

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

TATIANE SILVA VIEIRA

**ANÁLISE DO SOLO DA ENCOSTA FRONTAL AO SÍTIO ARQUEOLÓGICO GO-Ja
02 – SERRANÓPOLIS, GOIÁS.**

GOIÂNIA
2022

TATIANE SILVA VIEIRA

**ANÁLISE DO SOLO DA ENCOSTA FRONTAL AO SÍTIO ARQUEOLÓGICO GO-Ja
02 – SERRANÓPOLIS, GOIÁS.**

Monografia apresentada na graduação de Ciências Biológicas na modalidade de Bacharel(a), da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, como requisito para a obtenção de Título de Bacharel em Ciências Biológicas/Bióloga.

Orientador: Prof. Dr. Julio Cezar Rubin de Rubin

GOIÂNIA

2022

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

BANCA EXAMINADORA DA MONOGRAFIA

Aluna: Tatiane Silva Vieira

Orientador: Dr. Julio Cezar Rubin de Rubin

Membros:

- 1. Dr. Julio Cezar Rubin de Rubin**
- 2. Dra. Maira Barberi**
- 3. Dr. Agostinho Caneiro Campos**

GOIÂNIA

2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Sandra e Ademar, e meu irmão Leonardo, por todo o apoio e o incentivo para que eu pudesse continuar a minha jornada profissional, em especial a minha mãe, por ser meu alicerce durante esses anos, por me ouvir nos momentos de desânimo e desmotivação, e por sempre acreditar em mim. E a todos meus familiares que de alguma forma me incentivaram e apoiaram durante toda minha jornada acadêmica.

A todos os amigos que direta ou indiretamente participaram da minha formação, o meu muito eterno agradecimento. Em especial minha amiga Gabriela Fernandes, pela parceria e companheirismos durante esses anos, principalmente nos últimos dois anos, mesmo com o distanciamento em decorrência da pandemia nossa amizade e parceria se fortaleceu ainda mais, e graças a sua amizade a vida acadêmica foi mais leve.

Agradeço ao meu orientador Julio Cezar Rubin: seu apoio, orientação e ideias fizeram desta uma experiência inspiradora para mim. Também gostaria de agradecer a professora Maira Barberi, pelo apoio e conselhos dentro e fora de sala, por estar sempre incentivando nos alunos a irem ainda mais longe. E aos demais professores, que com muita paciência e dedicação, ensinaram-me não somente o conteúdo programado, mas também o sentido da amizade e do respeito.

RESUMO

A análise das propriedades físico-químicas do solo é importante para compreender a sua capacidade de sustentação e manutenção dos ecossistemas terrestre. O objetivo geral é a análise do solo de dois perfis da encosta frontal ao sítio arqueológico GO-Ja-02. A pesquisa foi executada em três etapas: campo, laboratório e gabinete. Em campo foram realizadas as coletas das amostras de solo dos dois perfis, caracterização do uso atual e registro de processos erosivos. Em laboratório foram realizadas as análises físico-químicas e em gabinete a interpretação dos dados e informações de campo e de laboratório. Os resultados obtidos indicam alteração na textura do solo dos dois perfis, que reflete na capacidade de retenção de água, variação na coloração e nas estruturas presente em um mesmo perfil e baixa plasticidade. As análise físico-químicas mostraram uma baixa CTC (Capacidade de Troca Catiônica) em algumas amostras, que pode resultar em alterações na fertilidade. Os resultados indicam um solo impactado pelas atividades antrópicas, os quais também podem ser utilizados como referência para a elaboração de um plano de manejo e evitar perdas de solo, tendo em vista que ele está em processo de degradação.

Palavras-chave: pedologia; análises físico-químicas; geoquímica.

ABSTRACT

The analysis of the physicochemical properties of the soil is important to understand its ability to sustain and maintain terrestrial ecosystems. The general objective is the soil analysis of two profiles of the front slope of the archaeological site GO-Ja-02. The research was carried out in three stages: field, laboratory, and office. In the field, soil samples were collected from the two profiles, characterization of current use, and recording of erosion processes. The physical-chemical analyzes were carried out in the laboratory and the interpretation of field and laboratory data and information was carried out in the office. The results obtained indicate the alteration in the soil texture of the two profiles, which reflects on the water retention capacity, variation in colors and structures present in the same profile, and low plasticity. Physicochemical analyzes found a low CTC (Cation exchange capacity) in some samples, which may result in changes in fertility. The results indicate soil impacted by anthropoid activities, which can also be used as a reference for the elaboration of a management plan and to avoid soil losses, considering that it is in the process of destruction.

Keywords: pedology; physicochemical analysis; geochemistry.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	11
2.1 Objetivo geral.....	11
2.2. Objetivo específicos.....	11
3 FUNDAMENTOS DE SOLOS	12
3.1 Formação dos Solos	12
3.2 Perfil e Horizontes do Solo	13
3.3 Atributos Físicos	14
3.4 Atributos químicos	19
4 MATERIAIS E MÉTODOS	22
4.1 Área de Pesquisa	22
4.2 Etapa de Campo.....	24
4.3 Etapa de Laboratório	29
4.4 Etapa de gabinete.....	30
5 RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÕES	32
5.1 Caracterização das amostras: coloração, estruturas, plasticidade e pegajosidade	32
5.2 Caracterização das amostras: Textura	49
5.3 Caracterização das amostras: Análises químicas	49
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	54
REFERÊNCIAS DIGITAIS	55
ANEXO A – Resultados da análise físico-químico Solocria.	56
ANEXO B – Resultados da análise físico-químico Solocria	57

1 INTRODUÇÃO

A área de pesquisa localizada no sudoeste do estado de Goiás está inserida no Bioma Cerrado, se destacando também por apresentar um importante conjunto de sítio arqueológicos pré-coloniais (Figura 1).

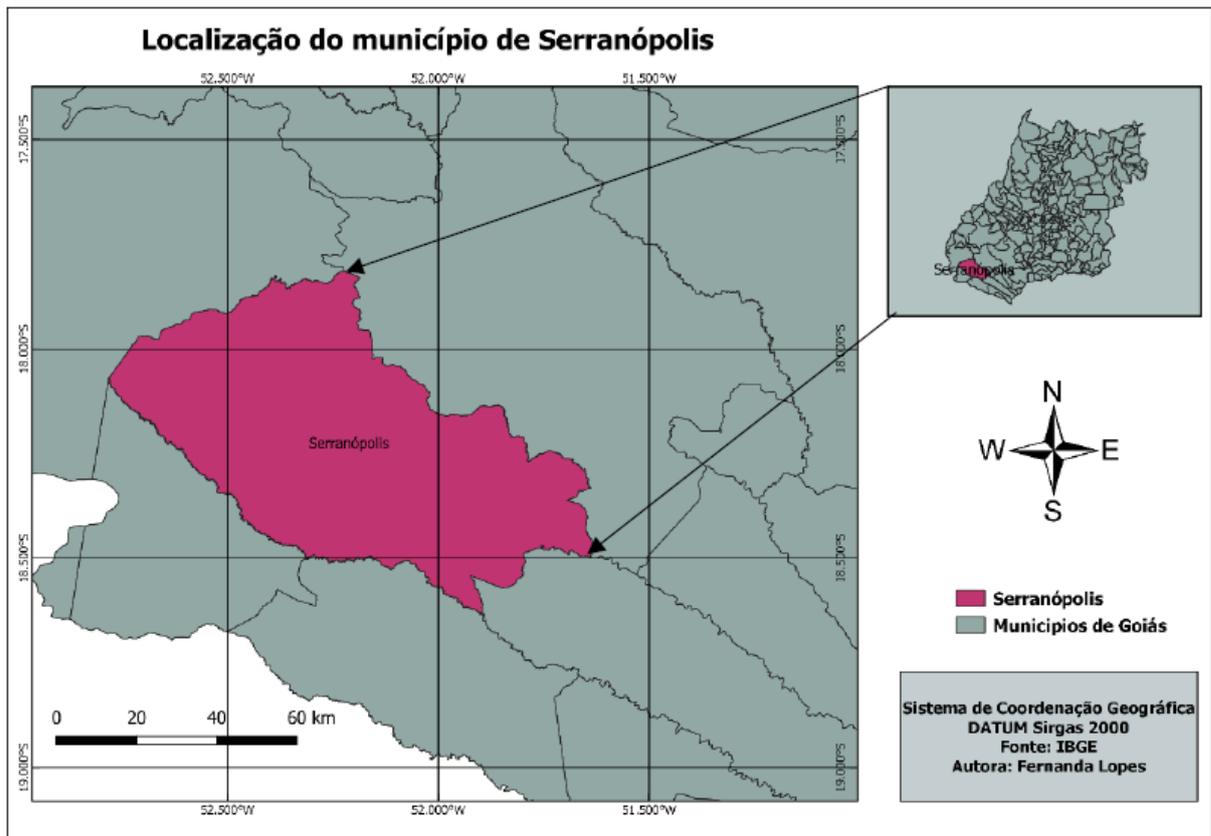


Figura 1. Localização do município de Serranópolis. Fonte: IBGE

O Bioma Cerrado está localizado no Planalto Central do Brasil, sendo o segundo maior bioma do Brasil, com uma área original de aproximadamente 2 milhões de km² que abrange os estados de Goiás, Tocantins, Maranhão, Piauí, Bahia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo e Distrito Federal. Composto por uma grande biodiversidade (EMBRAPA, 2008).

A paisagem do Cerrado é diversa e complexa, apresentando diferentes tipos de fisionomias de vegetação. A fitofisionomia do bioma Cerrado é enquadrada em formações florestais (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão), savânicas (Cerrado sentido restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda) e campestres (Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre) (RIBEIRO; WALTER, 2008).

Os diferentes tipos de vegetação estão diretamente ligados ao tipo de solo presente no ambiente. As características do solo determinam, de forma significativa, a natureza dos ecossistemas das plantas e a capacidade da terra em sustentar a vida animal e a dos seres humanos (BRADY; WEIL, 2013).

