



FACULDADE IRECÊ
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA

ANA CLARA PEREIRA DE SANTANA LIMA
THIAGO FELIPE GARCIA DE ARAÚJO

**CARACTERIZAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICA DE CAMBISSOLO EM ÁREAS COM
CULTIVO AGRÍCOLA E BIOMA CAATINGA.**

IRECÊ
2022

ANA CLARA PEREIRA DE SANTANA LIMA
THIAGO FELIPE GARCIA DE ARAÚJO

**CARACTERIZAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICA DE CAMBISSOLO EM ÁREAS COM
CULTIVO AGRÍCOLA E BIOMA CAATINGA.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Agrônômica da Faculdade Irecê como requisito final para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica, sob a orientação do professor Me. Tarso Moreno Alves de Souza.

IRECÊ
2022

ANA CLARA PEREIRA DE SANTANA LIMA

THIAGO FELIPE GARCIA DE ARAÚJO

**CARACTERIZAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICA DE CAMBISSOLO EM ÁREAS COM
CULTIVO AGRÍCOLA E BIOMA CAATINGA.**

Monografia apresentada ao curso de
Engenharia Agrônoma da Faculdade
Irecê como requisito final para obtenção
do título de Engenheiro (a) Agrônomo (a).

BANCA EXAMINADORA



Tarso Moreno Alves de Souza
Engenheira Agrônomo, Mestre em Fitotecnia
Professor (a) Orientador (a)
FAI – Faculdade Irecê



Dra. Cintia Maria Teixeira Lins
Engenheira Agrônoma, Dra. em Solos
Coorientadora e Professor (a) Examinador
FAI – Faculdade Irecê



Adriana Maria de Souza
Mestre em Estudos Literários
Professor (a) Examinador
FAI – Faculdade Irecê

IRECÊ
2022

RESUMO

A caatinga é o bioma predominante na região de Irecê e o que mais sofre com relação à ação antrópica. Os índices de desmatamento crescem e é cada vez menor o percentual de mata nativa. A degradação dessas áreas e o manejo adotado nas práticas de agricultura interferem nas características físicas e químicas do solo, prejudicando a fertilidade deste, podendo promover prejuízos à sua qualidade e à produtividade das culturas. Nesse sentido, o cultivo de olericulturas gera grandes prejuízos ao solo. Partindo dessa vertente, delimitou-se como objetivo deste trabalho avaliar o efeito do cultivo agrícola em propriedades químicas e físicas de cambissolo cultivado e sob vegetação nativa. A primeira parte do trabalho foi desenvolvida através de revisão de literatura, e posteriormente uma pesquisa de campo com uma abordagem quantitativa.

Palavras Chaves: Caatinga, Cambissolos, degradação, solo

ABSTRACT

The caatinga is the predominant biome in the region of Irecê and the one that suffers the most in relation to anthropic action. Deforestation rates are increasing and the percentage of native forest is increasing. The degradation of these areas and the management adopted in agriculture practices interfere in the physical and chemical characteristics of the soil, impairing soil fertility, and may promote damage to its quality and crop productivity. In this sense, the cultivation of olericultures generates great damage to the soil. Based on this aspect, the objective of this work was to evaluate the effect of agricultural cultivation on chemical and physical properties of cultivated cambide and under native vegetation. The first part of the work was developed through a literature review, and later a field research with a quantitative approach.

Key Words: Caatinga, Cambisols, Degradation, Soil

SUMÁRIO

1. Introdução	5
2. Objetivos	7
2.1 Objetivo geral	8
2.2 Objetivos específicos	8
3. Referencial Teórico	9
3.1 Caatinga.....	9
3.2 Desmatamento da Caatinga	9
3.3 Cambissolos.....	10
3.4 Características físicas e químicas dos Cambissolos.....	11
3.5 Densidade do Solo	12
3.6 Densidade de partícula.....	13
3.7 Porosidade.....	13
4. Metodologia	14
4.1 Tipo e local da pesquisa.....	14
4.2 Tratamentos e delineamentos	14
4.3 Variáveis analisadas	14
4.4 Preparo das amostras e separação de terra fina, cascalho e calhaus.....	14
4.5 Densidade do solo.....	15
4.6 Densidade de partículas.....	15
4.7 pH em H ₂ O e em KCL.....	16
4.8 Análise estatística.....	16
5. Resultados e Discussões	17

1. Introdução

A Caatinga, bioma predominante na região de Irecê, possui um complexo vegetal abrangendo uma área de 800 mil km², a qual compreende cerca de 63% da região Nordeste e mais da metade da Bahia. Possui vegetação retorcida e muito seca, xerófila, lenhosa, onde apresenta os três tipos de estratos - arbóreo, arbustivo e herbáceo com riqueza inestimável de espécies vegetais e animais (MMA, 2004).

Destaca-se por ser um dos biomas que mais sofrem com interferência humana, em função da exploração desordenada dos recursos naturais renováveis para áreas de atividade agrícola, reduzindo a cobertura de vegetação nativa, com alterações de grande relevância à flora, fauna, diversidade microbiana, a estrutura e fertilidade do solo bem como a qualidade de água (Cunha et al., 2011).

