

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE RONDÔNIA
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

DIUNIOR FERNANDES DE CAMPOS

**AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS FÍSICOS E TAXA DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUA
DE UM SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE USOS NA REGIÃO DE
PRESIDENTE MÉDICI, RO**

Ji-Paraná,

2023

DIUNIOR FERNANDES DE CAMPOS

**AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS FÍSICOS E TAXA DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUA
DE UM SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE USOS NA REGIÃO DE
PRESIDENTE MÉDICI, RO**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Engenharia Florestal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, *campus* Ji-Paraná, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal

Orientador(a): Prof(a). Dr. Fernando Antônio Rebouças

Coorientador(a): Ma. Cleuza Diogo Antunes

Ji-Paraná,

2023

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Campos, Diunior Fernandes de.

Avaliação dos atributos físicos e taxa de infiltração de água de um solo
sob diferentes sistemas de usos na região de Presidente Médici, RO / Diunior
Fernandes de Campos, Ji-Paraná-RO, 2023.
37 f.

Orientador(a): Dr Fernando Antônio Rebouças.
Coorientador(a): Ma Cleuza Diogo Antunes.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO,
Ji-Paraná-RO, 2023.

1. Manejo do solo. 2. Densidade do solo. 3. Taxa de infiltração. I.
Rebouças, Fernando Antônio (orient.). II. Antunes, Cleuza Diogo (coorient.).
III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO.
IV. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Cleuza Diogo Antunes, CRB-11/864 (Campus Ji-Paraná)

DIUNIOR FERNANDES DE CAMPOS

**AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS FÍSICOS E TAXA DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUA
DE UM SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE USOS NA REGIÃO DE
PRESIDENTE MÉDICI, RO**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Engenharia Florestal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, *campus* Ji-Paraná, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal

Aprovado pela Banca Examinadora em <dia> de <mês> de <ano>.

BANCA EXAMINADORA

Prof.(a) Orientador(a)
Nome da Instituição

Prof.(a)
Nome da Instituição

Prof.(a)
Nome da Instituição

Ji-Paraná - RO, _____ de _____ de 20 _____

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família, que me apoiou ao longo do processo e me deram forças para alcançar os resultados. Dedico aos meus amigos, que por vezes me fizeram esquecer a ansiedade. Dedico a todos os florestais de coração, para que o mundo seja mais verde.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me abençoar. Agradeço aos meus pais por me apoiarem. Agradeço aos professores por sempre ter zelo e paciência.

Epígrafe

“O homem não teria alcançado o possível se, repetidas vezes, não tivesse tentado o impossível.” (Max Weber).

RESUMO

As propriedades físicas dos solos são alteradas conforme o manejo adotado e essas mudanças, conforme a forma e/ou intensidade de uso, podem vir a causar a degradação do solo. Este trabalho objetivou a caracterização de propriedades físicas e a taxa de infiltração de água em um Argissolo Vermelho Amarelo distrófico sob diferentes sistemas de uso na região de Presidente Médici, RO. Foram delimitadas quatro áreas, com os seguintes usos do solo: mata nativa, pastagem, café clonal e castanha-do-pará. Nas áreas demarcadas, foram coletadas amostras deformadas e indeformadas nas camadas de 0-20 e 20-40 cm para avaliação da densidade de partículas, análise textural, densidade do solo, porosidade total, umidade volumétrica, espaço aéreo e grau de saturação e executados os testes para aferir a taxa de infiltração de água e infiltração acumulada. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos distintos e repetidos quatro vezes. Foi realizada a análise de variância e os resultados dos diferentes sistemas de usos foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Ambas profundidades os sistemas de usos alteraram significativamente os atributos do solo, em especial a densidade do solo e a porosidade total. Os menores valores de densidade foram obtidos nas áreas ocupadas com mata nativa e castanha-do-pará, enquanto que os maiores valores foram obtidos nas áreas ocupadas com pastagem e café, ocorrendo o inverso com os valores de porosidade total. Corroborando com os valores de densidade do solo e porosidade total, as maiores taxas de infiltração ocorreram nas áreas ocupadas com mata nativa e castanha-do-pará, enquanto que as menores taxas de infiltração foram encontradas nas áreas de pastagem e café. Existe uma relação inversa entre a densidade do solo com o volume total de poros e a taxa de infiltração de água, e uma relação direta entre o volume total de poros com a taxa de infiltração de água no solo.

Palavras-chave: Manejo do solo. Densidade do solo. Taxa de infiltração.

ABSTRACT

The physical properties of soils are changed according to the management adopted and these changes, depending on the form and/or intensity of use, may cause soil degradation. This work aimed to characterize physical properties and water infiltration rate in a dystrophic Red Yellow Argisol under different use systems in the region of Presidente Médici, RO. Four areas were delimited, with the following land uses: native forest, pasture, clonal coffee and Brazil nuts. In the demarcated areas, deformed and undeformed samples were collected in the 0-20 and 20-40 cm layers to evaluate particle density, textural analysis, soil density, total porosity, volumetric humidity, air space and degree of saturation and carried out the tests to measure the water infiltration rate and accumulated infiltration. The experimental design adopted was completely randomized with four different treatments and repeated four times. Analysis of variance was performed and the results of the different use systems were compared using the Tukey test at 5% probability. Both depths and use systems significantly altered soil attributes, especially soil density and total porosity. The lowest density values were obtained in areas occupied with native forest and Brazil nuts, while the highest values were obtained in areas occupied with pasture and coffee, the opposite occurring with the total porosity values. Corroborating the soil density and total porosity values, the highest infiltration rates occurred in areas occupied with native forest and Brazil nuts, while the lowest infiltration rates were found in pasture and coffee areas. There is an inverse relationship between soil density and total pore volume and water infiltration rate, and a direct relationship between total pore volume and water infiltration rate into the soil.

Keywords: Soil management. Soil density. Infiltration rate.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Justificativa	12
1.2	Objetivos	12
1.2.1	Objetivo Geral	12
1.2.2	Objetivos Específicos	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Solos	13
2.2	Densidade, compactação e porosidade	15
2.3	Manejo do solo e Taxa de Infiltração	16
3	METODOLOGIA	18
3.1	Locais de estudo	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
5	CONCLUSÃO	33
	REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

No estado de Rondônia é intensa a dinâmica de ocupação e de transformação das florestas em áreas de pastagens e de cultivos agrícolas, caracterizando-se como uma região de fronteira agrícola. O uso, o manejo, o nível e o tempo de utilização do solo promovem alterações nos atributos físicos do solo, os quais são de fundamental importância para caracterização dos mesmos quanto ao uso e manejo, e também são parâmetros que nos permite inferir sobre os diversos fatores que atuam sobre o solo.

O solo é um sistema aberto e sujeito às alterações decorrentes da ação antrópica. O uso dos solos tropicais úmidos de forma inadequada compromete toda forma de exploração sobre eles. A produtividade dos cultivos está inteiramente relacionada aos atributos físicos do solo, em especial àqueles que afetam a relação solo-água-planta. Conhecer as propriedades hídricas e mecânicas do solo em condições de campo é fundamental para o entendimento da dinâmica do ar, da água e de nutrientes no solo.

Um dos maiores problemas de manejo de solos é a compactação ou adensamento. Em ambos os casos ocorre aumento de relação massa/volume de solo tendo como efeito indesejável o aumento da resistência mecânica do solo à penetração do sistema radicular das plantas cultivadas ou de espécies nativas e a redução da taxa de infiltração de água no solo.

No que se refere a relação massa/volume de solo, a densidade aparente do solo é um importante atributo físico por fornecer indicações a respeito do estado de sua conservação, sobretudo sua influência negativa em relação a outros atributos como porosidade do solo, infiltração e retenção de água no solo, crescimento radicular das plantas, trocas gasosas e suscetibilidade desse solo aos processos erosivos, e também sendo largamente utilizado na avaliação da compactação e/ou adensamento dos solos. A densidade do solo é uma propriedade variável e depende da sua estrutura e compactação do solo.

A porosidade do solo representa a porção do solo em volume (volume de ar + volume de água) não ocupada por sólidos. Além disso, é uma propriedade física muito alterada pelo manejo do solo adotada nas diferentes formas de uso. Este atributo do solo reflete o arranjo das partículas, que por sua vez define as características do sistema poroso.

A infiltração é definida como sendo o processo de penetração da água no solo, através de sua superfície, no sentido vertical descendente. Constitui-se num dos mais importantes processos por ser fator determinante da disponibilização de água para as culturas, da

ocorrência e magnitude do escoamento superficial e do manejo do solo e da água. A infiltração de água no solo depende basicamente da água disponível para infiltrar, da constituição e declividade do solo, da cobertura vegetal e das quantidades de água e ar, inicialmente presentes no interior do solo, ou seja, do teor de umidade do solo, espaço aéreo e grau de saturação.

Este estudo teve como objetivo avaliar o comportamento de alguns atributos físicos do solo e a taxa de infiltração de água em áreas sob quatro sistemas de usos do solo na região do município de Presidente Médici, RO.