O solo predominante no Cerrado é o Latossolos, originado de rochas ricas em minerais ferromagnesianos (ferro e magnésio), com vegetação predominante de Mata Seca e Cerradão. Porém existem outras classes de solos (REATTO *et al.*, 2008). É a diversidade de classes de solos que compõe a fitofisionomia do bioma, onde cada região apresente uma diferença de vegetação também vai apresentar uma diferença de classe de solo.

Ao longo dos anos o Cerrado perdeu cerca de 50% da área original, principalmente para dá espaço a agropecuária, que é a atividade que mais alterou a biodiversidade do Bioma. Atualmente a paisagem do Cerrado está fragmentada entre redutos do Cerrado e áreas de pastagem e sistemas de monoculturas (CAMPELO, 2017).

Essas alterações da paisagem podem modificar as características do solo, um dos principais componentes que sustenta a biodiversidade terrestre. Como exemplo, pode afetar o abastecimento de água, tanto em escala local como regional, uma vez que o lençol freático é condicionado a variáveis com porosidade e permeabilidade dos solos, ou seja, é responsável por regular o abastecimento de água, no qual a água infiltra por seus horizontes até chegar aos lençóis freáticos, ou emergem nas nascentes abastecendo os rios.

O solo também pode purificar a água. Entretanto, se tornado impermeável, a quantidade de água que abastece o sistema aquático é reduzida, ou até mesmo não ocorrendo, reduzindo a quantidade de água disponível para a manutenção da vida (BRADY; WEIL, 2013). Cabe destacar que o Cerrado é considerado o berço das águas, onde nasce os rios que formam as principais bacias hidrográficas do Brasil e da América do Sul.

O solo também é responsável pela reciclagem de nutrientes presente nos resíduos orgânicos, convertendo os nutrientes minerais em formas que podem ser utilizadas pelas plantas e animais, e esse é um processo importante para os ecossistemas (BRADY; WEIL, 2013).

Este trabalho de conclusão de curso tem o objetivo analisar as propriedades físico-químicas do solo presente na encosta frontal do sítio arqueológico GO-Ja-02, em Serranópolis, Goiás.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar o solo de dois perfis da encosta frontal ao sítio arqueológico GO-Ja-02.

2.2. Objetivo específicos

- Comparar os resultados das análises físico-químicos entre os dois perfis de solo;
- Interpretar o comportamento do solo presente nos dois perfis.

3 FUNDAMENTOS DE SOLOS

3.1 Formação dos Solos

Os solos presentes na superfície da Terra são provenientes dos processos físico-químicos e biológicos que transformaram rochas, minérios e organismo, resultando na formação de solos. Os processos de formação de solos são condicionados a cinco fatores principais: material de origem, relevo, clima, tempo e organismo (JENNY, 1941).

Segundo Oliveira (1992 *apud* FERRAZ, *et al.*, 2008)., o clima e os organismo são fatores ativos, provendo energia e matéria modificadora sobre a matéria de origem. Enquanto o relevo é um fator controlador, condicionando o fluxo de energia e matéria. O tempo, é um fator passivo, confere a duração das ações dos fatores ativos, controlados pelo relevo, sobre a matéria de origem.

Os fatores ativos atuam durante longo tempo no processo de intemperismo das rochas e minerais expostos na crosta terrestre para a formação de solo. Mas os fatores passivos que determinam o tipo de solo que está sendo formado, o relevo, por exemplo, pode facilitar ou dificultar o processo de intemperismo do material rochoso. Os fatores de formação de solo agem de forma combinada, mas a forma de atuação pode variar, e essa variação determina o tipo de solo e sua composição físico-química (OLIVEIRA, 1992 *apud* FERRAZ, *et al.*, 2008).

O intemperismo físico altera o tamanho e o formato das rochas por intermédio da temperatura, que com sua variação cria diferentes tensões e causa a fragmentação das rochas, da abrasão por água e vento. O intemperismo bioquímico modifica a composição química dos minerais presentes nas rochas, como os ácidos produzidos pelo metabolismo dos micro-organismos e das raízes das plantas (BRADY; WEIL, 2013).

Os quatros processos básicos de formação podem ser explicados da seguinte forma:

As transformações ocorrem quando os constituintes do solo são modificados (química ou fisicamente) ou destruídos, enquanto outros são sintetizados a partir dos materiais precursores. As translocações implicam no movimento de matérias orgânicas e inorgânicas (tanto no sentido vertical como lateral) de um horizonte superior para um inferior. A água é o agente translocante mais comum, tanto descendo (devida a força da gravidade), como subindo (por ação capilar). As entradas de materiais de fontes externas para os perfis de solos já desenvolvidos são consideradas com adições. Um exemplo muito comum é o da adição da matéria orgânica das folhas e raízes das plantas,

que caem quando mortas (sendo que o carbono se origina na atmosfera). As remoções a partir do perfil do solo ocorrem por lixiviação (para as águas subterrâneas), por erosão de materiais superficiais ou outras formas de remoção. A erosão, agindo como fator principal das perdas, muitas vezes remove as partículas mais finas (humus, argila e silte), deixando o horizonte superficial relativamente mais arenoso e menos rico em matéria orgânica (Brady; Weil, 2013, p.57).

Para Ferraz *et al.*, (2008) a formação dos solos apresenta uma dinâmica entre os fatores de formação e os processos de formação, e pode haver variações entre os mecanismos gerando diferentes tipos de solo.

3.2 Perfil e Horizontes do Solo

Os processos de formação dos solos passam por diversas combinações dos cinco fatores até a estruturação dos horizontes, que lentamente forma os corpos naturais que chamamos de solos. O perfil de solo é a exposição desses horizontes em um corte vertical (BRADY; WEIL, 2013).

“Os horizontes são subseções do perfil do solo, aproximadamente paralelas a superfície do solo, que apresentam características morfológicas e atributos físicos, químicos e mineralógicos suficientemente distintos” (FERRAZ *et al.*, 2008, p.18).

As características morfológicas do solo se expressam fisicamente e podem ser observadas na análise do perfil, onde é possível observar os atributos físicos e morfológicos que são a cor, textura e estrutura do solo (FERRAZ, *et al.*, 2008). E são elementos que pode diferenciar um horizonte do outro.

Na classificação de solos é considerado a existência de seis horizontes pedogenéticos, mas nem todos os solos possuem todos os horizontes, na verdade é pouco provável que exista um solo que apresente todos os horizontes. (BRADY; WEIL, 2013).

Os principais horizontes são representados pelas letras maiúsculas O, A, E, B, C, R. Também existem os sub-horizontes que são representados por letras minúsculas, e são indicados logo após a letra maiúscula do horizonte principal. (BRADY; WEIL, 2013)

A seguir são apresentadas as principais características dos horizontes dos solos com base em Brady e Weil (2013); Ferraz, *et al.*, (2008):

Horizonte O – é formado acima da camada do solo mineral, e derivam de toda a matéria orgânica que se deposita na superfície, principalmente serrapilheira, um horizonte comum em área de florestas e matas.

Horizonte A – é formado por minerais, misturado com matéria orgânica, com grande atividade biológica. Possui uma coloração escura e pode apresentar uma estrutura mais grosseira, por ter perdido alguns dos seus materiais mais finos para os horizontes mais profundo durante o processo de translocação ou erosão.

Horizonte E – é resultado de eluviação de argila, compostos de ferro e alumínio ou matéria orgânica proveniente do horizonte A.

Horizonte B – apresenta uma maior concentração de compostos de ferro e argilominerais e menor quantidade de matéria orgânica, e se localiza logo abaixo do A ou E.

Horizonte C – é o material inconsolidado, pouco afetado por processos pedogenéticos, podendo, ou não, ser idêntico ao material de origem. É encontrado na parte mais profundo do perfil, numa zona de menor intemperismo.

Horizonte R – é formado por rochas inconsolidadas e apresenta evidência de pouco intemperismo.

A transição dos horizontes refere-se à faixa de separação entre os horizontes e é caracterizada observando-se o seu contraste e topografia. O contraste refere-se á espessura da faixa de transição (LEMOS; SANTOS, 1984). São classificadas como:

- Abrupta: a linha que separa dois horizontes é traçada em menos de 2,5 cm;
- Clara: a linha de separação entre dois horizontes é traçada entre 2,5 e 7,5 cm;
- Gradual: a linha é traçada entre 7,5 e 12,5 cm;
- Difusa: a linha traçada separando ambos os horizontes, ocorre numa faixa superior a 12,5 cm.

3.3 Atributos Físicos

3.3.1 Coloração do solo

A cor do solo é o atributo físico mais evidente, e o primeiro a ser observado ao analisar um perfil de solo, é através da cor que é possível notar os diferentes tipos de

horizontes. Ela fornece pistas a respeito de outras propriedades e condições, apesar de, ter pouca informação sobre o comportamento e o uso dos solos (BRADY; WEIL, 2013). A cor do solo tem valor diagnóstico, usados para caracterizar e diferenciar os diversos solos (FERRAZ, *et al.*, 2008).

Ainda o mesmo autor relata que a coloração do solo está relacionada com: os teores de matéria orgânica presente no solo, as características mineralógicas, as condições de drenagem, a natureza dos componentes físico-químico, e as condições de formação do solo.

A cor do solo constitui um indicador da presença de óxidos de Fe, permitindo a estimativa quantitativa destes minerais, além de fornecer informações a respeito das condições pedogenéticas e de outras importantes propriedades do solo (CORNELL; SCHWERTMANN, 1996).

A classificação de coloração do solo é feita pela comparação entre a tabela de Mansell e uma amostra de solo a ser classificado. Na tabela é usado padrões de cor organizados de acordo com três componentes: matiz, valor (ou tonalidade) e o croma (ou intensidade). O “matiz” refere-se a cor, e é designado por letras (R; YR; Y) que se referem aos pigmentos vermelho (R), vermelho-amarelo (YR) e amarelo (Y) (do inglês Red e Yellow). O “valor” indica a proporção de preto e de branco, e, o “croma” refere-se ao percentual do matiz em relação ao valor (FERRAZ, *et al.*, 2008). “Com o índice valor aumenta de debaixo para cima, e o croma aumenta da esquerda para a direita, enquanto o matiz muda de uma página para outra”, como observado na figura 16 da página 30 (BRADY; WEIL, 2013, p.107).