Essa afirmação é reiterada por Filho et al. (2018) e Pereira et al. (2017) onde verificaram que o manejo inadequado do solo e dos recursos vegetais contribui, principalmente, para o avanço do processo de degradação e, conseqüentemente, as modificações químicas, físicas e biológicas nesses ambientes favorece processos como erosão, lixiviação, perda da fertilidade do solo, diminuição da biodiversidade e a capacidade de resistência do habitat. Tal fato atingiu a região de Irecê a partir do uso indiscriminado das terras por mais de 40 anos com a monocultura do feijão e, atualmente, com áreas irrigadas principalmente com hortaliças como o tomate (*Solanum lycopersicon*), cebola (*Allium cepa*), cenoura (*Daucus carota*) e beterraba (*Beta vulgaris esculenta*) (NEPOMUCENO & LOBÃO, 2010).

Neste contexto, as práticas de manejo do solo provocam alterações nos atributos físicos, químicos e biológicos, significando perda de qualidade e afetando a sustentabilidade ambiental e econômica da atividade agrícola (NIERO et al., 2010).

Segundo Carneiro et al. (2009) qualquer alteração no solo pode alterar diretamente sua estrutura e atividade biológica e, conseqüentemente, sua fertilidade, com reflexos nos agroecossistemas, podendo promover prejuízos à sua qualidade e à produtividade das culturas. Santana (2015) observou o impacto da mudança do uso da terra em diferentes solos do estado de Pernambuco e verificou que as diferenças no teor e estoque de C entre os tipos de solos são decorrentes da estrutura específica de cada um. Segundo o mesmo autor os estoques de carbono e nitrogênio não diferiram significativamente entre os diferentes usos da terra estudados (Caatinga densa, Caatinga aberta, pastagem e agricultura), no entanto,

sugere outros estudos em diferentes regiões para que se tenham dados mais concretos sobre a dinâmica do carbono e nitrogênio em solos dessa região.

As alterações que ocorrem nos atributos físicos do solo devido ao tipo de preparo que é realizado em cada sistema de manejo são conforme a intensidade de revolvimento e trânsito dos maquinários na área, tipo de equipamento, manejo de resíduos vegetais, condições de umidade no momento do preparo (Vieira & Muzilli 1984, Costa et al. 2006). De acordo com Carneiro et al. (2009) este manejo irá interferir na estrutura do solo, promovendo redução do volume total de poros.

O cultivo de olerícolas faz uso intensivo do solo, deste modo é considerado com elevado potencial de degradação devido a um revolvimento constante e intenso, decorrendo em perdas superficiais do solo e causando uma inconstância nas características físicas e químicas. Ocorre pelo motivo de que a área de cultivo apresenta alta susceptibilidade ao processo erosivo, ocasionado por práticas de manejo realizadas para a produção das culturas (SANTOS, 2017). Dantas et al. (2012), completaram que o cultivo anual resulta em maior degradação física do solo, se for comparado com o cultivo perene, devido à redução na condutividade hidráulica no solo e na estabilidade de agregados maiores que 2,0 mm, com aumento nos valores de densidade do solo.

Nesse sentido, avaliar a qualidade dos solos das áreas preservadas e áreas sob sistemas intensivos de produção torna-se importante para mensurar a sustentabilidade dos ecossistemas e para o monitoramento ambiental (ARAÚJO et al., 2007). Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar as propriedades químicas e físicas de Cambissolos em propriedade com cultivo agrícola e sob vegetação nativa.

2. Objetivos

2.1 Objetivo geral

Avaliar as propriedades químicas e físicas de Cambissolo cultivado e sob bioma Caatinga.

2.2 Objetivos específicos

- Verificar densidade do solo da Caatinga e cultivado da propriedade Agrofito.
- Analisar a densidade da partícula.
- Estimar a porosidade do solo.
- Determinar o pH em água e em KCL.
- Identificar a textura.
- Determinar o delta pH.

3. Referencial Teórico

3.1 Caatinga

O bioma Caatinga ocupa uma área de aproximadamente 750.000km² e engloba parte dos territórios pertencentes ao estado do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Alagoas, Sergipe, Bahia e parte de Minas Gerais. Os índices pluviométricos nessas regiões costumam ser inferior a 750mm anuais, distribuídos irregularmente em três meses consecutivos de novembro a junho. A cobertura vegetal é representada por formações xerófilas muito diversificadas por questões climáticas, edáficas, topográficas e antrópicas (ALVES, *et al.*, 2009).

O termo Caatinga tem origem no tupi-guarani, onde CAA significa mata e TINGA significa branca, mata branca, o que caracteriza a paisagem da caatinga no período de estiagem, quando a vegetação perde as folhas e fica com um aspecto seco e sem vida (ALVES, 2007).

A Caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro, a sua área tem uma extensão entre 800 a 900 mil km² e corresponde a 11% do território nacional. A vegetação é formada por três estratos: o arbóreo – com árvores de 8 a 12 metros de altura; arbustivo – com vegetação entre 2 a 5 metros de altura; e o herbáceo – abaixo de 2 metros. O clima da Caatinga é semiárido (CERRATINGA, 2022).

3.2 Desmatamento da Caatinga

O processo de degradação da Caatinga teve início no século XVII quando houve o processo de ocupação do Nordeste a partir das atividades extrativas e da produção agrícola voltada para a exportação, bem como com a pecuária (AMANCIO ALVES, *et al.*, 2009). De acordo com o autor, as atividades econômicas são acompanhadas de desmatamentos das áreas da Caatinga, que ao se associarem a fragilidade desse bioma, apresentam uma infinidade de conseqüências. Comprometendo os recursos hídricos, erosão, salinização, compactação dos solos e redução da diversidade biológica.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, aproximadamente 42% da cobertura original já sofreu algum tipo de ação antrópica (CAMPOS, 2022). O que

permite afirmar que a intervenção humana vem acelerando o processo de degradação do seu potencial florestal e dos solos, o que tem provocado desequilíbrios ecológicos de gravidade variável (AMANCIO ALVES, *et al.*, 2009).

No que diz respeito às alterações geradas pelo desmatamento a Caatinga é o terceiro Bioma mais degradado do Brasil, estando atrás apenas da Floresta Atlântica e o Cerrado. Estima-se que 80% da vegetação encontra-se completamente modificada, por conta do extrativismo e da agropecuária (DE SOUZA, ARTIGAS, DE LIMA, 2015).

3.3 Cambissolos

De acordo com a Embrapa (2022, p.1) Cambissolos são a classificação atribuída aos solos formados por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer horizonte superficial com exceção do hístico com 40 cm ou mais de espessura ou pelo horizonte A chernozêmico, em situações onde o B incipiente apresentar argila em alta atividade ou alta saturação de bases.

Da mesma forma Jarbas *et al.* (2010) afirmam que, os Cambissolos são solos formados por material mineral com horizonte B; e acrescenta que por conta da heterogeneidade do material de origem, somada as formas de relevo e condições climáticas, as características desses solos variam de uma região para outra. Os cambissolos são solos característicos da região de Irecê na Bahia, e cidades circunvizinhas, bem como no extremo sul nos municípios de Malhada e Palmas do Monte Alto, além de outros estados da Bahia. Outra extensão desses solos está na Chapada do Apodi no Ceará e Rio grande do Norte, esse tipo de solo corresponde a 3,6% da região semiárida (JARBAS *et al.*, 2010).

Variam entre rasos e profundos. Sua coloração costuma ser variada de acordo com a região, de alta ou baixa saturação por bases, e atividade química da fração coloidal. O horizonte B incipiente (Bi) apresenta textura franco-arenosa ou mais argilosa, e o solum, normalmente, tem teores uniformes de argila, podendo haver um leve decréscimo ou incremento de argila do horizonte A para o Bi. No que diz respeito à estrutura do horizonte B, esta pode ser em blocos, granular ou prismática, e em alguns casos onde os solos têm ausência de agregados, com grãos simples ou maciços (JARBAS, *et al.*, 2010).

3.4 Características físicas e químicas dos Cambissolos

A forma pela qual o solo é preparado, influência diretamente nas propriedades físicas e químicas do solo. O preparo convencional para o plantio, com o uso de arado, revira muito o solo e altera essas propriedades se comparadas à vegetação nativa (BERTOL *et al.*, 2001).

Assim sendo, conforme o solo sofre intervenções no uso, há modificações nos aspectos físicos como a elevação da densidade, redução da porosidade total, mudança na agregação e na quantidade de matéria orgânica (OLIVEIRA, *et al.*, 2013)

Seguindo a mesma linha de pensamento Mota *et al* (2017) pontua que, há uma diferença significativa entre as áreas que foram mantidas a vegetação nativas e áreas destinadas a agriculturas, principalmente devido a interferência de ações antrópicas, que influencia na distribuição granulométrica por consequência das arações e gradagens as quais foram submetidos.

Em contra partida um estudo desenvolvido por Mota, *et al.* (2013, p.1205) aponta que, “a hipótese de que os sistemas de cultivo degradam os solos fisicamente foi refutada, indicando que a qualidade dos atributos do solo sob cultivo em geral, está mantida ou melhorada em relação à condição atual da mata nativa”.

Um estudo desenvolvido no Centro de Ciências Agroveterinárias no município de Lages em Santa Catarina, com um Cambissolo Húmico, mostra essa diferença, os valores médios referente à densidade do solo nas profundidades do solo que foram avaliadas variaram de 1,08 a 1,39 g cm⁻³. Sendo a menor média avaliada na profundidade de 0-2, 5 cm explicada por manejo do solo, através do revolvimento e rompimentos das camadas adensadas devido à utilização de maquinários para o preparo do solo.