1.1 Justificativa

Os solos são os pilares para a manutenção da vida humana, e se fazem medidores para a visibilidade da capacidade de evolução econômica e social de uma região (NOGUEIRA et al. 2012). Um solo perde sua capacidade de produção gradativamente quando manejado de maneiras equivocadas, isso ocorre pois suas estruturas são finitas e se utilizadas de maneira desordenada e predatória tornam-se locais com baixa produtividade, com escassez de água, percas de nascentes e assim, aparições de áreas degradadas.

A infiltração de água pelo solo é um medidor importante da saúde do local, visto que diferentes coberturas absorvem quantidades heterogêneas de água. Assim, entender essa dinâmica corrobora para enfatizar a importância das florestas para o ciclo natural da água. Portanto, analisar as áreas selecionadas para a pesquisa, definidas em argissolos com diferentes coberturas, fornecerá informações precisas dessa dinâmica no município de Presidente Médici - RO. Dessa forma, serão realizadas coletas de solo, densidade, porosidade total, infiltração, entre outros, para embasar a pesquisa de forma que possam ser utilizadas como subsídios para a manutenção das áreas nativas.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar o comportamento de alguns atributos físicos do solo e a taxa de infiltração de água em áreas sob quatro sistemas de usos do solo na região do município de Presidente Médici, RO.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar os atributos físicos do solo: Densidade do solo, porosidade total, taxa de

infiltração, entre outros;

- Verificar os efeitos dos manejos adotados no solo e compará-las nas quatro parcelas delimitadas;
- Apontar se existe uma relação inversa entre a densidade do solo com o volume total de poros e a taxa de infiltração de água.

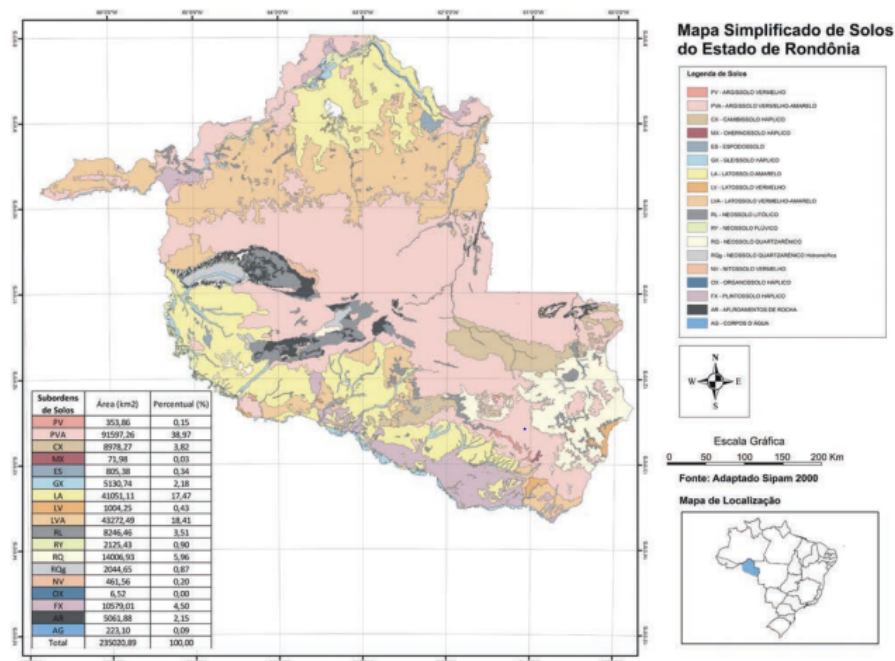
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Solos

Os solos são a base para a subsistência humana. Tem-se verificado que na utilização do solo, o homem, na maioria das vezes, vem reduzindo acentuadamente sua capacidade produtiva. Isso é realçado quando o solo é usado inadequadamente sem levar em conta a sua aptidão agrícola. Conhecer os atributos físicos do solo em condições de campo é um importante passo no entendimento da dinâmica do ar, da água e de solutos no solo (ABREU, 2000).

Em Rondônia, 38,97% do território é composto por argissolos (figura 01), definidos pela presença de horizonte B textural, com uma ampla distribuição, em diferentes relevos e diferentes coberturas vegetativas (SHINZATO, TEIXEIRA e MENDES, 2010). De maneira geral, as áreas de vegetação natural foram sendo substituídas por diferentes sistemas de uso, tais como culturas agrícolas, pastagens e reflorestamento.

Figura 01 - Mapa simplificado de solos.



Fonte: Shinzato, Teixeira e Mendes, 2010.

A capacidade de absorção de água pelo solo está diretamente ligada à cobertura vegetativa presente (CALHEIROS et al., 2009) em que depende de sua compactação, dos obstáculos para interceptação da água da chuva e da velocidade de infiltração (BERNARDO, SOARES e MANTOVANI, 2008). Ao passo que os poros do solo ficam saturados, começam os escoamentos superficiais, conhecidos como enxurradas, e isso pode causar erosão e lixiviação dos compostos do solo, além de assoreamento em nascentes e leitos de rios (GUADAGNIN, et al. 2005).

Os solos são compostos por uma junção de sólidos, ar e água. O volume de poros que está ocupado por ar é denominado como espaço aéreo, e a relação entre o volume de água e o volume total de poros no solo é uma definição para o grau de saturação. De acordo com Reis et al. (2009), quando as áreas de florestas são substituídas por culturas agrícolas ou pastagens ocorrem alterações nos atributos físicos dos solos, principalmente os que envolvem a relação massa/volume de solo e o volume total de poros.

A maioria das práticas empregadas na exploração do solo com cultivos, tem a sua participação na dinâmica de transformação do mesmo. De acordo com as práticas de manejo do solo adotadas e da cultura, o processo de degradação depende da classe de solo. Assim, as características físicas do solo definem sua capacidade de suportar uma dada combinação de manejo e tipo de cultura (SIDIRAS e DAVAN, 1985; HERNANI, KURIHARA e SILVA, 1999).

2.2 Densidade, Compactação e Porosidade

O uso, o manejo, o nível e o tempo de utilização promovem alterações nas propriedades do solo (ROTH e PAVAN, 1991; CASTRO FILHO et al., 1998). Entre elas, destaca-se a estrutura que está relacionada com a agregação. Para um mesmo solo, diferentes práticas de manejo podem afetar distintamente as propriedades, incluindo os processos de agregação. Para Oliveira et al. (2015), os atributos físicos do solo são alterados em função do manejo a que estão submetidos.

O grau de alteração provocado pela intervenção humana no sistema natural pode ser avaliado, dentre outros critérios, pela modificação em alguns atributos físicos do solo. Dependendo da intensidade dessas modificações, tais alterações podem originar condições limitantes ao desenvolvimento dos vegetais, em detrimento da produtividade, além de grandes perdas de solo por erosão hídrica. Quando se comparam as condições de um solo, sob sua

cobertura original, com aquelas do qual esta foi retirada, ou onde houve a implantação de culturas e/ou pastagens, em geral é possível notar, com maiores ou menores evidências, as modificações e os danos ocorridos (SOARES et al., 2016).

A densidade do solo é afetada por cultivos que alteram a estrutura e, por consequência, o arranjo e o volume dos poros. Essas alterações influem nas propriedades físico-hídricas importantes, tais como: a porosidade de aeração, o grau de saturação, a retenção de água no solo, a disponibilidade de água às plantas e a resistência mecânica do solo à penetração do sistema radicular das plantas (TORMENA ET AL., 1998).

A compactação do solo é o processo pelo qual o ar é forçado para fora devido à destruição dos macroporos, aumentando a sua densidade, em função do excesso de estresse aplicado na superfície do solo, e está comumente ligada a solos expostos e sem coberturas, ou pelo pisoteio do gado e trânsito de máquinas (DIAS-FILHO, 2005; REICHERT et al. 2016). Segundo Zwirtes et al. (2013), uma maior quantidade de microporos é atribuída a baixas densidades, e assim locais com presenças de materiais orgânicos favorecem na estruturação do solo, dificultam o escoamento superficial e conseqüentemente resultam em maiores volumes de água disponível.

2.3 Manejo do Solo e Taxa de Infiltração

De acordo com Aquino et al. (2014), diferentes formas de manejos e sistemas de uso do solo provocam alterações significativas no fluxo de água e na resistência do solo à penetração. Valladares et al. (2011), comparando as alterações nos atributos físicos de um Latossolo no estado de Rondônia, em decorrência do manejo adotado, observaram que o volume total de poros e a densidade do solo apresentaram diferenças significativas entre as áreas em estudo, como consequência do pisoteio animal.

A água presente no solo se comporta de maneira dinâmica, e a profundidade em que se encontra influencia na captação feita pelas plantas. Um solo bem estruturado apresenta estruturas macros e micros em sua composição, e solos arenosos por característica, possuem quantidades superiores de estruturas macros, que facilitam a infiltração em grandes quantidades. A água fica armazenada nos poros, derivados de raízes, minhocas ou hifas fúngicas, e os Argissolos, por possuírem mais poros, em sua maioria microporos, armazenam água por mais tempo (BERNARDO, SOARES e MANTOVANI, 2008; WHITE, 2009).