3.3.2 Textura do solo

“A textura consiste na proporção relativa das frações granulométricas existentes em um solo. Ou seja, o quanto se tem de areia, silte e argila em uma amostra de solo” (FERRAZ *et al.*, 2008, p.23).

As partículas de areia, silte e argila, com diâmetro entre 2 mm e < 0,002 mm são partes da terra fina seca ao ar (TFSA), já as outras partículas minerais com diâmetro > 2 mm, como o cascalho, calhau e matacão, são classificados como fragmentos grosseiros (BRADY; WEIL, 2013).

As frações granulométricas (TFSA) “apresentam os seguintes diâmetros: areia (2,0 mm a 0,05 mm); silte (0,05 mm a 0,002 mm); e argila (< 0,002 mm)” (REATTO *et al.*, 2008, p.111).

A fração areia é uma partícula que tem origem no intemperismo das rochas, e é composto principalmente por dióxido de silicato, conhecido como quartzo. A areia tem como característica uma baixa capacidade de reter água e nutrientes, e os fragmentos não agregam entre si. Os fragmentos de silte são um pouco menor do que os de areia, e são compostos por minerais de rápido intemperismo, facilitando a liberação de nutrientes para as plantas. O silte também possui uma baixa porosidade, menor que o material arenoso, com isso, o silte tem uma capacidade de reter água maior que a areia, e uma menor capacidade de drenagem. A argila é uma partícula comporta por rochas ígneas, composta pelo mineral feldspato, com partículas muito finas, possibilitando uma maior capacidade de retenção de água, e baixa capacidade de drenagem. Apresentando pegajosidade e plasticidade quando úmido, e uma alta capacidade de agregação, que quando seco deixa o conjunto de agregados bem consolidados (BRADY; WEIL, 2013).

A proporção das partículas de areia, silte e argila presente no solo determina o agrupamento de texturas, a classe de textura que o solo terá. A Embrapa (2008) classificou os grupos texturais da seguinte forma:

- Textura arenosa - texturas de areia e areia franca;
- Textura média - < 35% de argila e mais de 15% de areia;
- Textura siltosa - < 35% de argila e menos de 15% de areia;
- Textura argilosa - composição granulométrica de 35% a 60% de argila;
- Textura muito argilosa - > 60% de argila.

Segundo Ferraz *et al.*, (2008) as proporções de cada grupo texturais, junto com a os teores de matéria orgânica e associado a composição mineralógica determina o comportamento físico, hídrico e químico de cada solo. E a compreensão dos comportamentos do solo é importante para o entendimento os processos que ocorreram no solo, e os que pode acontecer no futuro, para melhor manejo do solo.

3.3.3 Estrutura do solo

Estrutura é a junção das partículas primária – areia, silte e argila – com matéria orgânica, que passaram por processos físicos, químicos e biológicos para forma os

agregados secundários com arranjo tridimensional das partículas sólidas (FERRAZ *et al.*, 2008).

Os processos físicos são determinantes para que as partículas primárias e a matéria orgânica se agreguem formando diversos tipos de estruturas. Os principais processos físicos responsáveis pela agregação e formação das estruturas são: “[...] umedecimento e secagem; contração e expansão; penetração e expansão das raízes; congelamento e derretimento; escavação feitas pela fauna do solo e atividades do homem” (BRADY; WEIL, 2013, p.116).

Segundo Brady e Weil (2013) o solo pode assumir diferentes tipos de estrutura, e diferentes estruturas pode ser observado no mesmo perfil. As estruturas do solo são classificadas como: granular, laminar, prismática e blocos (Figura 2).

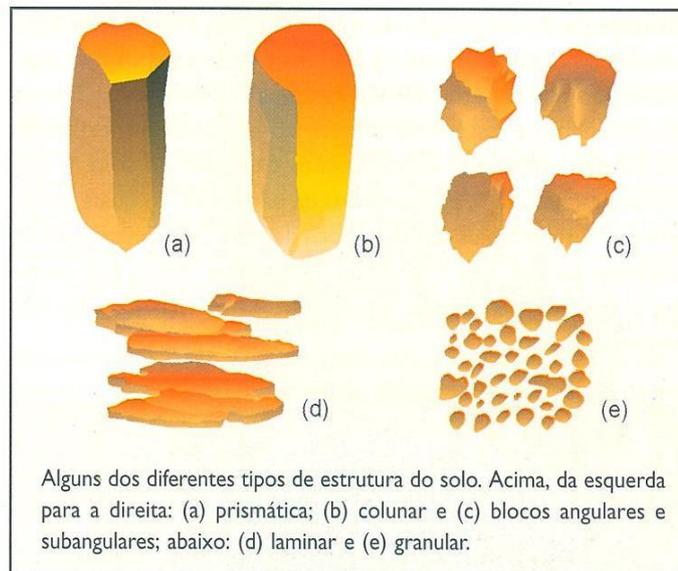


Figura 2. Tipo de estrutura do solo. Fonte: LEMOS; SANTOS, 1984.

A estrutura do solo também apresenta um grau de estruturação, que é o grau de força de agregação das partículas primárias e secundárias, e o efeito de cimentação. Ferraz *et al.*, (2008) reconhecem quatro graus de estruturação, definidos como:

- Maciça: com forte efeito de cimentação, formando uma massa compactada;
- Fraco: estruturação pouco desenvolvido muito material desagregado com poucas unidades estruturais pouco resistentes;
- Moderado: estruturas moderadamente resistentes e pouco ou muito material desagregado;

- Forte: estruturação bem desenvolvida e pouco material desagregado.

“A estrutura se relaciona com propriedades e atributos tais como: aeração; densidade do solo; resistência mecânica à penetração; infiltração de água, drenagem do perfil etc.” (FERRAZ *et al.*, 2008, p.31). Portanto solos que apresentas esses atributos é considerado bem estruturados e com qualidade adequada para sustentar a biodiversidade terrestre.

3.3.4 Consistência do solo

É o comportamento do solo em função da variação da umidade, está relacionada com a textura e atividade dos argilominerais. A consistência é analisada com solo seco – observa-se a dureza, solo úmido – observa-se a friabilidade, e solo molhado para observar a plasticidade e pegajosidade (FERRAZ *et al.*, 2008).

Avalia-se a plasticidade (capacidade do material em ser moldado), em três tipos: não plástica, ligeiramente plástica e muito plástica e; a pegajosidade (capacidade de aderência), em três tipos: não pegajosa, ligeiramente pegajosa e muito pegajosa (EMPRABA SOLOS, 2018).

3.3.5 Matéria orgânica

A matéria orgânica é constituída por uma grande variedade de substâncias orgânicas proveniente de resíduos vegetais, organismos vivos, micro-organismos que ocuparam e ocupam o solo. Esse material é constantemente decomposto pelo solo e outros micro-organismos que fazem a ciclagem dos nutrientes, como, nitrogênio, fosforo, potássio e enxofre, e conseqüentemente libera íons solúveis que são absorvidos pelas plantas. Com o tempo parte da matéria orgânica é removida do solo na forma de dióxido de carbono (CO_2), que foi produzido pela respiração dos micro-organismos (BRADY; WEIL, 2013).

O material de origem orgânica pode estar associado com o material mineral. Mas só é considera matéria orgânica quando “[...] o teor de carbono orgânico deve ser igual ou maior que 80 g kg⁻¹, avaliado na fração terra fina seca ao ar (TFSA), conforme método adotado pela Embrapa Solos” (EMBRAPA SOLOS, 2018, p.29).

A presença de matéria orgânica no solo está ligada a fertilidade do solo, a estabilização da estrutura e agregação das partículas de areia, silte e argila e os

minerais, retenção de água, ciclagem de nutrientes, capacidade de troca catiônica (CTC) (FERRAZ *et al.*, 2008).

3.4 Atributos químicos

3.4.1 Nutrientes do solo

“O fato de os nutrientes essenciais estarem presentes no solo, não significa que eles estarão disponíveis para as plantas os absorverem. Para serem absorvidos os nutrientes devem estar em quantidades e em formas químicas específicas” (FERRAZ, *et al.*, 2008, p.73).

O fornecimento de nutrientes é essencial para o desenvolvimento das plantas. Os nutrientes do solo são absorvidos em solução do solo, que é absorvida rapidamente pelas plantas. A reposição da solução é feita por processos químicos e bioquímicos, em que, os nutrientes minerais são liberados para reabastecer a solução do solo (BRADY; WEIL, 2013). A liberação dos minerais no solo depende de fatores como: pH, umidade, concentração dos minerais no solo, aeração, matéria orgânica, competição de íons pelo sistema radicular das plantas (FERRAZ *et al.*, 2008).

Os macronutrientes N, P, K, Ca, S e Mg são requisitadas em maior concentração, enquanto os micronutrientes Fe, Mn, Cu, Zu, B, Mo e Cl são requisitados em menor concentração. As plantas absorvem esses treze nutrientes em forma de íons a partir da solução do solo (FERRAZ *et al.*, 2008).

“A ciclagem natural de nutrientes, principalmente em solos oxidicos (degradados ou não) é fundamental para manter os estoques de nutrientes, pois é sabido que as reservas associadas a fração mineral desses solos são muito baixas” (FERRAZ *et al.*, 2008, p.65)

3.4.2 Cargas elétricas do solo

As superfícies das partículas coloidais apresentam atividade eletroquímicas que geram cargas negativas e positivas, permitindo a absorção e troca iônica. As cargas negativas são divididas em: Cargas Negativas Permanentes, que é produto da substituição iônica isomórfica das estruturas minerais cristalinas análogas e se manifestam em qualquer pH; e Cargas Negativas Variáveis se origina na absorção de

íons do mesmo grupo funcional das superfícies com os íons da solução do solo e suas reações são dependentes do pH (FERRAZ *et al.*, 2008). “As cargas positivas normalmente ocorrem em menor quantidade que as cargas negativas, mas prestam importante função, uma vez que, são responsáveis pela adsorção de ânions (muitos dos quais são nutrientes)” (FERRAZ *et al.*, 2008, p.45).