Com relação às propriedades químicas do solo Cambissolo Húmico sobre vegetação e em área agricultável, experimentos desenvolvidos por Bertol, *et al* (2001), mostram diferenças significativas em relação ao sistema de manejo no qual o diâmetro médio dos agregados em água é menor no preparo convencional do que em campo nativo. De acordo com o estudo, a resistência do solo o penetrômetro é maior nas camadas de 2,5-5,0 cm, no entanto, a variável é maior no campo nativo do que no preparo convencional.

Ainda sobre os atributos físicos e químicos, um estudo desenvolvido por Da Silva *et al.* (2005), total no sistema de cultivo em conversão e convencional. De acordo com o estudo, o cultivo proporcionou a manutenção da qualidade do solo em condições semelhantes ao de mata nativa.

Não obstante, um estudo desenvolvido por Matos, *et al.* (2013), na Chapada do Apodi, no Estado do Ceará, nos municípios de Areia, Remígio e Lagoa Seca, localizados na Mesorregião do Agreste da Paraíba, aponta uma redução da densidade do solo e aumento da porosidade demonstra as características para os Cambissolos, em região de mata e em áreas de agricultura. Concluindo o descarte da hipótese em que os cultivos degradam os atributos físicos do solo e que de maneira geral está mantida ou melhorada em relação à condição atual da mata nativa.

Considerando os dados mencionados, pode-se afirmar que as características dos Cambissolos, variam de acordo com a região independente do manejo, não sendo possível encontrar na literatura características homogêneas para os Cambissolos independentemente da região. Assim sendo, os dados de pH, densidade do solo e das partículas, e a porosidade, serão apresentadas de acordo com estudos desenvolvidos em regiões distintas, a exemplo do Ceará, Santa Catarina e Paraíba.

A esse respeito, estudos realizados com atributos físicos do solo evidenciam que há uma variação destes de um local para outro, dependendo do manejo adotado e do material de origem dos solos (SILVA *et al.*, 2004; SOUZA, *et al.*, 2006; DE OLIVEIRA, *et al.*, 2013).

3.5 Densidade do Solo

Um estudo desenvolvido por Mota, *et al.* (2017) no Ceará com Cambissolos, aponta que a média da densidade de solo em áreas cultivadas é de $1,46 \text{ g cm}^{-3}$ numa profundidade de 0,1 a 0,2 m, enquanto que em áreas de vegetação esse número corresponde a $1,47 \text{ g cm}^{-3}$ se considerar a mesma profundidade, dessa forma, a densidade do solo em regiões de mata não é significativa as de áreas cultivadas.

O estudo aponta ainda que os valores encontrados mesmo em região nativa estão superiores ao considerado ideal para o desenvolvimento da agricultura. A densidade considerada ideal para o plantio é de $1,40 \text{ g cm}^{-3}$, os resultados obtidos

no estudo alcançaram uma densidade média de $1,60 \text{ g cm}^{-3}$, classificando assim a área como não adequada ao plantio.

Um outro estudo desenvolvido com Cambissolos Húmicos na região de Lavras Minas Gerais, em solos agricultáveis, obteve como resultado para a densidade do solo, um valor de $1,40 \text{ mg m}^{-3}$ (DA SILVA *et al.*, 2005). O que permite afirmar que a densidade do solo varia de acordo com a região.

3.6 Densidade de partícula

Um estudo realizado com Cambissolos Húmicos na região de Lavras Minas Gerais, em solos agricultáveis, obteve como resultado para a densidade das partículas, um valor de $2,47 \text{ mg m}^{-3}$ (DA SILVA, *et al.*, 2005). Outro estudo na Chapada do Apodi, Ceará constatou que em uma área que é realizado um manejo mais tecnificado com a utilização dos maquinários contribui para uma redução no volume de macroporos e conseqüentemente aumento de microporos e porosidade total. Embora, a mudança na fração porosa do solo, a resistência a penetração não foi limitante, diversamente da permeabilidade ao ar que apresentou valores bem abaixo do limite estabelecido (MCQUEEN; SHEPHERD; 2002).

3.7 Porosidade

De acordo com AGUIAR, (2008), a porosidade do solo é representada através da estrutura e a textura do solo, sendo os poros apontados pelo arranjo e geometria das partículas, diferindo em relação ao comprimento, forma, largura e tortuosidade. No que diz respeito à porosidade desses solos, um estudo desenvolvido com Cambissolos Háplicos da Chapada do Apodi, localizada no Ceará, obteve como resultado em solos sob vegetação, considerando a profundidade de 0,1 a 0,02m uma média de 0,442, enquanto que em ambientes cultivados essa média é de 0,440. Dessa forma os resultados encontrados pelo autor apontam que, a porosidade total é maior em ambientes de mata secundária, do que em locais onde os solos são agricultáveis (MOTA, *et al.*, 2017).

4. Metodologia

4.1 Tipo e local da pesquisa

A pesquisa foi realizada com a abordagem quantitativa, na área prática da ciência, em relação à natureza trata-se de um resumo de assunto. Aos objetivos é uma pesquisa explicativa, para os procedimentos foi realizada uma pesquisa de campo.