Roth et al. (1985), relataram que a determinação da infiltração é de fundamental importância, pois existe uma relação direta entre erosão e infiltração de água no solo. O processo de infiltração ocorre porque a água da chuva ou da irrigação, na superfície do solo tem potencial total aproximadamente nulo e a água do solo tem potencial negativo, potencial este tanto mais negativo quanto mais seco estiver o solo. É estabelecido então um gradiente de potencial total, que é a soma dos potenciais gravitacional e matricial.

No início da infiltração, quando o solo está relativamente seco, o potencial matricial é relativamente grande em relação ao potencial gravitacional. Ao longo do tempo de infiltração, com o umedecimento do solo e redução do potencial matricial, o gradiente de potencial total passa a ser igual ao potencial gravitacional (REICHARDT, 1987). Por isso o processo de infiltração é um processo desacelerado (REICHARDT, 1987; BERTONI e LOMBARDI NETO, 1990; LIBARDI, 1995; ARAÚJO FILHO e RIBEIRO, 1996) que assume um valor constante após um determinado tempo, denominado de velocidade de infiltração básica (VIB).

A definição de infiltração de água no solo foi feita por Horton em 1933 como sendo o processo pelo qual a água penetra no solo, umedecendo-o. Bertoni e Lombardi Neto (1990) afirmam que quanto maior a velocidade de infiltração, menor a intensidade de enxurrada na superfície, e conseqüentemente, menor a erosão do solo.

A velocidade da infiltração básica (VIB) varia conforme a textura do solo, em que solos mais arenosos, com agregados mais dispersos tendem a armazenar inicialmente maiores volumes de água (MARTINS e SANTOS, 2017). A textura do solo varia conforme a quantidade de argila presente agregadas parcialmente com silte e/ou areia, e assim correspondente ao diâmetro dos poros é o espaço disponível para alocação de água (KLEIN et al. 2010; FERREIRA, 2016).

Em locais com presença de vegetações arbóreas, há facilidade na absorção de água pelo solo, pois há presença de obstáculos que retêm a água da chuva por mais tempo, como a matéria orgânica que funciona como esponja, e espaços porosos devido a ciclagem de nutrientes, gases, animais subterrâneos, raízes, além de obstáculos aéreos (copa e caule) que captam volumes de água consideráveis e morosamente recaem sobre o solo, aumentando o aproveitamento de infiltração de água no solo (UFV, 2014).

De acordo com Bernardo, Soares e Mantovani (2008), ao longo do tempo, a infiltração acumulada aumenta, e inversamente, a velocidade de infiltração tende a diminuir e estabilizar. No entanto, o tempo necessário para ocorrer essas mudanças depende dos locais onde estão

inseridos, podendo ocorrer resultados diferentes conforme as estruturas físicas do solo e a presença de cobertura vegetativa (MANTOVANI et al., 2007).

Bertolani e Vieira (2001), concluíram que a taxa de infiltração de água no solo e a espessura do horizonte A fornecem indicativos da qualidade do solo, gerando informações com as quais é possível verificar a existência de camadas compactadas, encrostamento superficial, bem como as consequências dos processos erosivos. Assim, é possível verificar que a porosidade total, conceituada como os espaços ocupados por água e ar, relaciona-se com a capacidade do solo em absorver água.

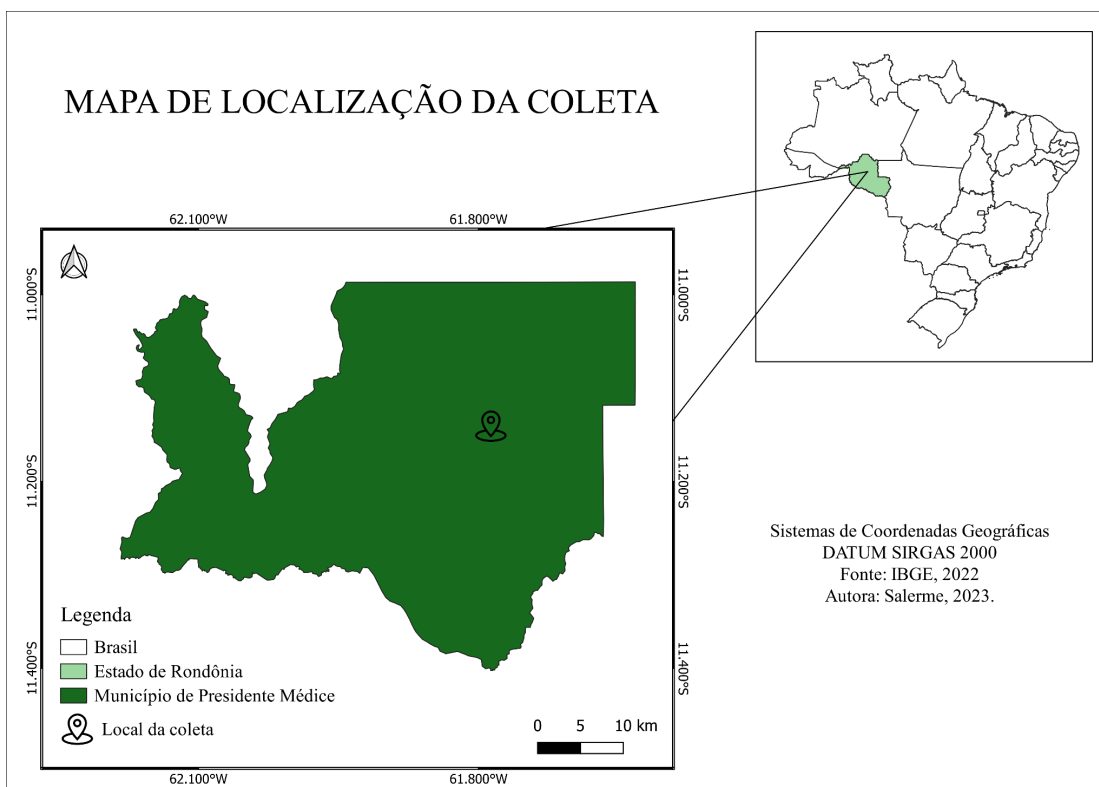
A taxa de infiltração de água no solo é isoladamente a propriedade que melhor reflete as condições físicas do solo, sua qualidade e estabilidade estrutural (REICHERT e CABEDA,1992). ISLAN e WEIL (2000) indicam a permeabilidade do solo à água como um atributo para avaliação da qualidade do solo e destacam a capacidade de infiltração de água no solo como um atributo eficaz para avaliação de manejos de solo.

Assim, conforme Martins e Santos (2017), o manejo do solo pode ser observado pela taxa de infiltração de água ao verificar o volume total de água absorvida da chuva e armazenada nos espaços livres dentre os agregados de solo. Com isso, pode se afirmar que o manejo do solo é apresentado como sendo o principal responsável por alterações na taxa de infiltração, pois a atividade biológica, a cobertura vegetal, a estrutura e sua estabilidade, o padrão de poros e a rugosidade superficial, são fortemente influenciados por este parâmetro.

3 METODOLOGIA

O estudo foi realizado na propriedade rural denominada chácara Santa Luzia situada na gleba Pyrineus, km 20, zona rural do município de Presidente Médici-RO (Figura 02). Esta chácara está situada na região central-leste do estado, próxima a microbacia do rio Leitão, afluente do rio Ji-Paraná, e apresenta uma altitude média de 196 m.

Figura 02 - Mapa de localização do município de Presidente Médici, RO.



Fonte: Salerme, 2023.

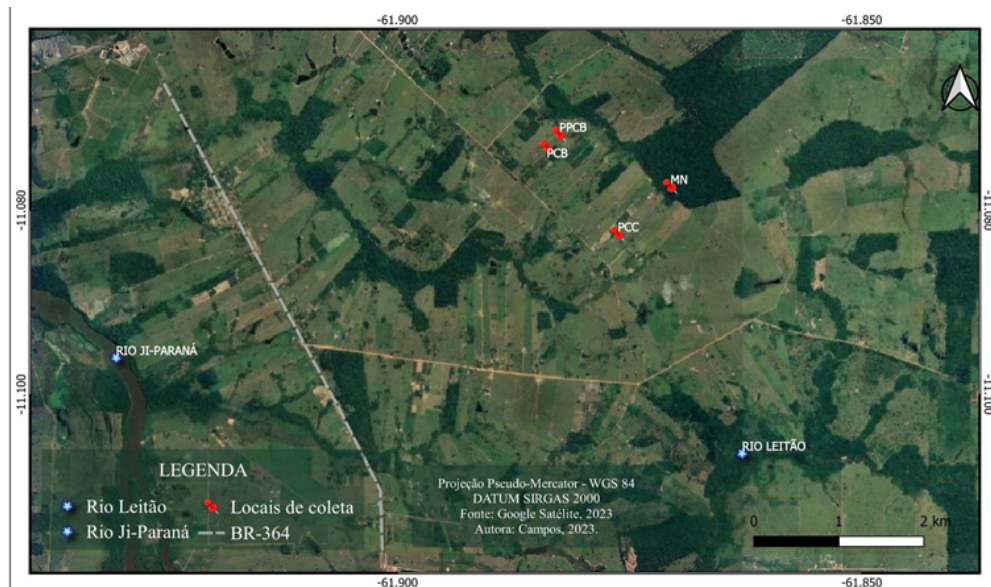
O clima na região segundo a classificação de Köppen é do tipo “Aw” – Clima Tropical Chuvoso, com baixa amplitude térmica anual e significativa amplitude térmica diária, com estação seca no inverno, verão quente e chuvoso (Alvares et al., 2014). A precipitação pluviométrica média anual gira em torno de 1.780 mm, apresentando distribuição irregular ao longo do ano, com precipitações inferiores a 20 mm nos meses de junho, julho e agosto. A temperatura média do ar é elevada, próximo de 26 °C, e os valores médios de umidade relativa do ar oscilam em torno de 80% (Da Franca, 2015).