3.4.3 Capacidade de troca catiônica (CTC)

Segundo definição de Ferraz *et al.*, (2008, p.47):

O fenômeno de adsorção e troca cátions próprio dos minerais de argilas e da matéria orgânica, ou seja, a capacidade de troca catiônica apresentada pelos colóides do solo, constitui uma das mais importantes propriedades dos solos, justamente, pelo fato de determinar o armazenamento e a disponibilização de elementos nutrientes para as plantas. A CTC se relaciona com muitos atributos físicos, químicos e mineralógicos dos solos, notadamente com a textura, mineralogia da argila, teores de matéria orgânica etc.

A definição da quantidade total de cátions que o solo pode absolver é expresso em cmolc/kg do material seco em estufa. Segundo Embrapa (2008) os principais cátions trocáveis são: Ca^{2+} ; Mg^{2+} ; K^+ ; Na^+ ; NH_4^+ , que são considerados as bases do solo e o Al^{3+} e o H^+ , são responsáveis pela acidez do solo. o CTC é calculado por valor T (CTC), em que: $T = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + Na^+ + Al^{3+} + H^+$, em cmolc/kg.

Os parâmetros de pH presente do solo influencia diretamente no CTC do solo, em que, quantos menor o pH do solo menor é a sua capacidade de troca catiônica, e quanto maior o pH do solo maior será a capacidade de troca catiônica. Segundo parâmetro da Embrapa (2008) pH = 7 é o ideal para uma boa capacidade de troca catiônica. A partir dessas definições, podemos concluir que CTC está diretamente ligado a fertilidade do solo, e entender esses parâmetros é importante para um melhor manejo do solo quando se quer garantir maior produtividade dos ecossistemas.

3.4.4 Saturação por bases

“[...] A saturação de bases (valor S) refere-se ao total de cátions básicos trocáveis e o valor V refere-se à proporção em relação a capacidade total de troca (valor T) ocupada com as bases” (FERRAZ *et al.*, 2008, p. 48). O valor da saturação por base é calculado pela divisão da soma de bases (S) pela capacidade de troca

catiônica (T), ou seja: $100.S/T$ onde $S = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + Na^+$ e $T = S + Al^{3+} + H^+$, em cmolc/ kg solo (EMBRAPA, 2008).

É a proporção ($V\%=100. S/T$) de cátions trocáveis em relação a capacidade de troca determinado a pH7. Os valores de saturação por base é um indicativo do potencial nutricional dos solos e um critério diagnóstico de classificação dos solos, em que, solos com valor saturação por base $\geq 50\%$ são eutróficos, e solos com valor de saturação por base inferior a 50% é distrófico (EMBRAPA, 2008).

3.4.5 Acidez do solo

O solo pode apresentar acidez natural pela falta de bases em função da natureza mineralógica do material de origem, ou pela perda de bases da superfície dos coloides do solo (FERRAZ *et al.*, 2008).

A acidez do solo pode influenciar na capacidade de troca catiônica do coloidais do solo, a atividade microbiana, a estabilidade de agregados, a reações de precipitação, entre outras atividades químicas que ocorrem no solo. Essas atividades estão relacionadas com o desenvolvimento das plantas e a disponibilidade de nutrientes.

Solos com pH abaixo de 5,0 tem menor atividade microbiana, afetando a metabolização de matéria orgânica e a disponibilidade de nutrientes, com isso, afeta a disponibilidade de fósforo às plantas, causando menor desenvolvimento radicular e aumentando a retenção do fósforo nas cargas do coloidais (EMBRAPA, 2021).

Existes dois tipos de acidez do solo: a ativa e a potencial. A acidez ativa está relacionada com toda a atividade de H^+ na solução do solo. a acidez potencial é a somatória de todas as fontes de H^+ existente nos componentes sólidos do solo. (EMBRAPA, 2021).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Área de Pesquisa

O município de Serranópolis está localizado na região sudoeste do estado de Goiás, e a 372 km de Goiânia. A cidade é conhecida por abrigar um grande patrimônio arqueológico estudados a partir da década de 1970 pela equipe coordenada pelo Dr. Pedro Ignácio Schmitz da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, com a participação do Dr. Altair Sales Barbosa da Universidade Católica de Goiás, hoje Pontifícia Universidade Católica de Goiás (SCHMITZ *et al.*, 1989, 2004; RUBIN *et al.*, 2020).

As pesquisas identificaram uma série de sítios arqueológicos de grupos caçadores-coletores e agricultores-ceramistas, alguns com importantes representações rupestres (pinturas e gravuras), cultura material e cronologias que até 11.000 anos Antes do Presente (SCHMITZ *et al.*, 1989, 2004; RUBIN *et al.*, 2020).

Os sítios identificados pela equipe de Schmitz e colaboradores foram unificados em seis Núcleos (SCHMITZ *et al.*, 1989) e posteriormente em seis Grupos (SCHMITZ *et al.*, 2004), de A à F. A Figura 3 apresenta a localização do sítio e os tipos de solos do município de Serranópolis.

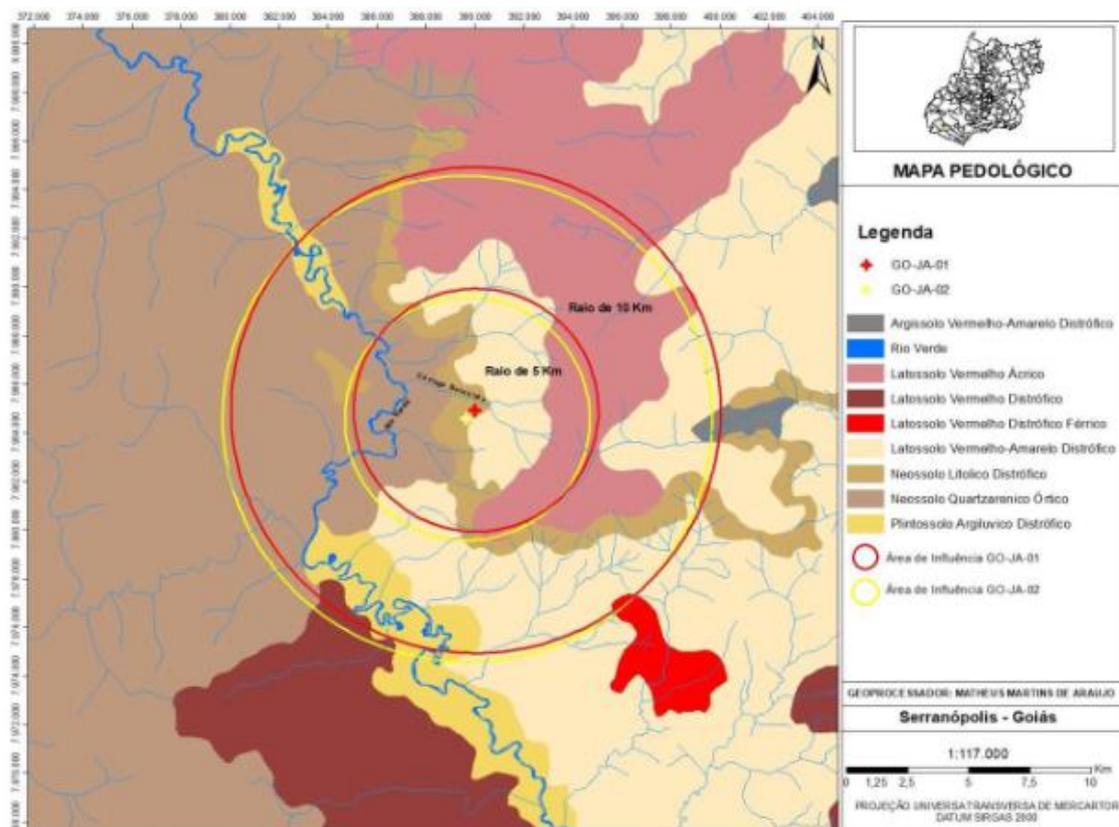


Figura 3. Mapa pedológico de Serranópolis – Goiás. Fonte: BALIEIRO, 2020.

O sítio GO-Ja-02 faz parte do Grupo A que compõe o Complexo Serranópolis, localizado nas coordenadas UTM 22K 0389715/7984538 à margem esquerda do rio Verde, e implantado num paredão de arenito da Formação Botucatu (Figuras 4 e 5) (BALIEIRO, 2020).

O sítio está dividido em duas partes: a externa com 43m de largura e 13 m de profundidade, e a interna com 23m de largura e 29m de profundidade, totalizando aproximadamente 1200m². Nas pesquisas foram identificadas principalmente gravuras rupestres e uma significativa cultura material, destacadamente objetos líticos, obtidos por meio de coleta superficial e de um corte de 4 m² que chegou a uma profundidade de 2,6m. Para esse sítio foram obtidas duas datações radio carbônicas: 9.195±75 anos AP. e 10.120±80 anos AP. (SCHMITZ *et al.*, 1989, 2004).



Figura 4. Localização e vista frontal do sítio GO-Ja-02. Foto: BALIEIRO, 2020.



Figura 5. Detalhe da vista frontal do sítio arqueológico GO-Ja-02. Fonte: Acervo do Projeto Serranópolis.

4.2 Etapa de Campo

A coleta de amostra de solo foi realizada no dia 18 de setembro de 2022, em dois pontos da encosta frontal do sítio arqueológico GO-Ja-02. As amostras de solo foram coletadas em dois perfis expostos por processos erosivos, os quais estão sendo monitorados de forma assistemática pela equipe do Projeto Serranópolis do IGPA da PUC Goiás (Figura 6).



Figura 6. Local dos perfis 1 e 2, na encosta frontal do sítio arqueológico GO-Ja-02. Fonte: Acervo do Projeto Serranópolis.

Para a realização da coleta das amostras de solo foram executados alguns procedimentos: limpeza do perfil do solo para visualização dos horizontes; medição do perfil com uma escala métrica; registro fotográfico; descrição dos horizontes levando em consideração a coloração, textura estruturas (Figuras 7 a 10).



Figura 7. Vista geral da erosão do perfil 1. Fonte: Acervo do Projeto Serranópolis.



Figura 8. Vista da erosão do perfil 2. Fonte: Acervo do Projeto Serranópolis.