As amostras foram coletadas no território de Irecê, foram coletadas vinte e duas amostras na profundidade de 0-20 cm, sendo onze amostras de cada área. A primeira coleta foi realizada na área cultivada da Fazenda Agrofito, nas coordenadas -11, 34144450, -41, 8331260. Posteriormente, as amostras coletadas foram da área preservada com o bioma Caatinga localizada no município de São Gabriel- BA, povoado Queimada, com as seguintes coordenadas -11, 144596, -41,880176. Os materiais utilizados para realizar as coletas foram uma pá reta, balde e sacos limpos para armazenar as amostras.

4.2 Tratamentos e delineamentos

Os tratamentos utilizados foram dois tipos de áreas, sendo T1 o solo da vegetação nativa Caatinga e T2 o solo da Fazenda Agrofito classificado como Cambissolo. O delineamento foi em blocos casualizado (DBC) que resulta em três princípios da experimentação a repetição, casualização e controle local.

4.3 Variáveis analisadas

Foram analisadas as seguintes variáveis de ambas as áreas, pH em H₂O e pH em KCL 1 mol L⁻¹. Densidade do solo (Ds), densidade da partícula (Dp). Foi realizado também o teste F, Terra Fina Seca ao Ar (TFSA) e a porosidade.

4.4 Preparo das amostras e separação de terra fina, cascalho e calhaus

As amostras coletadas foram submetidas à fragmentação manual e mecânica, posteriormente foi feita a separação das frações por peneiramento nas peneiras de malha de 2 mm. As amostras foram conferidas e novamente identificadas, após passarem por um período de secagem ao ar livre e sombra.

4.5 Densidade do solo

Para a determinação da densidade do solo foi utilizado o método da proveta por ser solo arenoso, os materiais e equipamentos usados foram uma balança de precisão de 0,01 g, proveta graduada de 100 mL, manta de borracha de 5 mm de espessura, estufa com ajuste de temperatura para 105 °C e dessecador. Em seguida, preencheu-se uma proveta de 100 mL e foi determinada a umidade da amostra em base gravimétrica, a proveta foi preenchida com solo com aproximadamente 35 mL, caindo de uma vez e compactando o solo batendo a proveta 10 vezes sobre a manta de borracha com a altura de queda de cerca de 10 cm. Essa operação foi repetida por mais duas vezes para que o nível da amostra nivelasse com o traço do aferimento da proveta. Para o cálculo, foi utilizada a fórmula $D_s = \frac{m}{V} \cdot f$ de acordo com o manual de métodos de análise de solo, sendo que D_s representa a densidade do solo, em kg dm^{-3} equivalente a g cm^{-3} . O m é a massa da amostra de solo (TFSA) em g, e V é o volume do solo na proveta em cm^3 . Já o f é o fator para corrigir a umidade da amostra. Após o procedimento, o solo da proveta com a amostra foi pesado e calculado a densidade.

4.6 Densidade de partículas

Para a análise da densidade de partículas foi usado o método do balão volumétrico, foi utilizado uma balança com precisão de 0,001 g, buretas de 50 mL, a estufa com ajuste de temperatura para 105 °C, funil e o recipiente cadinho. Os reagentes e soluções usados foram o álcool etílico hidratado 96 %, água deionizada e desaerada (ADD). O balão volumétrico foi aferido com a água deionizada e desaerada, após a pesagem de 20 g do solo foi colocado no recipiente cadinho e posto para secar em estufa a 105 °C até o peso constante. Depois que esfriou em dessecador, foi realizada a pesagem na qual foi obtida a massa da amostra seca. Em seguida, a amostra foi transferida para o balão aferido de 50 mL com o auxílio

de um funil e adicionado álcool etílico até cobrir a amostra, agitou-se o balão para que fossem eliminadas as bolhas de ar que se formaram. A operação prosseguiu até completar o volume do balão e verificou-se a ausência de bolhas. O volume do álcool gasto foi anotado para a realização dos cálculos. A fórmula usada para o cálculo foi a expressa no manual de métodos de análise de solo, a $D_p = m_a \setminus (V_T - V_u)$, onde D_p é a densidade de partículas em kg dm^{-3} , sendo equivalente a g cm^{-3} . A m_a massa da amostra seca a $105\text{ }^\circ\text{C}$ em g. V_T é o volume total aferido no balão em mL e o V_u é o volume usado para complementar o balão com a amostra em mL.

4.7 pH em H₂O e em KCL

Para a determinação do pH do solo, os matérias e equipamentos utilizados foram o bastão de vidro, pipeta, balão volumétrico de 1 L, copos plásticos de 100 mL, balança analítica e o potenciômetro com eletrodo combinado de vidro. Posteriormente, para o preparo da solução de KCl 1 mol L^{-1} foram dissolvidas 74,5 g de KCl em água destilada e completou o volume para 1 L. Foi pesado 10 g de solo (TFSA) e adicionados em copo plástico de 100 mL, adicionou-se 25 mL de água destilada em onze copos para as respectivas amostras das áreas e mais onze copos com 25 mL de solução KCl 1 mol L^{-1} . As amostras foram agitadas com bastões de vidros individuais por cerca de 60 s e depois em repouso por uma hora. O potenciômetro de bancada da marca Hanna foi ligado 30 minutos antes para estabilizar a eletrônica do instrumento, após o repouso as amostras foram agitadas ligeiramente e mergulhadas os eletrodos na suspensão homogeneizada e procedida a leitura do pH. O eletrodo foi lavado com água destilada entre uma amostra e outra e enxugado delicadamente com papel absorvente.