Com domínio de Argissolos (BRASIL, 1978), a região apresenta topografia bastante variável de mais ou menos plana a ondulada, onde ocorrem predominantemente solos argilo-arenosos de profundidade variável, moderada resistência a erosão e baixa fertilidade natural, com presença de vegetação composta pela floresta tropical densa e floresta tropical aberta com palmeiras predominantes, próxima a áreas de vegetação de cerrados

No local utilizado para este estudo sob solo classificado como Argissolo Vermelho Amarelo distrófico (SHINZATO, TEIXEIRA e MENDES, 2010), foram delimitadas quatro áreas de aproximadamente 1 ha, com os seguintes usos do solo definidos como tratamentos: MN, mata nativa; PPcB, pastagem perene cultivada braquiária (*Brachiaria brizanta*)

estabelecida há 20 anos; PCC, plantio café clonal implantada há 2 anos em local anteriormente ocupado por pastagem e PCB, plantio de castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa*) implantada há 25 anos. Os quatro pontos de coleta estão localizados e distribuídos em dois lotes particulares (Figura 03).

Figura 03 – Localização das áreas de amostragens do solo



Fonte: Próprios autores.

Nas áreas demarcadas, no período de maior escassez hídrica na região, foram coletadas ao acaso amostras de solos para caracterização dos atributos físicos do solo, nas camadas 0-20 e 20-40 cm, repetidas quatro vezes, num total de 32 amostras (16 na profundidade de 0-20 cm e 16 na profundidade de 20-40 cm).

As amostras indeformadas (com estrutura preservada) foram obtidas através de amostrador do tipo Uhland por promover a mínima perturbação da amostra de solo (BORTOLON, et al., 2009). Nesse amostrador, o anel volumétrico com volume conhecido (diâmetro interno igual a 5,0 cm e altura de 5,0 cm), é inserido em um recipiente específico do amostrador o qual é introduzido no solo por impacto com marreta e altura de batidas constantes. Para a determinação dos teores de areia, silte e argila, a relação silte/argila e posterior classificação textural do solo através de triângulos texturais (KLEIN, 2014) foram realizadas coletas deformadas com o uso de trado holandês nas quatro áreas em estudo.

Após a coleta, as amostras de solo com estrutura preservada, foram depositadas em cápsulas de alumínio, identificadas, acondicionadas em caixa térmica e levadas ao laboratório de solos do Instituto Federal de Rondônia - Campus Ji-Paraná, onde foram devidamente preparadas, secas em estufas a 105 °C por 24 h, para determinação da umidade gravimétrica, densidade aparente do solo e densidade de partículas. A partir destas determinações, foi calculado a umidade volumétrica, porosidade total, espaço aéreo e o grau de saturação. Todas as análises foram desenvolvidas através das metodologias propostas pela Embrapa (2017) e os valores determinados através das fórmulas descritas abaixo:

Tabela 1 – Descrição das análises desenvolvidas

Variáveis	Métodos	Fórmulas	Descrições
Análise textural	Pipeta	-	-
Densidade de partículas	Balão volumétrico	$D_p = M_s \div V_s$	D_p = densidade de partículas (kg dm ⁻³) M_s = massa de sólidos (kg) V_s = volume de sólidos (kg)
Densidade do solo	Anel volumétrico	$D_s = M_s \div V_t$	D_s = densidade do solo (kg dm ⁻³) M_s = massa de solo seco (kg) V_s = volume total (dm ³)
Umidade gravimétrica	Pesagem	$U_g = m_a \div m_s$	U_g = umidade gravimétrica (kg kg ⁻¹) m_a = massa de água (kg) m_s = massa de solo seco (kg)
Umidade volumétrica	-	$\Theta = U_g \times D_s$	Θ = umidade volumétrica (m ³ m ⁻³) U_g = umidade gravimétrica (kg kg ⁻¹) D_s = densidade do solo (kg dm ⁻³)
Porosidade total	-	$PT = 1 - (D_s \div D_p)$	PT = porosidade total (m ³ m ⁻³) D_s = densidade do solo (kg dm ⁻³) D_p = densidade de partículas (kg dm ⁻³)
Espaço aéreo	-	$EA = PT - \Theta$	EA = espaço aéreo (m ³ m ⁻³) PT = porosidade total (m ³ m ⁻³) Θ = umidade volumétrica (m ³ m ⁻³)
Grau de Saturação	-	$GS = \Theta \div PT$	GS = Grau de saturação (m ³ m ⁻³) Θ = umidade volumétrica (m ³ m ⁻³) PT = porosidade total (m ³ m ⁻³)

Fonte: Próprios autores.

Após a obtenção dos resultados, os dados foram submetidos à Análise de Variância empregando-se o teste F, e quando significativos ($pr < 0,05$) utilizou-se o teste de Tukey para a comparação das médias. As análises foram processadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014).

Para determinar a capacidade de infiltração da água no solo foi usado o método do infiltrômetro. Em cada uso distinto de solo, foi utilizado o infiltrômetro, feito em aço, constituído de duas peças circulares, sendo uma com 50 cm de diâmetro e outra com 25 cm de diâmetro, e ambas com 30 cm de altura. O uso dos anéis concêntricos consiste em introduzir 15 cm de cada anel no solo com o auxílio de uma marreta. O anel menor é centralizado dentro do anel maior, coloca-se água ao mesmo tempo em ambos os anéis. Geralmente a lâmina de água no cilindro interno é menor que no cilindro externo, devido à função do cilindro externo ser apenas de orientação.

Com o auxílio de uma régua graduada foi feito o acompanhamento da infiltração vertical no cilindro interno para vários intervalos de tempo. Os valores obtidos foram inseridos numa planilha conforme metodologia apresentada por Bernardo, Soares e Mantovani (2006).

A infiltração acumulada da água no solo (I) foi determinada pela equação potencial de Kostiakov (1932):

$$I = k.T^a$$

Onde:

I = infiltração acumulada (cm)

k = constante dependente do solo

T = tempo de infiltração (mm)

a = constante dependente do solo, variando de 0 a 1

Os coeficientes a e k foram determinados pelo método analítico através de regressão linear.

A velocidade de infiltração instantânea (VI) foi determinada derivando a equação da infiltração acumulada, em relação ao tempo:

$$VI = k.a.T^{a-1}$$

A velocidade de infiltração média (V_{im}) foi calculada pela divisão de I pelo tempo T

$$V_{im} = k.T^{-1}$$

3.1 Locais de estudo

Os locais de estudos possuem algumas características que estão presentes na maior parte do estado rondoniense. A principal delas é o solo com mais de 20 anos de uso e ocupação. Nos quadros 01, 02, 03 e 04 a seguir estão fotos dos locais de coletas, em que mostram a condição atual: solos degradados, possivelmente compactados; mata nativa com grande presença de sub-bosque.

Quadro 01 - Pastagem Perene Cultivada com Brachiaria com 20 anos de uso do solo



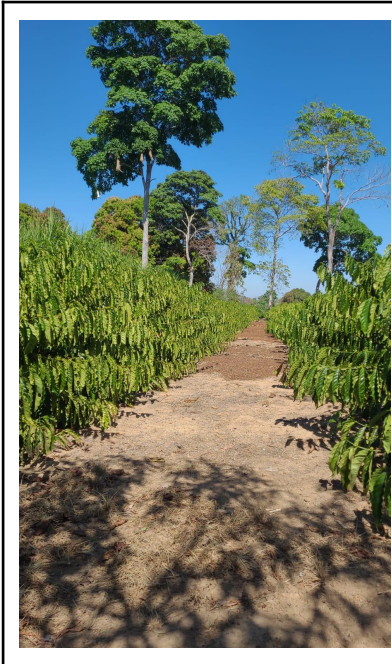
Quadro 02 - Mata Nativa em fragmento em propriedade particular (reserva legal)



Quadro 03 - Plantio de Castanhas do Brasil com 25 anos de uso do solo



Quadro 04 - Plantio de Café Clonal com 2 anos, e uso e ocupação do solo acima de 20 anos



4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A determinação das proporções dos diferentes tamanhos de partículas do solo é importante para o entendimento do comportamento e do manejo do solo. Os resultados referentes à análise textural do solo e da densidade de partículas para as áreas ocupadas com mata, pastagem, café clonal e castanha-do-pará são apresentados na Tabela 1. De acordo com os valores médios obtidos na análise textural, foram observadas variações significativas ($p < 0,05$) entre os sistemas de usos com mata em relação aos demais cultivos, de tal forma, que estas variações permitiram alterar a textura do solo de franco arenoso na área sob mata nativa para franco argiloso arenosa nas demais áreas ocupadas, tanto na camada de 0-20 cm como na camada de 20-40 cm.