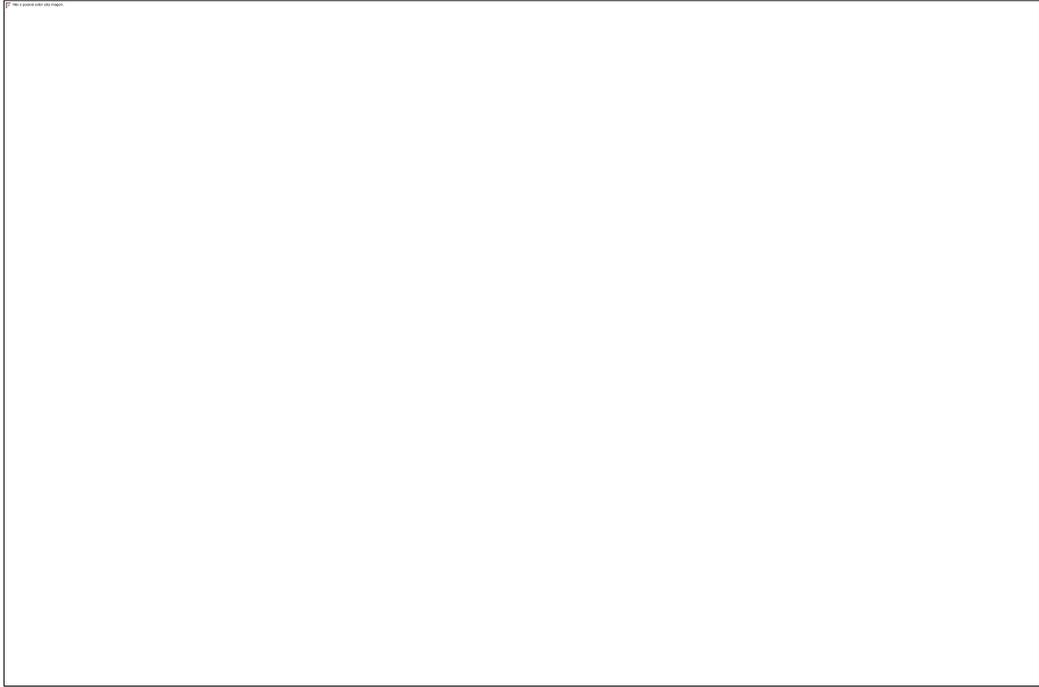


Figura 9. Limpeza do perfil para avistamento dos horizontes. Fonte: Acervo do Projeto Serranópolis.

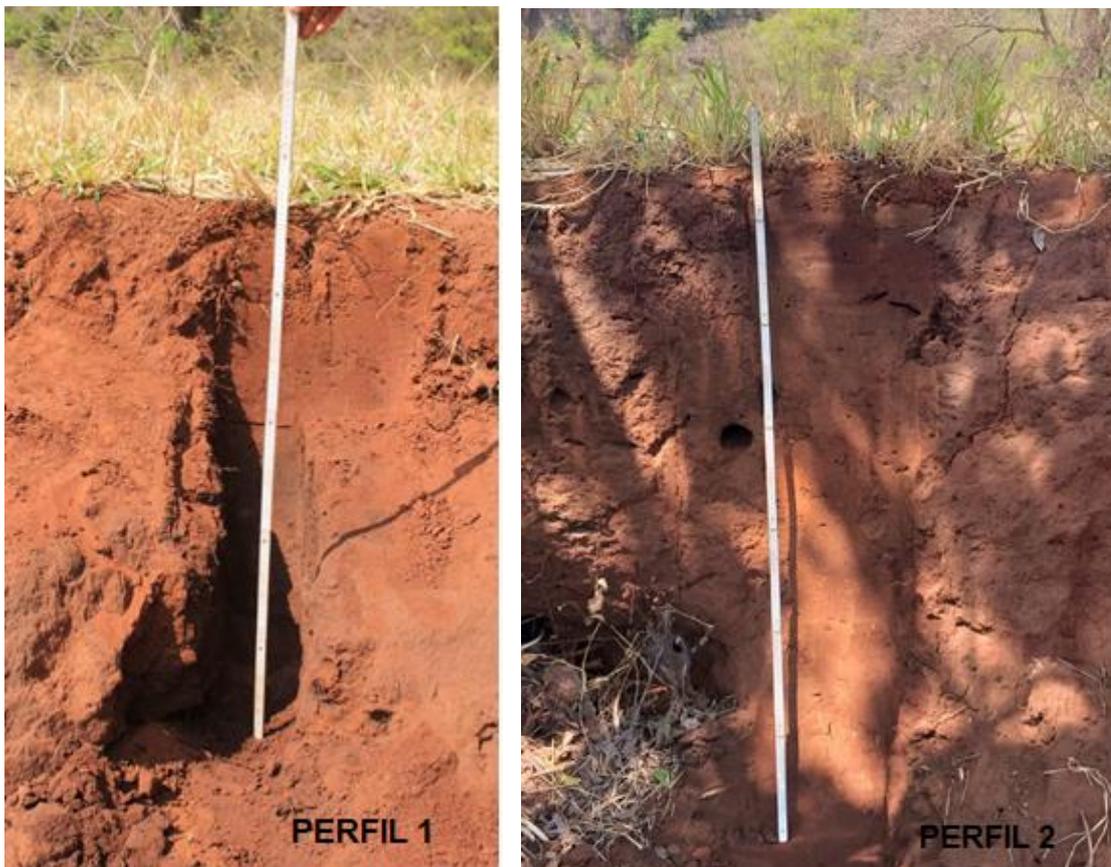


Figura 10. Detalhe da profundidade dos perfis 1 e 2. Fonte: Acervo do Projeto Serranópolis.

O perfil 1 mede 80cm, e o perfil 2 mede 140cm.

Tabela 1. Medidas da profundidade de cada amostra e seu respectivo perfil.

Amostras	Perfil 1	Perfil 2
1	80 cm	140 cm
2	60 cm	70 cm
3	40 cm	30 cm
4	20 cm	10 cm

Fonte: Autoria própria.

No total foram coletadas oito amostras, quatro amostras de cada perfil, sendo que as amostras foram coletadas a partir da base do perfil para que o material da amostra anterior não contaminasse as amostras seguintes (Figuras 11 e 12).



Figura 11. Coleta de amostras de solo no perfil 1. Fonte: Acervo do Projeto Serranópolis.



Figura 12. Coleta de amostras de solo do perfil 2. Fonte: Acervo do Projeto Serranópolis.

As amostras coletadas foram colocadas e identificadas, separadamente, em sacos plásticos (Figuras 13 e 14).



Figura 13. Amostras de solo coletadas do perfil 1. Fonte: Acervo do Projeto Serranópolis.



Figura 14. Amostras de solo coletadas do perfil 2. Fonte: Acervo do Projeto Serranópolis.

4.3 Etapa de Laboratório

Após a coleta das amostras em campo, cada amostra foi dividida em duas, uma parte foi enviada para laboratório Solocria para as análises físico-químicas, e outra parte foi usada nas análises em gabinete de cor, estrutura e plasticidade.



Figura 15. Amostras de solo enviadas para o laboratório. Fonte: Acervo do Projeto Serranópolis.

4.4 Etapa de gabinete

A primeira análise feita em gabinete foi a de cor. Para essa análise foi usado a Tabela de Munsell Soil Color, na qual uma pequena quantidade de cada amostra foi colocada sobre um papel branco e sua cor foi comparada, a olho nu e solo seco, com os três componentes: matiz, valor e croma, até encontrar uma cor que se igualava com a da amostra (Figura 16).

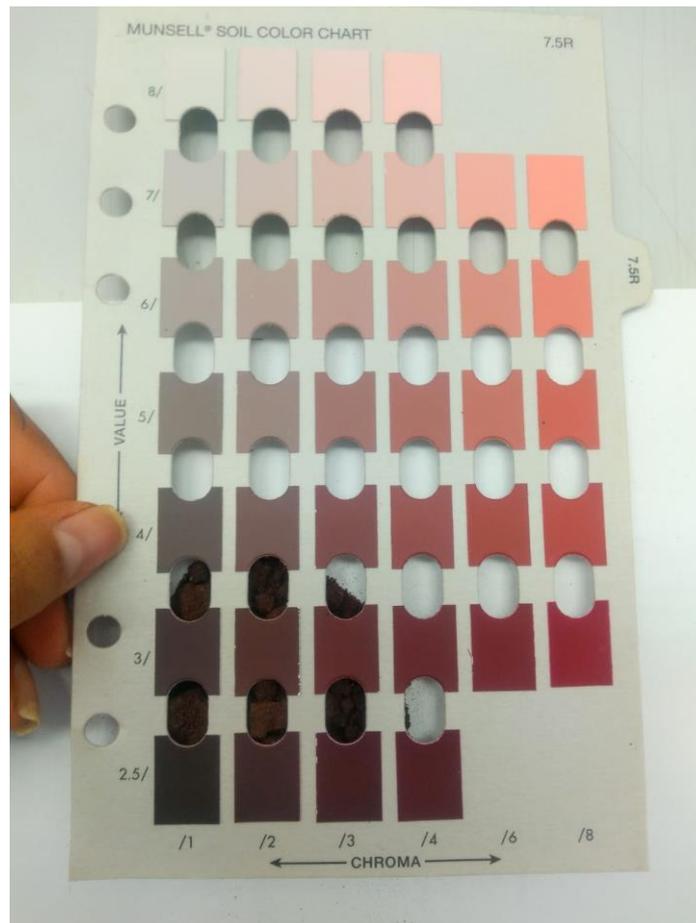


Figura 16. Página do matiz 7.5R da tabela de cores Munsell.

Após identificada a cor na tabela que corresponde a da amostra foi anotado os números que indicam a coloração do solo e fotografado.

Para a análise de estrutura foram colocadas frações de solo da amostra e alinhados numa superfície branca para observação. Também foi usado uma escala, onde cada quadrado da escala equivale a 1 cm, para dar as dimensões das estruturas. Cada amostra foi fotografada (Figura 17). A forma das estruturas foram determinadas por meio de comparação visual com uma imagem de referência.