4.8 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ($p < 0,05$) quando significativos utilizando o programa SISVAR (2015).

5. Resultados e Discussões

Os resultados obtidos estão expostos na tabela 01. A análise da tabela permite afirmar que o pH tanto em H₂O, como em KCL, e em delta pH, assim como o delta pH e a densidade da partícula, no tratamento mata nativa mostram-se diferentes estatisticamente comparada a área agricultável. Já a densidade do solo, e a porosidade na área agricultável mostraram-se diferentes significativamente com relação à mata nativa.

Tabela 01: Variáveis analisadas

TRATAMENTOS	pH H ₂ O	pH KCL	Delta pH	DP (g/cm ³)	DS (g/cm ³)	Porosidade
MATA NATIVA	7,47 b	6,37 a	-1,09 b	2,185 a	1,216 b	44,342 a
ÁREA AGRICULTAVEL	7,34 a	6,33 a	-1,01 a	2,268 b	1,115 a	50,743 b
CV	1,47%	1,93%	7,02%	2,65%	5,06%	5,76%

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.
CV- Coeficiente de Variação; DS- Densidade do Solo; DP – Densidade da Partícula.

Resultados semelhantes foram encontrados por Calonego *et al* (2011), onde, assim como no experimento desenvolvido, a densidade do solo, a densidade das partículas e a porosidade, sofreram influência em áreas agricultáveis, ou seja, o sistema de uso do solo para fins de agricultura influência diretamente nessas variáveis.

Dessa forma, o solo mantido sob mata nativa, se apresentou menos compactado em relação à área agricultável, com menor valor de DS, e maior valor de porosidade (CALONEGO *et al*, 2011). Isso se explica em virtude de que à medida que os ecossistemas naturais vão sendo substituídos por atividades agrícolas destinadas a produção comercial, as propriedades físicas do solo, passam por alterações, e geralmente são desfavoráveis ao desenvolvimento vegetal (SPERA, *et al*, 2004).

Ainda sobre a DS, estudos desenvolvidos por Lima, *et al*. (2014), Araújo, *et al*. (2004), Benicio *et al*. (2021), Da Silva *et al*, (2015), Portugal *et al*, (2010), também obtiveram em seus estudos, resultados similares, onde a densidade do solo aferida, é maior para ambientes onde a prática da agricultura comercial é desenvolvida, o que pela perspectiva de Matias, *et al*. (2009) se justifica pela presença de maior

quantidade de matéria orgânica nas áreas de mata nativa, além de elevado índice de uso de máquinas agrícolas e revolvimento do solo em áreas cultivadas.

Em similaridade, defende-se que, a maior DS nos solos cultivados está relacionada à compactação dos solos pela movimentação de máquinas e implementos agrícolas, bem como devido à redução de matéria orgânica e a menor estabilidade da estrutura do solo (ARAÚJO, *et al.*, 2004).

O baixo valor de DS em solos de mata nativa é resultado da ausência de desmatamento, e práticas agressivas no solo, o que mantém a estrutura intacta e evita o processo de compactação. Isso significa que, os sistemas com menor interferência humana, são os que apresentam as melhores condições físicas do solo (CALONEGO, *et al.*, 2011). Da mesma forma, Da Silva, *et al.* (2015), apontam que, o uso antrópico aumenta a compactação do solo, principalmente nos solos sob cultivo convencional.

Com relação à densidade das partículas, pela perspectiva de Rühlmann *et al.* (2006), a variável DP quase não sofre influência por alterações no manejo, uma vez que, está mais relacionada à constituição mineralógica e com o conteúdo de matéria orgânica do solo.

No que diz respeito à porosidade, segundo Bertol, *et al.* (2004), solos que sofreram menos perturbações antrópicas, como é o caso de solos de matas nativas, a porosidade total é superior aqueles apresentados nos sistemas convencionais. Fato esse observado no experimento desenvolvido, onde os índices de porosidade total sob mata nativa são superiores aos resultados encontrados em ambientes agricultáveis. Araújo *et al.* (2004) estudando latossolos vermelhos em condições de matas nativas, verificaram resultados semelhantes ao presente estudo.

Com relação ao pH, os resultados encontrados mostram que os solos sob mata nativa apresentam índices mais alcalinos quando comparados a área agricultáveis, tanto em H₂O como em KCL, e ainda considerando o Delta pH; Já em estudo desenvolvido por Da Silva, *et al.* (2015), ao estudar os cambissolos, obtiveram resultados similares, de modo que os solos sob mata nativa, apresentaram pH mais alcalinos em relação aos demais.

