desenvolvimento de Plantas. *Anuário do Instituto de Geociências*, 42(2), 169-177.

Whittig, L. D., Allardice, W. R. (1986). X-ray diffraction techniques. Methods of soil analysis. Physical and mineralogical methods. (2a ed.) Madison: *Soil Science Society of America*, 331-359.

### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Luís André de Sousa Miranda – 20%

Tereza Lopes Farias – 15%

Julita Maria Heinen do Nascimento – 30%

Marcello dos Santos Silva – 10%

Francisco Felix dos Santos – 10%

Camila Nascimento Alves – 15%