Tabela 2 – Densidade de partículas, análise granulométrica, coeficiente de variação e classificação textural do solo sobre diferentes sistemas de usos e camadas de amostragem na região de Presidente Médici, Rondônia

profundidade de amostragem na região de Presidente Médici, Rondônia

Uso do Solo	Profundidade	Densidade de partículas	Classe Textural			Classificação Textural
			Areia	Silte	Argila	
	cm	kg dm ⁻³g kg ⁻¹			
Mata nativa	0 - 20	2,79 a	645 a	204 b	151 b	Franco arenoso
Pastagem		2,67 c	587 b	211 a	202 a	Franco argiloso arenosa
Café		2,67 bc	567 b	227 a	206 a	Franco argiloso arenosa
Castanha-do-pará		2,75 b	631 a	156 b	213 a	Franco argiloso arenosa
CV (%)		0,81	1,86	11,83	12,65	
Mata nativa	20 - 40	2,69 a	658 a	158 c	184 c	Franco arenoso
Pastagem		2,63 a	529 bc	207 ab	264 b	Franco argiloso arenosa
Café		2,61 a	507 c	214 a	279 a	Franco argiloso arenosa
Castanha-do-pará		2,47 b	550 b	178 bc	272 ab	Franco argiloso arenosa
C.V (%)		1,47	2,37	7,81	2,44	

Fonte: Próprios autores.

*Médias seguidas de mesma letra dentro de cada tratamento não diferem estatisticamente a 0,05 de probabilidade pelo teste de Tukey.

A área do solo sob mata nativa, apresentou os maiores teores de areia e os menores teores de argila nas duas camadas, em comparação aos solos das demais áreas. Mas, não houve diferença estatística para a quantificação de areia entre a mata nativa e o plantio de castanha-do-pará na camada 0-20 cm, e houve diferença estatística para a camada 20-40 cm.

Em relação a quantidades de argila, em ambas camadas, a mata nativa diferenciou-se das demais áreas ao apresentar o menor valor.

Tanto na camada 0-20 cm como na camada 20-40 cm, as áreas cultivadas com pastagem e café clonal apresentaram os maiores valores absolutos de silte em relação às áreas de mata nativa e o plantio de castanha-do-pará, e isso, conforme Martins e Silva (2017), influencia diretamente na compactação do solo em região com altas precipitações. Quanto aos conteúdos de argila, observou-se que na camada de 0-20 cm houve aumentos significativos das áreas de cultivos sobre a área de mata nativa, porém não significativos entre si, corroborando para a alteração da classe textural. Na camada 20-40 cm, houve a mesma tendência, mas com diferença estatística também entre a pastagem e o plantio de café.

Soares et al. (2016), avaliando os atributos físicos do solo em áreas sob diferentes sistemas de usos na região de Manicoré - AM, e Campos et al. (2011) caracterizando as terras pretas arqueológicas na Região do Médio Rio Madeira, encontraram maiores teores de areia nas áreas de cultivos agrícolas em comparação ao solo das áreas de floresta nativa e pastagem.

Entre os tratamentos, verificou-se aumentos nos teores de argila em profundidade, ou seja, uma migração de argila das camadas mais superficiais (0-20 cm) para as camadas subsuperficiais (20-40 cm), indicando ocorrência do processo de podzolização e formação de horizonte B textural, característico dos Argissolos. Os aumentos dos teores de argila dentro de cada uso do solo foram da ordem de 17,9, 23,5, 26,2 e 21,7% nas áreas ocupadas com mata, pastagem, café clonal e castanha-do-pará, respectivamente.

A relação silte/argila nas áreas estudadas variaram de 1,35 (mata nativa, maior relação) a 0,73 (área com castanha-do-pará, menor relação) na camada de 0-20 cm e de 0,86 (mata nativa) a 0,65 (castanha-do-pará) na camada de 20-40 cm, indicando uma variação acentuada quanto ao grau de intemperismo. De acordo com Santos et al. (2018), solos com relação silte/argila $< 2,00$ indicam que são solos muito intemperizados, de baixa fertilidade natural, apresentando na sua composição mineralogia diferentes teores de óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio.

De modo geral, independente das formas de uso do solo e profundidades de amostragem, o teor de areia foi superior em relação aos teores de silte e argila, os que o tornam altamente permeáveis. Isso vai refletir na dinâmica da adesão e coesão entre as partículas do solo, no espaço poroso, na retenção e infiltração de água no solo, bem como no

manejo do solo (SANCHEZ et al., 2003; BRADY e WEIL, 2013; KLEIN, 2014). É importante ressaltar que os solos mais arenosos, são mais propensos à degradação e à perda da capacidade produtiva quando comparados aos solos menos arenosos e argilosos (DONAGEMMA et al., 2016).

Na tabela 1 também se verifica que a densidade de partículas apresentou variação estatística ($pr < 0,05$) entre o sistema de uso sob mata nativa em relação aos demais sistemas na profundidade de 0-20 cm, o mesmo não ocorrendo na profundidade de 0-40 cm, onde essa variação significativa só ocorreu em relação a área cultivada com castanha-do-pará. Isso dá uma ideia da homogeneidade do material de origem e das características mineralógicas do solo.

As áreas ocupadas com pastagem e café apresentaram valores de densidade de partículas estatisticamente iguais em ambas camadas, com valores variando de 2,67 kg m⁻³ na camada mais superficial a 2,61 kg m⁻³ para a camada mais profunda. Deve-se considerar que a densidade de partículas não é influenciada pelo manejo, ou seja, é um atributo estático, uma vez que mudanças só seriam perceptíveis em um tempo bastante considerável (BICALHO, 2011), no entanto tem contribuição considerável por ser aplicado diretamente nas expressões matemáticas que envolvem relações massa/volume de solos (RANDO, 1981).

Na tabela 3, pode ser observado que os diferentes sistemas de usos do solo com cultivos, comparados à mata nativa, apresentaram diferenças significativas ($pr < 0,05$), para a umidade gravimétrica na camada 0-20 cm, para a umidade volumétrica em ambas camadas e grau de saturação na camada 0-20 cm. Na densidade do solo, a mata nativa não diferiu estatisticamente para o plantio de café e castanha-do-pará na camada 0-20 cm, e para a castanha-do-pará na camada 20-40 cm, mas diferindo da pastagem e café.

Para as demais análises (PT e EA), podemos verificar uma diferença absoluta nos dados por tipo de cultura: agrícolas e/ou florestais. Assim, na camada 0-20 cm, a mata nativa não diferiu estatisticamente em sua porosidade total para o plantio de castanha-do-pará, mas difere-se para as duas culturas agrícolas na camada 0-20 cm. O mesmo não ocorreu na camada 20-40 cm, ambas apresentando valores iguais estatisticamente. E o espaço aéreo acompanhou a proporção de porosidade total, com os mesmos resultados estatísticos na camada 0-20 cm, mas divergindo na camada 20-40 cm dos resultados de porosidade, onde houve diferença estatística entre pastagem e o café em relação à mata nativa.

Tabela 3 – Valores médios e coeficiente de variação dos atributos físicos do solo sobre diferentes sistemas de usos na região de Presidente Médici, Rondônia

Uso do Solo	Profundidade	¹ Ds	² PT	³ Ug	⁴ Uv	⁵ EA	⁶ GS
		kg dm ⁻³	m m ⁻³				
Mata nativa	0 - 20	1,47 b	0,47 a	0,06 b	0,08 b	0,39 a	0,17 c
Pastagem		1,58 a	0,41 b	0,09 a	0,14 a	0,26 b	0,35 a
Café		1,53 ab	0,43 b	0,08 a	0,13 a	0,30 b	0,30 ab
Castanha-do-pará		1,43 b	0,48 a	0,09 a	0,13 a	0,35 a	0,27 b
CV (%)		3,47	4,25	10,27	10,66	7,78	12,63
Mata nativa	20 - 40	1,47 ab	0,46 a	0,07 b	0,11 b	0,35 a	0,24 b
Pastagem		1,53 a	0,41 a	0,09 ab	0,14 a	0,27 b	0,35 a
Café		1,55 a	0,41 a	0,11 a	0,16 a	0,24 b	0,41 a
Castanha-do-pará		1,33 b	0,45 a	0,11 a	0,15 a	0,30 ab	0,33 ab
⁷CV (%)		4,89	6,43	11,07	10,51	10,56	12,87

Fonte: Próprios autores.