Os autores afirmam que, no experimento realizado, os resultados são condizentes, uma vez que, solos sob mata nativa geralmente apresentam menores valores de pH. Principalmente no que diz respeito aos Argissolos Vermelho-Amarelos, que em decorrência da sua mineralogia, são dependentes de pH; além

disso, a mineralização da matéria orgânica, e os exsudatos ácidos liberados pelas raízes das plantas, também contribuem para o aumento da acidez do solo.

6. Conclusões

- Os sistemas de cultivo adotados alteram as propriedades físicas e químicas do solo, principalmente no que diz respeito à densidade do solo com relação a sua condição natural;
- A área de vegetação nativa apresentou melhores condições físicas do solo em relação à densidade do solo e porosidade devido à ausência de práticas agrícolas;
- O pH é mais alcalino em mata nativa do que o da área agricultável.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Maria Ivanilda. Qualidade física do solo em sistemas agroflorestais. 2008. 79p. Dissertação (Mestrado em solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 2008

ALVES, Jose Jakson Amancio. Geoeecologia da caatinga no semi-árido do Nordeste brasileiro. CLIMEP: Climatologia e Estudos da Paisagem, Rio Claro, v.2, n.1, p. 58-71, 2007.

AMANCIO ALVES, J. J.; ARAÚJO, M. A.; SANTOS DO NASCIMENTO, S. *Degradação da caatinga: uma investigação ecogeográfica*. Revista Caatinga, v.22, n.3, Mossoró, 2009. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/2371/237117837020.pdf>>. Acesso em: 15 de junho de 2022.

ARAÚJO, M. A.; TORMENA, C. A.; SILVA, A. P. *Propriedades físicas de um latossolo vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa*. Revista Brasileira Ciência e Solo, 2004. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/mff5y8xXY3tQ3cJHnL6KbXH/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em 21 de junho de 2022.

BENICIO, L. P. F.; NASCIMENTO, D. S.; DE MELO, J. P. DE P. *Densidade e porosidade de um plintossolo háplico submetido a diferentes tipos de uso*. Agries, v. 7, 2021. Disponível em: <<https://revista.unitins.br/index.php/agri-environmental-sciences/article/view/4589/2597>>. Acesso em: 21 de junho de 2022.

BERTOL, I.; BEUTLER, J. F.; LEITE, D.; BATISTELA, O. *Propriedades físicas de um cambissolo húmico afetadas pelo tipo de manejo do solo*. Scientia Agrícola, v.58, n.3, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sa/a/G3ZkRYKTLvstG9dvtcCzvxH/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 de junho de 2022.

BERTOL, I. et al. *Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 155-163, 2004.

CALONEGO, J. C.; DOS SANTOS, C. H.; TIRITAN, C. S.; CUNHA JÚNIOR, J. R. *Estoques de Carbono e Propriedades físicas de solos submetidos a diferentes sistemas de manejo*. Revista Caatinga, Mossoró, v. 25, n. 2, 2012.

CAMPO, M. *Caatinga*. Mundo Educação. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/caatinga.htm>>. Acesso em: 15 de junho de 2022.

CARNEIRO, M. A. C. et al. *Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 147-157, 2009.

CERRATINGA. *Caatinga*. Cerratinga. Disponível em: <https://www.cerratinga.org.br/biomas/caatinga/>. Acesso em 15 de junho de 2022.

COSTA, E. A.; GOEDERT, W. J.; SOUZA, D. M. G. de. *Qualidade de solo submetido a sistemas de cultivo com preparo convencional e plantio direto*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 41, n. 7, p. 1185-1191, 2006.

CUNHA, E.Q. et al. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na DA SILVA, A. M.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; DE LIMA, J. M.; AVANZI, J. C.; FERREIRA, M. M. *Perdas de solo, água nutrientes e carbono em Cambissolo e Latossolo sob chuva natural*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.40, n.12, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/QB5s5Zq6fKkdgtLDBPP94NC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 15 de junho de 2022.

DANTAS, J. D'A. N.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S.; ASSIS, C. P. *Qualidade do solo sob diferentes usos e manejos no perímetro irrigado de Jaguaribe/Apodi, CE*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, p.18-26, 2012.

DA SILVA, G. F.; SANTOS, D.; DA SILVA, A. P.; DE SOUZA, J. M. *Indicadores de qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso na microrregião do agreste Paraibano*. Revista Caatinga, Mossoró, v. 28, n. 3, 2015.

DE OLIVEIRA, I. A.; CAMPOS, M. C. C.; SOARES, M. D. R.; JÚNIOR, J. M.; DO NASCIMENTO, E. P. *Variabilidade Espacial de atributos físicos em um cambissolo háplico, sob diferentes usos na região Sul do Amazonas*. Revista Brasileira Ciência e Solo, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/p8CK4zd6kPPGTTrnt3Vj75gK/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 15 de junho de 2022.