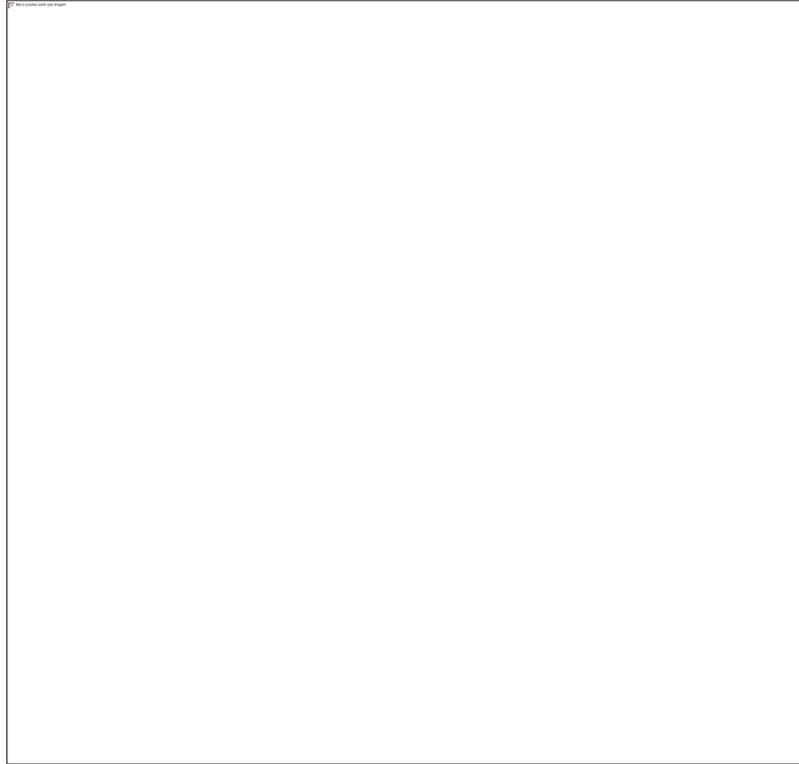


Figura 17. Estrutura de uma das amostras de solo.

Para analisar a plasticidade foi necessário umedecer a amostra, colocada na mão, manipulando-a até formar uma massa com consistência uniforme, adicionado água aos poucos desde que necessário. A amostra foi amassada com apenas uma mão para unir todas as partes, possibilitando analisar a plasticidade e a pegajosidade. Após, era produzido um rolinho com a amostra e feito a união entre as duas pontas para testar a plasticidade de cada amostra.

Quando a amostra se mostra com pegajosidade, gruda nas mãos, e plasticidade, se deforma no tato, indica a presença de argilominerais.

5 RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÕES

Os perfis 1 e 2 apresentaram horizontes A e B (Figura 18). A presença desses dois horizontes é uma característica do Latossolo.



Figura 18. Horizontes apresentados no perfil 1 e perfil 2, respectivamente. Fonte: Acervo do Projeto Serranópolis.

5.1 Caracterização das amostras: coloração, estruturas, plasticidade e pegajosidade

Perfil 1 – 80 a 0 cm

Amostra 1: 80 cm

- Cor: 7.5 YR 2.5/2 – Very Dark Brown (Figura 19).



Figura 19. Análise de cor do solo da amostra 1 do perfil 1.

- Estrutura: Solo com partículas bem agregadas, formando estruturas > 2 cm de largura. Com forma dos tipos blocos angular e sub angular, predominante, prismática (Figura 19).



Figura 20. Análise de estrutura do solo da amostra 1 do perfil 1.

- Plasticidade e pegajosidade: Foi notado presença de pegajosidade na amostra, mas pouca plasticidade, de modo que não foi possível juntar as duas pontas do rolinho (Figura 21 e 22). Entretanto a pegajosidade e a plasticidade indicam a presença de argilominerais na amostra.



Figura 21. Análise de plasticidade do solo da amostra 1 do perfil 1.



Figura 22. Teste de plasticidade do solo da amostra 1 do perfil 1.

Amostra 2: 60cm

- Cor: 7.5YR 2.5/2 – Very Dark Brown (Figura 23).



Figura 23. Análise de cor da amostra 2 do perfil 1.

- Estrutura: Solo pouco duro e bem estruturado, com partículas bem agregadas, formando alguns agregados > 2 cm de largura e vários ≥ 2 cm largura. Com estrutura do tipo blocos angular e sub angular, predominante, granular (Figura 24).



Figura 24. Análise de estrutura do solo da amostra 2 do perfil 1.

- Plasticidade: Amostra apresentou boa pegajosidade, e plasticidade moderada, de modo que foi possível unir as duas pontas rolinho formando uma rosquinha, mas teve dois pontos de quebra (Figura 25 e 26). Entretanto a pegajosidade e a plasticidade indicam maior presença de argilominerais na amostra, comparada a amostra 1.



Figura 25. Análise de plasticidade do solo da amostra 2 do perfil 1.



Figura 26. Teste de plasticidade do solo da amostra 2 do perfil 1.

Amostra 3: 40 cm

- Cor: 5YR 3/2 - Dark Reddish Brown (Figura 27).



Figura 27. Análise de cor do solo da amostra 1 do perfil 1.

- Estrutura: Solo macio, mas estruturado com partícula agregadas, formando agregados médios ≥ 2 cm de largura, e ≤ 2 cm de largura. Com estrutura do tipo blocos angular e sub angular, predominante e granular (Figura 28).



Figura 28. Análise de estrutura do solo da amostra 3 do perfil 1.

- Plasticidade: Amostra apresentou pegajosidade, indicando presença de argilominerais na amostra, mas pouca plasticidade, de modo que não foi possível unir as duas pontas rolinho (Figura 29 e 30).



Figura 29. Análise de plasticidade do solo da amostra 3 do perfil 1.



Figura 30. Teste de plasticidade do solo da amostra 3 do perfil 1.

Amostra 4: 20 cm

- Cor: 5YR 3/3 – Dark Reddish Brown (Figura 31).



Figura 31. Análise de cor do solo da amostra 1 do perfil 1.

- Estrutura: Solo mais ou menos duro e estruturado, e partículas bem agregadas, com agregados >3 cm de largura, 2 cm de largura, e <2 cm de largura. Com estrutura do tipo blocos angular e sub angular e grânulos (Figura 32).



Figura 32. Análise de estrutura do solo da amostra 4 do perfil 1

- Plasticidade: Amostra apresentou pegajosidade, que indica a presença de argilominerais na amostra, mas não apresentou boa plasticidade, de modo que não foi possível unir as duas pontas rolinho (Figura 33 e 34).



Figura 33. Análise de plasticidade do solo da amostra 4 do perfil 1.



Figura 34. Teste de plasticidade do solo da amostra 4 do perfil 1.

Perfil 2 – 140 cm

Amostra 1: 140 cm

- Cor: 2.5YR 2.5/3 – Dark Reddish Brown (Figura 35)



Figura 35. Análise de cor do solo da amostra 1 do perfil 2.

- Estrutura: Solo macio e estruturado, de partículas bem agregadas com agregados >2 cm de largura, e <2 cm de largura. Com estrutura do tipo blocos angular e sub angular, predominante e grânulos (Figura 36).



Figura 36. Análise de estrutura do solo da amostra 1 do perfil 2.

- Plasticidade: Amostra apresentou pegajosidade, indicando presença de argilominerais na amostra, mas não apresentou plasticidade, de modo que não foi possível unir as duas pontas rolinho (Figura 37 e 38).



Figura 37. Análise de plasticidade do solo da amostra 1 do perfil 2.



Figura 38. Teste de plasticidade do solo da amostra 1 do perfil 2.

Amostra 2: 70 cm

- Cor: 2.5YR 3/3 – Dark Reddish Brown (Figura 39)



Figura 39. Análise de cor do solo da amostra 2 do perfil 2.

- Estrutura: Solo duro e estruturado, com agregados >2 cm de largura, e <1 cm de largura. Com estrutura do tipo blocos angular e sub angular e grânulos, predominante, prismática e grânulos (Figura 40).



Figura 40. Análise de estrutura do solo da amostra 2 do perfil 2.

- Plasticidade: Amostra apresentou pegajosidade com boa plasticidade, de modo que foi possível unir as duas pontas rolinho formando a rosquinha, mas com um ponto de fratura (Figura 41 e 42). Entretanto a pegajosidade e a plasticidade indicam a presença de argilominerais na amostra.



Figura 41. Análise de plasticidade do solo da amostra 2 do perfil 2.



Figura 42. Teste de plasticidade do solo da amostra 2 do perfil 2.

Amostra 3: 30 cm

- Cor: 7.5YR 2.5/3 – Very Dark Brown (Figura 43).



Figura 43. Análise de cor do solo da amostra 3 do perfil 2.

- Estrutura: Solo duro e estruturado com particular bem agregadas, com agregados de 2 cm de largura. Com estrutura do tipo blocos angular e sub angular e grânulos (Figura 44).



Figura 44. Análise de estrutura do solo da amostra 3 do perfil 2.

- Plasticidade: Amostra apresentou pegajosidade, que indica a presença de argilominerais na amostra, mas não apresentou plasticidade, de modo que não foi possível unir as duas pontas rolinho (Figura 45 e 46).



Figura 45. Análise de plasticidade do solo da amostra 3 do perfil 2.



Figura 46. Teste de plasticidade do solo da amostra 3 do perfil 2.

Amostra 4: 10 cm

- Cor: 2.5YR 2.5/3 – Dark Reddish Brown (Figura 47).



Figura 47. Análise de cor do solo da amostra 4 do perfil 2.

- Estrutura: solo duro e estruturado com partículas bem agregadas, com agregados >2 cm de largura, e <1 cm de largura. Com estrutura do tipo blocos angular e sub angular e grânulos predominate (Figura 48).



Figura 48. Análise de estrutura do solo da amostra 4 do perfil 2

- Plasticidade: Amostra apresentou pegajosidade, que indica presença de argilminerais, mas não apresentou plasticidade, de modo que não foi possível unir as duas pontas rolinho (Figura 49 e 50).



Figura 49. Análise de plasticidade do solo da amostra 4 do perfil 2.



Figura 50. Teste de plasticidade do solo da amostra 4 do perfil 2.

5.2 Caracterização das amostras: Textura

A Tabela 2 apresenta os resultados das análises em laboratório.