¹Densidade do solo; ²porosidade total; ³umidade gravimétrica; ⁴umidade volumétrica; ⁵espaço aéreo; ⁶grau de saturação; ⁷coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra dentro de cada tratamento não diferem estatisticamente a 0,05 de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na camada mais superficial, a área ocupada com pastagem não diferiu da área ocupada com café (outrora área de pastagem), mas difere das áreas sob mata nativa e cultivada com castanha. Esses resultados são o reflexo da compactação provocada pelo pisoteio animal ao longo do tempo nas áreas de exploração, e que se assemelha com os resultados obtidos por Campos et al. (2016) que observaram maior densidade de solo no sistema de manejo de pastagem.

Valores elevados de densidade do solo como os obtidos nessas áreas provocam restrições ao crescimento e desenvolvimento do sistema radicular, à infiltração e ao transporte de água, bem como às trocas gasosas entre o solo e a atmosfera (FERREIRA et al., 2010). Resultados semelhantes foram obtidos por Custódio et al. (2015) avaliando a densidade do solo de um Latossolo Amarelo sob diferentes manejos de pastagens e mata nativa. O menor valor de densidade do solo observado na área sob mata nativa, o qual não diferiu do valor obtido na área ocupada com castanha-do-pará, evidencia que quanto menor a intensidade de manejo adotado na superfície do solo, menores serão os valores de densidade do solo.

Na camada mais profunda (20-40 cm) houve pouca alteração dos valores de densidade do solo em relação a camada mais superficial, mas com tendência semelhante. Os maiores

valores de densidade do solo continuaram nas áreas cultivadas com pastagem e café, não apresentando variações significativas em relação a área sob mata nativa, porém diferindo estatisticamente em relação a área sob uso com castanha-do-pará. Em geral, para algumas classes de solos, os valores de densidade do solo tendem a aumentar com a profundidade do perfil pois, as pressões exercidas pelas camadas superiores sobre as subjacentes, provocam o fenômeno da compactação, reduzindo a porosidade.

Em contraposição aos valores obtidos de densidade do solo, observa-se que na profundidade de 0-20 cm, os maiores valores de porosidade total foram obtidos nas áreas sob mata nativa e cultivada com castanha-do-pará, as quais não diferiram estatisticamente entre si, mas ambas com variações estatísticas em relação às áreas ocupadas com pastagem e café clonal. Já, na profundidade 20-40 cm, apesar de se terem valores absolutos maiores nas áreas sob mata e ocupada com castanha, não foram encontradas diferenças estatísticas entre os demais sistemas de usos.

Vários autores estudando os atributos físico-hídricos de diferentes classes de solos sob diferentes sistemas de usos e/ou manejo em comparação com a mata nativa, mostraram que o solo sob cultivos apresentam maiores valores de densidade do solo e menores valores de porosidade (ARAÚJO et al., 2004; SILVA et al., 2006; FIGUEIREDO et al., 2009; FREITAS et al. 2017; TEZOLIN et al, 2021; Da SILVA et al.(2022) demonstrando haver uma relação inversamente proporcional entre densidade do solo e porosidade total.

Com relação ao comportamento dos teores de água no solo, de acordo com o sistema de uso e profundidade, observa-se na Tabela 3, que houve variações estatísticas significativas ($p < 0,05$) entre a área com vegetação nativa e os outros diferentes sistemas de cultivos, com exceção da umidade gravimétrica na pastagem para a camada 20-40 cm.

Os menores valores de umidade gravimétrica e volumétrica foram obtidos na área de vegetação nativa e diferiram estatisticamente dos valores das áreas ocupadas com cultivos, exceto em relação à pastagem na camada 20-40 cm.

Isto pode ter ocorrido pelas seguintes razões: pela área de mata nativa apresentou textura franco arenosa, diferente das demais culturas, coleta das amostras de solo terem ocorrido no maior período de estiagem na região, e um dia anterior a amostragem, houve uma pequena precipitação pluviométrica (aproximadamente 2,0 mm de chuva), que não se tornou efetiva na área sob mata nativa, em função da interceptação da chuva no dossel das árvores e

consequente evaporação, situação diferente para as áreas ocupadas com cultivos, as quais apresentam menor cobertura vegetativa no solo.

Outra situação é relacionada ao processo de evapotranspiração, uma vez que as árvores de grande porte, como as presentes na área de mata nativa, tendem a evapotranspirarem mais que as árvores de pequeno porte sob diferentes condições de usos e manejo (MORAIS et al., 2015), corroboradas por Bacellar (2005), que ao estudar o papel das florestas no regime hidrológico de bacias hidrográficas, identificou maiores valores de umidade do solo em áreas desmatadas e menores em áreas de vegetação de grande porte, por causa, principalmente, do sistema radicular mais profundo, fazendo com que o perfil do solo tende a perder umidade.

O espaço aéreo do solo é representado pelo volume de poros que está ocupado por ar, enquanto que o grau de saturação expressa a relação entre o volume de água e o volume total de poros no solo. Os valores obtidos para esses atributos apresentaram variações significativas ($p < 0,05$) entre alguns sistemas de uso, tanto na camada de 0-20 cm como na camada de 20-40 cm.

Na camada mais superficial, os valores do espaço aéreo obtidos nas áreas sob mata nativa e cultivada com castanha-do-pará não diferiram entre si, mas foram estatisticamente diferentes em relação aos usos com pastagem e café clonal, os quais foram estatisticamente iguais entre si. Na camada mais profunda, a área sob mata nativa continuou com valores diferentes em relação aos sistemas cultivados com pastagem e café clonal, não diferindo da área ocupada com castanha-do-pará, e está com valores de espaço aéreo iguais em relação às áreas de pastagem e café.

Os resultados obtidos para esse atributo do solo são definidos pelas condições de umidade presente no solo na época de amostragem do solo, a qual foi obtida no período de maior estiagem na região, em que os níveis de água no solo estão fortemente retidos aos colóides do solo. Dessa forma, era de se esperar um maior volume de ar nas áreas estudadas que apresentaram os menores valores de umidade volumétrica e maiores valores de porosidade total.

Em relação ao grau de saturação do solo, observa-se uma relação inversa com o espaço aéreo em ambas profundidades. Na camada de 0-20 cm, os maiores valores de grau de saturação foram obtidos nas áreas ocupadas com pastagem e café clonal, as quais não diferiram entre si, sendo que na área com pastagem, os valores foram estatisticamente

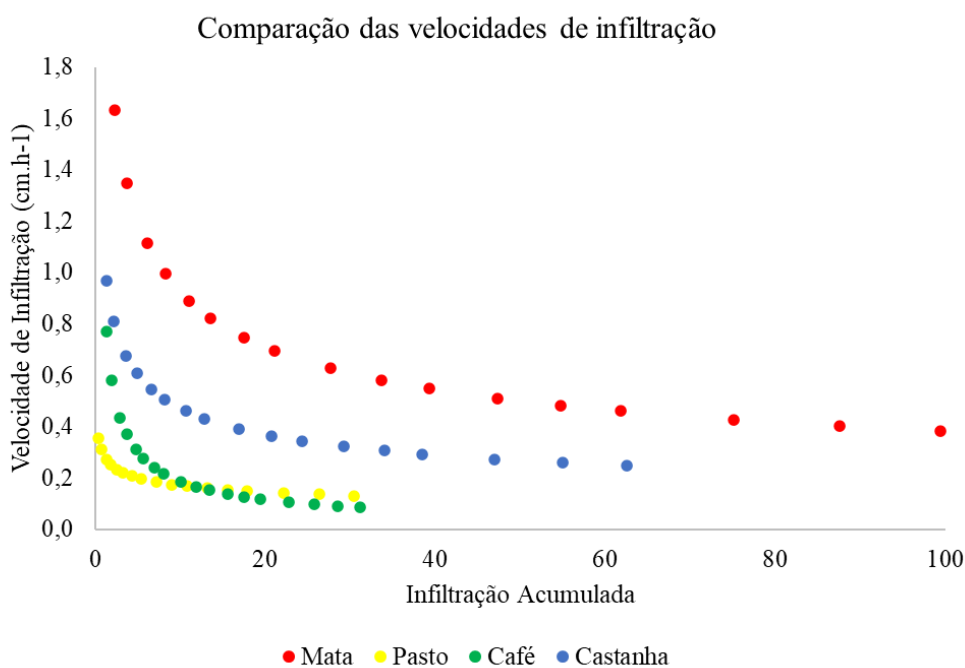
diferentes quando comparados com os valores obtidos nas áreas sob mata nativa e cultivada com castanha.

Da mesma forma, a área cultivada com café apresentou valores estatisticamente diferentes em relação a área sob mata nativa, mas iguais em comparação a área ocupada com castanha, que por sua vez, também apresentou valores diferentes em relação a área sob mata nativa, sendo essa área com o menor valor para grau de saturação entre todos os tratamentos.

Na camada de 20-40 cm, a pastagem, o café e a castanha apresentaram valores estatisticamente iguais entre si, sendo que nas áreas ocupadas com pastagem e café, os valores obtidos foram estatisticamente diferentes em relação a área sob mata nativa, e esta, por sua vez, com valores semelhantes quando comparada a área cultivada com castanha-do-pará.

Corroborando para a discussão dos resultados, as Figuras 04 e 05 apresentam respectivamente, as curvas de velocidade de infiltração de água no solo (VI) e de infiltração acumulada (Ia), nas áreas sob mata nativa, pastagem, café clonal e castanha-do-pará, respectivamente. Todas as equações foram ajustadas levando em consideração os maiores valores de coeficiente de determinação (R^2).

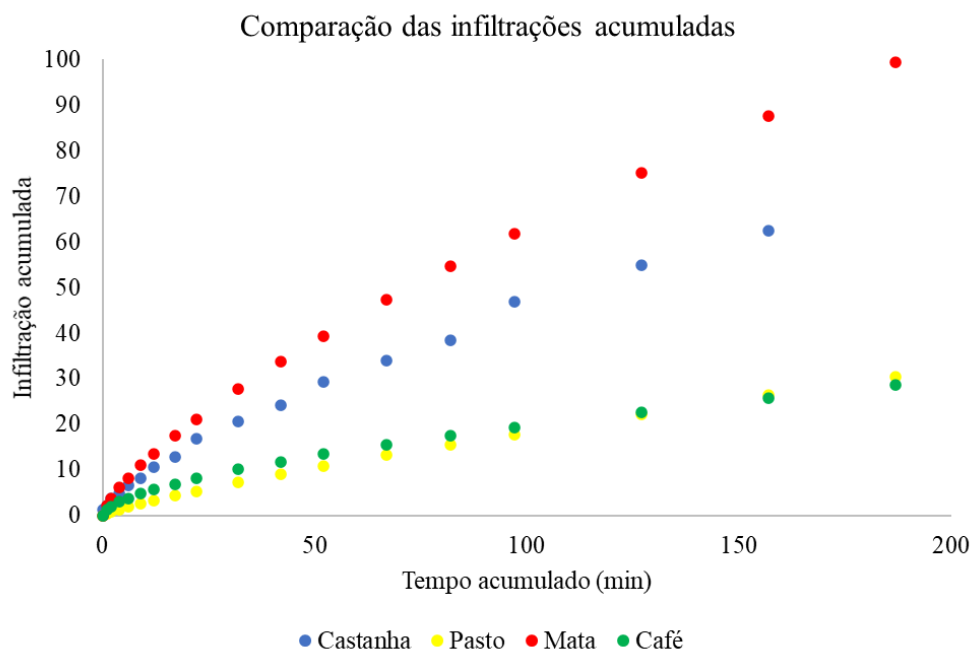
Figura 04 - Comparativo das velocidades de infiltração (cm h^{-1}) nas quatro áreas de estudo.



Fonte: Próprios autores.

Os resultados obtidos demonstram claramente os efeitos dos sistemas de usos e manejo adotado nos valores de velocidade de infiltração de água no solo e infiltração acumulada. A maior taxa de infiltração de água no solo foi observada na área sob mata nativa (próximo de 1,8 cm/h), e na sequência as áreas ocupadas com castanha-do-pará, café clonal e pastagem (figura 04) e aferidos pelas infiltração acumulada, com a mata nativa apresentando os maiores valores de absorção ao longo do tempo, relacionadas a textura mais arenosa do solo (figura 05).

Figura 05 - Comparativo das infiltrações acumuladas, ao longo do tempo em minutos, nas quatro áreas de estudo.



Fonte: Próprios autores.

Estes resultados evidenciam uma relação direta positiva, entre os valores de porosidade do solo e taxa de infiltração de água no solo e uma relação inversa entre esses atributos e a densidade do solo, ou seja, aumentando os valores de densidade do solo, têm com consequências, reduções dos valores de porosidade total do solo e da taxa de infiltração de água no solo.

As áreas sob mata nativa e cultivadas com castanha-do-pará, por apresentarem maior volume de poros (porosidade total), proporcionam uma taxa de infiltração e um volume final de água infiltrado maior em comparação às áreas mais adensadas. Vários autores já

constatarem os efeitos negativos dos sistemas de usos e do manejo convencional do solo em detrimento da taxa de infiltração de água no solo (ALVES SOBRINHO et al., 2003; GONÇALVES e MORAIS, 2012; MARTINS e SANTOS, 2017).

5 CONCLUSÃO

- Pode-se notar que a conversão da floresta em sistemas agrícolas promove alterações nos atributos físicos do solo;
- Nas condições em que o estudo foi desenvolvido, verificou-se que os menores valores de densidade foram apresentados no plantio de *Bertholletia excelsa*;
- A mata nativa e plantio de castanha-do-pará apresentaram os melhores valores de porosidade total;
- O cultivo de café apresentou menores índices de densidades comparados a pastagem, na camada 0-20 cm, devido a gradagem executada na época do plantio;
- A taxa de infiltração de água no solo foi influenciada por alterações na porosidade causadas pelas formas de uso do solo;
- Existe uma relação inversa entre a densidade do solo com o volume total de poros e a taxa de infiltração de água, e
- Existe uma relação direta entre o volume total de poros com a taxa de infiltração de água no solo.

REFERÊNCIAS

- ABREU, S.L. Propriedades hídricas e mecânicas afetadas por manejo e variabilidade espacial de um Argissolo. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, 2000.
- ALVARES, C. A. et al. Mapa de classificação climática de Köppen para o Brasil. **Meteorologische zeitschrift**, v. 22, n. 6, pág. 711-728, 2013. Disponível em: http://www.dca.iag.usp.br/material/mftandra2/ACA0225/Alvares_et_al_Koppen_climate_classBrazil_MeteoZei_2014.pdf. Acesso em: 17 abr. 2023.
- ALVES SOBRINHO, T. et al. Infiltração de água no solo em sistemas de plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 191-196, 2003.
- AQUINO, R. E.; CAMPOS, M. C. C.; MARQUES JÚNIOR, J.; OLIVEIRA, I. A.; MANTOVANELLI, B. C.; SOARES, M. D. R. Geoestatística na avaliação dos atributos físicos em Latossolo sob floresta nativa e pastagem na região de Manicoré, AM., **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 397-406, 2014.
- ARAÚJO FILHO, J.C.; RIBEIRO, M.R. Infiltração de água em Cambissolo do Baixo Irecê, BA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, p. 263-370, 1996.
- ARAÚJO, M. A.; TORMENA, C.A.; SILVA, A. P. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 28, p. 337-345, 2004.
- BACELLAR, L. A. P. O papel das florestas no regime hidrológico de bacias hidrográficas. **Geo.br (Ouro Preto)**, Ouro Preto - MG, v. 1, p. 1-43, 2006.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. atual. e ampl. Viçosa: UFV, 2008. Disponível em: https://www.academia.edu/45657937/Manual_de_Irriga%C3%A7%C3%A3o_8_ed_Salassier_Bernardo_Editora_UFV. Acesso em: 15 fev. 2023.
- BERTOLANI F. C.; VIEIRA S. R. Variabilidade espacial da taxa de infiltração de água e da espessura do horizonte a, em um argissolo vermelho-amarelo, sob diferentes usos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n.4, p. 987-995, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/YWThqjjLHcvMVH3WrVDkRqp/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 08 maio 2023.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. Piracicaba: Livroceres, 1990. 392 p.
- BICALHO, I.M. Um estudo da densidade do solo em diferentes sistemas de uso e manejo. **Enciclopédia Biosfera**. Goiânia: Centro Científico Conhecer, 2011, vol.7, n.12, p. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/4537>. Acesso em: 17 set 2023.
- BORTOLON, L. et al. Equipamentos para coleta de amostras indeformadas de solo para estudos em condições controladas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 6, p. 1929-1934, 2009.
- BRADY, N.C.; WEIL, R.R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 790 p.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Projeto RADAM Brasil**: folha SC 20 Porto Velho; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1978. (Levantamento de recursos naturais, 16).
- CALHEIROS, M.B. C. et al. Definição da taxa de infiltração para dimensionamento de sistemas de irrigação por

aspersão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande-PB, v. 13, n. 6, p. 665-670, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/HbfmzmSxfWtpr59DNFwZLmG/?lang=pt>. Acesso em: 05 abr. 2023.

CAMPOS, M. C. C. RIBEIRO, M. R. SOUZA JÚNIOR, V.S.; RIBEIRO FILHO, M. R.; SOUZA, R. V. C. C.; ALMEIDA, M. C. Caracterização e classificação de terras pretas arqueológicas na Região do Médio Rio Madeira. **Bragantia**, v. 70, n. 3, p. 598-609, 2011.

CAMPOS, M. C. C.; SOARES, M. D. R.; NASCIMENTO, M. F.; SILVA, D. M. P. Estoque de carbono no solo e agregados em Cambissolo sob diferentes manejos no sul do Amazonas. **Revista Ambiente e Água**, v. 11, n. 2, p. 339-349, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/LB7QVVwRcgw4ZSvpprpy3gP/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 nov 2023.

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O. & PODANOSCHI, A.L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 22, p. 573-581, 1998.

CUSTÓDIO, G. D., RIBON, A. A., FERNANDES, K. L., HERMÓGENES, V. T. L., & BARROS, L. R. Densidade do solo e densidade relativa-indicadores da qualidade física de um Latossolo Amarelo sob diferentes manejos de pastagens e mata nativa. **Campo Digital**, v. 10, n. 1, 2015.