Tabela 2. Tabela de textura (g/kg) do solo dos perfis 1 e 2.

Amostras	Perfil 1 (80 cm)			Perfil 2 (140 cm)		
	Argila	Silte	Areia	Argila	Silte	Areia
4	300	80	620	320	90	590
3	280	80	640	300	80	620
2	290	80	630	320	90	590
1	280	80	640	170	50	780

Fonte: Autoria própria.

Verifica-se que no perfil 1 as frações silte e areia se mantêm constante, variando argila na mostra 4. No perfil 2 se observa uma diminuição acentuada na fração silte da amostra 1, percentual bem inferior as demais, enquanto nas demais se mantêm constante, o mesmo ocorre com a fração argila da mesma amostra. Por outro lado, a fração areia aumenta significativamente.

A amostra 1 do perfil 2 está indicando uma perda de finos (silte e argila), talvez em decorrência da translocação para as partes mais abaixo do que foi exposto pelo perfil, fato que deve ser investigado.

As amostras que apresentaram uma maior quantidade de areia do que de argila, mostra uma baixa capacidade de retenção de água, como observado na amostra 1 do perfil 2, o que pode contribuir com a suscetibilidade à erosão, favorecendo a formação de voçorocas, em decorrência da rápida permeabilidade da água no horizonte B (REATTO *et al.*, 2008).

5.3 Caracterização das amostras: Análises químicas

Tabela 3. Tabela de quantidade de matéria orgânica (g/dm³) dos perfis de solo 1 e 2.

Amostras	Perfil 1 (80 cm)	Perfil 2 (140 cm)
4	22,00	27,00
3	15,00	20,00
2	21,00	14,00
1	19,00	11,00

Fonte: Autoria própria.

As amostras 4 apresentaram maior quantidade de matéria orgânica do que as amostras 1, sendo o perfil 2 com maior quantidade de matéria orgânica na superfície. Mostra que a matéria orgânica está mais concentrada nas camadas mais superficiais dos perfis.

Tabela 4. Tabela de macronutrientes presente nas amostras de solo do perfil 1.

Amostras	cmolc/dm ³ (mE/100 ml)				mg/dm ³ (ppm)			
	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P (Melich)	S
4 (20 cm)	3,7	1,3	0,2	4,7	0,05	21,3	2,7	2,0
3 (40 cm)	4,1	1,0	0,0	3,3	0,07	25,6	2,7	2,0
2 (60 cm)	6,0	1,2	0,0	3,1	0,04	15,6	3,3	5,6
1 (80 cm)	5,7	1,5	0,0	3,4	0,05	20,5	2,0	1,2

Fonte: Autoria própria.

Tabela 5. Tabela de macronutrientes presente nas amostras de solo do perfil 2.

Amostras	cmolc/dm ³ (mE/100 ml)				mg/dm ³ (ppm)			
	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P (Melich)	S
4 (10 cm)	5,6	2,1	0,0	3,3	0,43	169,4	3,3	2,8
3 (30 cm)	5,7	1,4	0,0	3,9	0,05	17,9	2,0	4,2
2 (70 cm)	5,4	2,0	0,0	3,5	0,07	26,8	1,7	1,2
1 (140 cm)	3,1	0,7	0,0	2,4	0,14	55,4	2,0	2,0

Fonte: Autoria própria.

Comparando os perfis, destaca-se o K, presente na fase sólida do solo, da amostra 4 do perfil 2, cujo valor é destoante com os demais, demonstra uma maior presença de colóides de argila na camada mais superficial do solo, que é o caso da amostra em questão.

As análises de macronutrientes indicam que o perfil 1 apresenta deficiência de potássio da solução do solo. Considerando-se como baixo um teor menor do que 0,12 cmolc.K / dm³ de solo (EMBRAPA, 2008).

Tabela 6. Tabela de micronutrientes presentes nas amostras de solo do perfil 1.

Amostras	micronutrientes mg/dm ³ (ppm)				
	Na	Zn	Cu	Fe	Mn
4 (20 cm)	3,0	0,5	4,3	35,3	60,2
3 (40 cm)	3,2	0,5	3,4	26,1	22,4
2 (60 cm)	3,9	1,1	3,8	21,6	19,8
1 (80 cm)	4,0	1,4	5,5	22,2	18,5

Fonte: Autoria própria.

Tabela 7. Tabela de micronutrientes presentes nas amostras de solo do perfil 2

Amostras	micronutrientes mg/dm ³ (ppm)				
	Na	Zn	Cu	Fe	Mn
4 (10 cm)	2,8	2,2	4,3	45,7	74,2
3 (30 cm)	2,8	1,1	5,8	26,9	35,8
2 (70 cm)	2,8	0,5	7,3	37,8	42,4
1 (140 cm)	2,6	0,9	3,9	40,7	10,7

Fonte: Autoria própria.

Uma análise contextual evidencia que o perfil 1 apresenta um menor teor de micronutrientes em comparação ao perfil 2, principalmente para o Zn, Fe e Mn.

Tabela 8. Tabela de Carbono presente nas amostras de solo dos perfis 1 e 2

Amostras	Perfil 1	Perfil 2
	Carbono (g/dm ³)	Carbono (g/dm ³)
4	12,76	15,66
3	8,7	11,6
2	12,18	8,12
1	11,02	6,38

Fonte: Autoria própria.

O carbono varia entre as amostras do mesmo perfil e entre os perfis, mas dentro de parâmetros esperados para uma área com pastagem e que já foi utilizada pela agricultura.

Tabela 9. Tabela de pH presente nas amostras de solo dos perfis 1 e 2

Amostras	Perfil 1	Perfil 2
	pH (CaCl ₂)	pH (CaCl ₂)
4	5,0	5,5
3	5,2	5,3
2	5,6	5,3
1	5,5	5,2

Fonte: Autoria própria.

Os dois perfis apresentaram um solo ácido, como uma média de pH 5,3.

Tabela 10. Tabela de dados complementares das amostras de solo do perfil 1.

Dados Complementares								
Amostras	CTC	Sat. Bases	Sat. Al	Ca/Mg	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	H+Al/CTC
4 (20 cm)	9,76	51,87%	3,81%	2,85	37,91%	13,32%	0,51%	48,16%
3 (40 cm)	8,48	61,13%		4,10	48,35%	11,79%	0,83%	38,92%
2 (60 cm)	10,36	70,05%		5,0	57,92%	11,58%	0,39%	29,92%
1 (80 cm)	10,67	68,11%		3,8	53,42%	14,06%	0,47%	31,87%

Fonte: Autoria própria.

Tabela 11. Tabela de dados complementares das amostras de solo do perfil 2.

Dados Complementares								
Amostras	CTC	Sat. Bases	Sat. Al	Ca/Mg	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	H+Al/CTC
4 (10 cm)	11,44	71,17%		2,67	48,95%	18,36%	3,76%	28,85%
3 (30 cm)	11,06	64,76%		4,07	51,54%	12,66%	0,45%	35,26%
2 (70 cm)	10,98	68,14%		2,7	49,18%	18,21%	0,64%	31,88%
1 (140 cm)	6,35	62,22%		4,43	48,82%	11,02%	2,20%	37,80%

Fonte: Autoria própria.

A saturação por base de todas as amostras dos dois perfis apresenta valores > 50%, característica de um solo eutrófico.

Apesar da saturação por base das amostras 4 e 3 do perfil 1 ser superior a 50% as amostras apresentaram menor CTC do perfil, mostrando que a absorção dos nutrientes bases feita pelas raízes das plantas é menor nas camadas mais superficiais deste perfil. No perfil 2 a amostra 1 apresentou menor CTC do perfil, mostrando que a absorção dos nutrientes bases feita pelas raízes das plantas é menor nas camadas mais superficiais deste perfil.

É importante observar que não basta ter disponibilidade das bases, na solução do solo, se as partículas de argila e matéria orgânica não possuem capacidade suficiente para fazer a troca das bases com as raízes das plantas. Sem a capacidade de CTC do solo os nutrientes presentes na solução do solo se perdem por lixiviação.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As propriedades do solo presente nos dois perfis apresentam evidências em relação as características do solo da encosta, uma vez que representam uma amostragem muito baixa.

Os resultados analisados sob a perspectiva da ocupação da área indicam um solo impactado pelas atividades antrópicas, tendo por base os processos erosivos identificados.

O solo é um organismo em constante atividade, apesar de se parecer estático, onde os processos bioquímicos são constantes. As ações antrópicas podem trazer consequências irreversíveis, caso não forem detectadas e sanadas, principalmente em relação as perdas de solos e nutrientes.

Nesse sentido, a análise de solo é um processo importante para entender como fazer o manejo adequado, para conservação do próprio solo e da água.

Nesse sentido, análises preliminares por amostragem, de baixa intensidade ou de baixa cobertura, como realizado no TCC, servem de referência e pode ser o início de um programa de mapeamento detalhado dos solos da área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALIEIRO, Fernanda Lopes. **O uso de imagens para entender a paisagem no sítio arqueológico GO-Ja-02, Serranópolis, Goiás**. Instituto Goiano de Pré-História e Antropologia; Escola de Formação de Professores e Humanidades. Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Goiânia, 2020.
- BRADY, Nyle C.; WEIL, Ray R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2013.
- CORNELL, Rochelle M.; SCHWERTMANN, U. **The iron oxides: structure, properties, reactions, occurrence and uses**. Weinheim, VCH, 1996.
- EMBRAPA SOLOS, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.
- FERRAZ, R. P. D., et al. **Fundamento de morfologia, pedologia, física e químicos do solo de interesse no processo de recuperação de área degradada**. In: TAVARES, S. D. L., et al. **Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação**. Embrapa Solos-Documents (INFOTECA-E), 2008.
- JENNY, H. **Factors of soil formation, a system of quantitative pedology**. McGraw-Hill: New York, 1941.
- LEMOS, Raimundo C., SANTOS, Raphael D. **Manual de descrição e coletado solo no campo**. Campinas, SBCS/SNLCS, 1984.
- REATTO, A. CORREIA, J. R., SPERA, S.T; MARTINS, E. S. **Solos do bioma Cerrado: aspectos pedológicos**. P.47-86 In: SANO, S. M., ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: ecologia e flora**. v. 1. Brasília: EMBRAPA-CERRADOS, 2008.
- RIBEIRO, J. F., WALTER, B. M. T. **As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado**. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: ecologia e flora**. v. 2. Brasília: EMBRAPA-CERRADOS, 2008.
- RUBIN, J. C. R., et al. **Cazadores-recolectores y el paisaje en Serranópolis, Goiás, Brasil**. Boletín de Arqueología PUCP, Lima, n. 29, p. 129-158, 2020.