DA FRANCA, Rafael Rodrigues. Climatologia das chuvas em Rondônia—período 1981-2011. **Revista Geografias**, p. 44-58, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/13392>. Acesso em: 20 out 2023.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens**: processos, causas e estratégias de recuperação. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 173 p. 2005.

DONAGEMMA, G. K.; FREITAS, P. L. de; BALIEIRO, F. de C.; FONTANA, A.; SPERA, S. T.; LUMBRERAS, J. F.; VIANA, J. H. M.; ARAUJO FILHO, J. C. de; SANTOS, F. C. dos; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. de; MACEDO, M. C. M.; TEIXEIRA, P. C.; AMARAL, A. J. do; BORTOLON, E. S. O.; BORTOLON, L. Characterization, agricultural potential, and perspectives for the management of light soils in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 51, n. 9, p.1003-1020, set. 2016. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2016000900001>. Acesso em: 17 nov 2023.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**, 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, 2017.

FERREIRA, D. L. F. Sisvar: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Revista Ciência Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>. Acesso em

FERREIRA, M. M. et al. Caracterização Física do Solo. In: LIER, Q. : 15 set 2023. **Física do Solo**. 1. ed. Viçosa-MG: SBCS, 2016.

FERREIRA, R. R. M., TAVARES FILHO, J; FERREIRA, V. M. Efeitos de sistemas de manejo de pastagens nas propriedades físicas do solo. Semina: **Ciências Agrárias**, v. 31, n. 4, p. 913-932, 2010.

FIGUEIREDO, C. C. DE; SANTOS, G. G.; PEREIRA, S.; NASCIMENTO, J. L.DO; ALVES JÚNIOR, J. Propriedades físico-hídricas em Latossolo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n. 2, p.146-151, 2009.

FREITAS, L., DE OLIVEIRA, I. A., SILVA, L. S., FRARE, J. C. V., FILLA, V. A., & GOMES, R. P. Indicadores da qualidade química e física do solo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Unimar Ciências**,

v. 26, p. 1-2, 2017.

GONÇALVES, F. C.; MORAES, M. H. Porosidade e infiltração de água do solo sob diferentes sistemas de manejo. **Irriga**, Botucatu, v. 17, n. 3, p. 337 - 345, julho-setembro, 2012.

GUADAGNIN, J. C. et al. Perdas de solo, água e nitrogênio por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 277-286, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/ySZwC4T8bnqfyYPL38NCyMm/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 26 fev. 2023.

HERNANI, L.C.; KURIHARA, C.H.; SILVA, W.M.; Sistemas de manejo de solo e perdas de nutrientes e matéria orgânica por erosão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 145-154, 1999.

ISLAN, K.R.; WEIL, R.R. Land use effects on soils quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. **Agriculture, Ecosystems e Environment**, v. 79, n. 1, p. 9-16, 2000.

KLEIN, V. A. et al. Textura do solo e a estimativa do teor de água no ponto de murcha permanente com psicrômetro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 7, p. 1550-1556, jul, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/kVB7wXkns8bdbHVP7LcCJPP/?lang=pt>. Acesso em: 27 abr. 2023.

KLEIN, V. A. **Física do solo**. 3. ed. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2014.

KOSTIAKOV, A.N. Sobre a dinâmica do coeficiente de percolação de água nos solos e sobre a necessidade de estudá-lo do ponto de vista dinâmico para fins de melhoria. **Trad. 6º Cong. Internacional. Ciência do Solo, Russo Parte A**, p. 17-21, 1932.

LIBARDI, P.L. **Dinâmica da água no solo**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 1995.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 2 ed. Viçosa: UFV, 2007. 361 p.

MARTINS, F. P.; SANTOS E. L. Taxa de infiltração da água e a resistência do solo à penetração sob sistemas de uso e manejo. **Acta Iguazu**, v. 6, n. 4, p. 28-40, 2017. Disponível em: <https://saber.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/18456>. Acesso em: 08 maio 2023.

MORAIS FILHO, L. F.; NASCIMENTO, D. N. O.; AGUIAR, E. S.; BEZERRA, K. C. A.; CADOSO, M. C.; DIAS, Y. N. Avaliação da umidade e densidade do solo em diferentes sistemas de uso da terra. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. 35. 2015. Natal. **Anais [...]**, Natal, 2015.

NOGUEIRA, N. O. et al. Utilização de leguminosas para recuperação de áreas degradadas. **Revista Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 14, p. 2121-2131, 2012. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2012a/ambientais/utilizacao%20de%20leguminosas.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2023.

OLIVEIRA, I. A.; CAMPOS, M. C. C.; FREITAS, L.; SOARES, M. D. R. Caracterização de solos sob diferentes usos na região sul do Amazonas. **Acta Amazônica**, v. 45, n.1, p.1-12, 2015.

RANDO, E.M. **Alterações nas características e propriedades físicas de um Latossolo Roxo distrófico, ocasionadas pelo cultivo convencional**. Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1981. 161p.

REICHARDT, K. Parâmetros do solo que influenciam o manejo da água. 1987, **Anais [...]** Campinas: Fundação Cargil, 1987.

REICHERT, J. M. et al. Mecânica do Solo. In: LIER, Q. J. **Física do Solo**, 1. ed. Viçosa-MG: SBCS, 2016.

REICHERT, J.M.; CABEDA, M.S.V. Salpico de partículas e selamento superficial em solos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 16, p. 389-396, 1992.

REIS, M. S., FERNANDES, A. R., GRIMALDI, C., DESJARDINS, T., GRIMALDI, M. Características químicas dos solos de uma topossequência sob pastagem em uma frente pioneira da Amazônia Oriental. **Revista de Ciência Agrária**. v. 52, n.3. p. 37-47, 2009.

ROTH, C.H.; PAVAN, M.A. Effect of lime and gypsum on clay dispersion and infiltration in samples of a Brazilian Oxisol. **Geoderma**, v. 48, p. 351-361, 1991.

SANCHEZ, P.A.; PALM, C.A.; BUOL, S.W. Fertility capability soil classification: A tool to help assess soil quality in the tropics. **Geoderma**, v. 114, p. 157-185, 2003.

SANTOS, H. G. dos. JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAÚJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa, 2018. 356 p.

SHINZATO, E.; TEIXEIRA, W. G.; MENDES, A. M. Solos. In: ADAMY, A. **Geodiversidade do Estado de Rondônia**. Porto Velho. CPRM, 2010. p. 55-78. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/15691>. Acesso em: 25 fev. 2023.

SIDIRAS, N; DAVAN, M.A. Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 9, p. 249-254, 1985.

SILVA, M. A. S.; MAFRA, A. L.; ALBUQUERQUE, J. A.; ROSA, J. D.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Propriedades físicas e teor de carbono orgânico de um Argissolo Vermelho sob distintos sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 329-337, 2006.

SILVA, F. S., LEMGRUBER, J. F. S., NUNES, G. S., MONTEIRO, V. G., GRAIA, M. DOS S. e VENTUROSO, L. A. C. Atributos físicos do solo sob diferentes sistemas de manejo em Rondônia: Soil physical attributes under different management systems in Rondônia. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 9, p. 64710–64723, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n9-284>. Acesso em: 26 out 2023.

SOARES, M.D.R.; CAMPOS, M.C.C.; OLIVEIRA, I.A.; CUNHA, J.M.; SANTOS, L.A.C.; FONSECA, J.S.; SOUZA, Z.M. Atributos físicos do solo em áreas sob diferentes sistemas de usos na região de Manicoré, AM. **Revista de Ciência Agrária**, v. 59, n. 1, p. 9-15, jan./mar. 2016.

TEZOLIN, T.H; MONTEIRO, F.N; FALCÃO, K.S; MENEZES, R.S; XIMENES, T.S.; PANACHUKI, E.; CARVALHO, L.A. Atributos físicos do solo em diferentes sistemas de produção agropecuária. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, e5110111278, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11278> 1.

TORMENA, C.A.; SILVA, A.P.; LIBARDI, P.L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p. 573-581, 1998.

UFV, Universidade Federal de Viçosa. **A Função das Florestas no Ciclo Hidrológico**. Salve as Florestas. Viçosa - Minas Gerais: UFRV -Departamento de Direito, 2014. Disponível em: https://www.salveasflorestas.ufv.br/?page_id=292. Acesso em: 15 abr. 2023.

VALLADARES, G. S., BATISTELLA, M., PEREIRA, M. G. Alterações ocorridas pelo manejo em Latossolo, Rondônia, Amazônia Brasileira. **Bragantia**. v. 70, n. 3, p. 631-637, 2011.

WHITE, R. E. **Princípios e Práticas da Ciência do Solo: O solo como um recurso natural**. 4. ed. São Paulo: ANDREI, 2009.

ZWIRTES A. L. et al. Utilização do infiltrômetro de cornell e dos anéis concêntricos para determinação da infiltração de água em um Latossolo Vermelho. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6 suplemento 1 p. 3489-3500, 2013. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744137031.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2023.