SCHMITZ, P. I.; BARBOSA, A. S.; JACOBUS A. L. e RIBEIRO, M. B. Arqueologianos cerrados do Brasil Central. Serranópolis I. Revista Pesquisas, Antropologia, n.44, São Leopoldo/RS: Instituto Anchietano de Pesquisas, 208 p, 1989.

SCHMITZ, P. I.; ROSA, A. O.; BITENCOURT, A. L. V. **Arqueologia nos Cerrados do Brasil Central**. Serranópolis III. Revista Pesquisas. Antropologia, n. 60, São Leopoldo/RS: Instituto Anchietano de Pesquisas, 2004.

TAVARES, S. D. L., et al. **Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação**. Embrapa Solos-Documentos (INFOTECA-E), 2008.

REFERÊNCIAS DIGITAIS

CAMPELO, Lilian. Cerrado perde metade da vegetação nativa; agronegócio acelera o processo. **Brasil de Fato**, 08 fev. 2017. Disponível em: <<https://www.brasildefato.com.br/2017/02/08/cerrado-perde-metade-da-vegetacao-nativa-agronegocio-acelera-o-processo>>. Acesso em: 11/09/2022.

EMBRAPA. Bioma Cerrado, 2008. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/cerrados/colecao-entomologica/bioma-cerrado>>. Acesso em: 19/10/2022.

EMBRAPA. Correção da acidez do solo, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/arroz/producao/sistema-de-cultivo/arroz-irrigado-na-regiao-tropical/correcao-do-solo-e-adubacao/correcao-da-acidez-do-solo>>. Acesso em: 21/11/2022.

EMBRAPA SOLOS. Propriedades do solo, 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/solos/sibcs/propriedades-do-solo>>. Acesso em: 20/11/2022.

ANEXO A – Resultados da análise físico-químico Solocria


SOLOCRIA Laboratório Agropecuário Ltda

 62 3210 1622 / Vivo 62 99951-3834 - 62 98592-0391
 Av. Goiás, n° 5.106 - Setor Unias Magalhães
 CEP 74.565-250 - Goiânia - Goiás

 www.solocria.com.br
 solocria@gmail.com

O parceiro certo para o produtor rural!

 Interessado: JULIO CEZAR RUBIN DE RUBIN
 Propriedade: SÍTIO DIOGO
 Remetente: JULIO CEZAR RUBIN DE RUBIN

 Cidade: SERRANOPOLIS
 Cultura:
 Material: SOLO

 UF: GO
 Entrada: 21/09/2022
 Emissão: 23/09/2022

Lab.	Amostra	cmolc/dm ³ (mE/100 ml)					mg/dm ³ (ppm)				
		Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P(Total)	P(Melich)	P(Resina)	P(Remanes)
113010	AM 01 PONTO 2	3,1	0,7	0,0	2,4	0,14	55,4		2,0		
113011	AM 02 PONTO 2	5,4	2,0	0,0	3,5	0,07	26,8		1,7		
113012	AM 03 PONTO 2	5,7	1,4	0,0	3,9	0,05	17,9		2,0		
113013	AM 04 PONTO 2	5,6	2,1	0,0	3,3	0,43	169,4*		3,3		
113014	AM 01 PONTO 1	5,7	1,5	0,0	3,4	0,05	20,5		2,0		
113015	AM 02 PONTO 1	6,0	1,2	0,0	3,1	0,04	15,6		3,3		

Lab.	Amostra	mg/dm ³ (ppm)		micronutrientes mg/dm ³ (ppm)					
		S	N(Total)	Na	Zn	B	Cu	Fe	Mn
113010	AM 01 PONTO 2	2,0		2,6	0,9		3,9	40,7	10,7
113011	AM 02 PONTO 2	1,2		2,8	0,5		7,3	37,8	42,4
113012	AM 03 PONTO 2	4,2		2,8	1,1		5,8	26,9	35,8
113013	AM 04 PONTO 2	2,8		2,8	2,2		4,3	45,7	74,2
113014	AM 01 PONTO 1	1,2		4,0	1,4		5,5	22,2	18,5
113015	AM 02 PONTO 1	5,6		3,9	1,1		3,8	21,6	19,8

Lab.	Amostra	Dados Complementares								g/dm ³	
		CTC	Sat.Bases	Sat.Al	Ca/Mg	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	H+Al/CTC	Mat.Org.	Carbono
113010	AM 01 PONTO 2	6,35	62,22%		4,43	48,82%	11,02%	2,20%	37,80%	11,0	6,38
113011	AM 02 PONTO 2	10,98	68,14%		2,70	49,18%	18,21%	0,64%	31,88%	14,0	8,12
113012	AM 03 PONTO 2	11,06	64,76%		4,07	51,54%	12,66%	0,45%	35,26%	20,0	11,60
113013	AM 04 PONTO 2	11,44	71,17%		2,67	48,95%	18,36%	3,76%	28,85%	27,0	15,66
113014	AM 01 PONTO 1	10,67	68,11%		3,80	53,42%	14,06%	0,47%	31,87%	19,0	11,02
113015	AM 02 PONTO 1	10,36	70,05%		5,00	57,92%	11,58%	0,39%	29,92%	21,0	12,18

Lab.	Amostra	pH			Textura (g/Kg)		
		H2O	CaCl2	KCl	Argila	Silte	Areia
113010	AM 01 PONTO 2		5,2		170,0	50,0	780,0
113011	AM 02 PONTO 2		5,3		320,0	90,0	590,0
113012	AM 03 PONTO 2		5,3		300,0	80,0	620,0
113013	AM 04 PONTO 2		5,5		320,0	90,0	590,0
113014	AM 01 PONTO 1		5,5		280,0	80,0	640,0
113015	AM 02 PONTO 1		5,6		290,0	80,0	630,0



IGOR CANEDO CAVALCANTE DE CASTRO
 Engenheiro Agrônomo
 CREA-GO 1017520720/D

OBSERVAÇÕES: Os resultados onde consta '**' foram confirmados. O SOLOCRIA não é responsável pela coleta.
 As amostras ficam em nosso poder por 90 dias.



ANEXO B – Resultados da análise físico-químico Solocria



SOLOCRIA Laboratório Agropecuário Ltda

62 3210 1622 / Vivo 62 99951-3834 - 62 98592-0391
 Av. Goiás, nº 5.106 - Setor Unas Magalhães
 CEP 74.565-250 - Goiânia - Goiás

www.solocria.com.br
 solocria@gmail.com

O parceiro certo para o produtor rural!

Interessado: JULIO CEZAR RUBIN DE RUBIN
 Propriedade: SÍTIO DIOGO
 Remetente : JULIO CEZAR RUBIN DE RUBIN

Cidade : SERRANOPOLIS
 Cultura.....
 Material : SOLO

UF.....: GO
 Entrada: 21/09/2022
 Emissão: 23/09/2022

Lab.	Amostra	cmolc/dm3 (mEq/100 ml)					mg/dm3 (ppm)				
		Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P(Total)	P(Melich)	P(Resina)	P(Remanes)
113016	AM 03 PONTO 1	4,1	1,0	0,0	3,3	0,07	25,6		2,7		
113017	AM 04 PONTO 1	3,7	1,3	0,2*	4,7	0,05	21,3		2,7		

Lab.	Amostra	mg/dm3 (ppm)		micronutrientes mg/dm3 (ppm)					
		S	N(Total)	Na	Zn	B	Cu	Pb	Mn
113016	AM 03 PONTO 1	2,0		3,2	0,5		3,4	26,1	22,4
113017	AM 04 PONTO 1	2,0		3,0	0,5		4,3	35,3	60,2

Lab.	Amostra	Dados Complementares								g/dm3	
		CTC	Sat.Bases	Sat.Al	Ca/Mg	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	H+Al/CTC	Mat.Org.	Carbono
113016	AM 03 PONTO 1	8,48	61,13%		4,10	48,35%	11,79%	0,83%	38,92%	15,0	8,70
113017	AM 04 PONTO 1	9,76	51,87%	3,81%	2,85	37,91%	13,32%	0,51%	48,16%	22,0	12,76

Lab.	Amostra	pH			Textura (g/Kg)		
		H2O	CaCl2	KCl	Argila	Silte	Areia
113016	AM 03 PONTO 1		5,2		280,0	80,0	640,0
113017	AM 04 PONTO 1		5,0		300,0	80,0	620,0

IGOR CANEDO CAVALCANTE DE CASTRO
 Engenheiro Agrônomo
 CREA-GO 1017520720/D

OBSERVAÇÕES: Os resultados onde consta '**' foram confirmados. O SOLOCRIA não é responsável pela coleta.
 As amostras ficam em nosso poder por 90 dias.





PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DE GOIÁS

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

Av. Universitária,
1069 | Setor
Universitário
Caixa Postal 86 |
CEP 74605-010

Goiânia | Goiás | Brasil

Fone: (62) 3946.1020 ou 1021 | 0

www.pucgoias.edu.br |
prograd@pucgoias.edu.br

RESOLUÇÃO n°038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante TATIANE SILVA VIEIRA do Curso de Ciências Biológicas - BACHARELADO, matrícula 2018.1.0050.0055-8, telefone: (62) 99239-7620, e-mail tatianevieira218@gmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado ANÁLISE DO SOLO DA ENCOSTA FRONTAL AO SÍTIO ARQUEOLÓGICO GO-Ja 02 – SERRANÓPOLIS, GOIÁS, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 16 de Dezembro de 2022.

Assinatura do autor:

Nome completo do autor: Tatiane Silva Vieira

Assinatura do professor-orientador:

Nome completo do professor-orientador: Julio Cezar Rubin de Rubin