DE PAULA, E. C. *Mudanças Hidrogeomorfológicas em diferentes fases do cultivo da cebola*. Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO, Setor de Ciências Agrárias e Ambientais, Programa de pós-Graduação stricto sensu em engenharia sanitária e ambiental, Irati, 2020. Disponível em: <https://www3.unicentro.br/ppgesa/wp-content/uploads/sites/11/2021/02/Enaiale-Caroline-de-Paula.pdf>. Acesso em: 15 de junho de 2022.

DE SOUZA, B. I.; ARTIGAS, R. C.; DE LIMA, E. R. V. *Caatinga e Desertificação*. Mercator, Fortaleza, v.14, n.1, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/mercator/a/zxZxXjPfrx9HjpNj8PLVn4B/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 15 de junho de 2022.

EMBRAPA. *Manual de métodos de análise de solo*. 3 ed. Brasília, 574 p. 2017.

EMBRAPA. *Solos do Brasil*. Embrapa Solos. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/sibcs/solos-do-brasil>. Acesso em 14 de junho de 2022.

FACHINELO, J. C.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. *Fruticultura Fundamentos e Práticas*. Pelotas, 2008. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/fruticultura/files/2017/05/Livro-de-Fruticultura-Geral.pdf>. Acesso em 15 de junho de 2022.

FERTÍSYSTEM. *Quais os problemas gerados pelo excesso na fertilização e como resolvê-los?*. FertiSystem. Disponível em: <https://www.fertisystem.com.br/m/blog/60d4b0525639c367d906d5d4/quais-os-problemas-gerados-pelo-excesso-na-fertilizacao-e-como-resolve-los>. Acesso em: 15 de junho de 2022.

FREITAS, L. et al. *Latosols (oxisols) carbon storage in natural and altered managements*. *Ciência Florestal*, v. 28, n. 1, p. 228-239, 2018.

JARBAS, T.; SÁ, I. B.; PETRERE, V. G.; TAURA, T. A. *Cambissolos*. Agência Embrapa de Informação e Tecnologia – AGEITEC, 2010. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/arvore/CONT000g798rt3o02wx5ok0wtedt3n5ubswf.html>. Acesso em: 15 de junho de 2022.

KAY, B. D.; ANGERS, D. A. *Soil structure*. In: Summer, M.E. (ed). *Handbook of soil science*. New York: CRC Press, p.A229-A275, 2000.

KLEPKER, D.; ANGHINONI, I. *Características físicas e químicas do solo afetadas por métodos de preparo e modos de adubação*. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.19, p.395-40, 1995.

LIMA, J. R. DE S.; DE SOUZA, E. S.; ANTONINO, A. C. D.; DA SILVA, I. DE F.; CORRÊA, M. M.; LIRA, C. A. B. DE O. *Atributos físico-hídricos de um Latossolo Amarelo cultivado e sob mata nativa no Brejo Paraibano*. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, V. 9, n. 4, 2014. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/1190/119032902020.pdf>>. Acesso em 21 de junho de 2022.

LOBÃO, J .S. B.; NEPOMUCENO, M. Q. *Agropecuária: impactos ambientais no município de Irecê-BA*. *Anais do XVI Encontro Nacional de Geógrafos*. Porto Alegre - RS, 2010.

LOURENTE, E. R. P.; MERCANTE, F. M.; ALOVISI, A. M. T.; GOMES, C. F.; GASPARINI, A. S.; NUNES, C. M. *Atributos Microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de cerrado*. *Pesquisa Agropecuária Trop.*, Goiânia, V. 41, n.1, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pat/a/755FWDzB3PLXNw8nknyNnPD/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 de junho de 2022.

MATIAS, S.S.R.; BORBA, J.A.; TICELLI, M.; PANOSSO, A.R.; CAMARA, F.T. *Atributos físicos de um Latossolo Vermelho submetido a diferentes usos*. *Revista Ciência Agronômica*, v. 40, n.3, p. 331-338, 2009. . 25 Jan. 2013.

MCQUEEN, D. J.; SHERPHERD, T. G. *Physical changes and compaction sensitivity of a fien-textured, poorly drained soil (Thipyc Endoaquept) under varying durations of cropping, Manawatu Region, New Zealand*. *Soil Tillage & Research*, v. 63, n. 3-4, p .93-107, 2002.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. *Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação*. Brasília: Universidade Federal de Pernambuco. 2004, 36p.

MOTA, J. C. A.; FREIRE, A. G.; ALVES, C. V. O.; ALENCAR, T. L.; *Impactos de uso e manejo do solo na variabilidade e qualidade de atributos físicos de Cambissolos*. Revista Agro@mbiente, On-line, v.11, n.4, 2017.

MOTA, J. C. A.; FREIRE, A. G.; ASSIS JÚNIOR, R. N. DE. *Qualidade física de um cambissolo sob sistemas de manejo*. Revista Brasileira Ciência e Solo, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/wqf8DNGVXQMpdPRzdRRgFh/?format=pdf&lang=pt> >. Acesso em 15 de junho de 2022.

PEREIRA, G. R. et al. *Avaliação dos aspectos e impactos ambientais de uma unidade de reciclagem de resíduos da construção civil*. In: Fórum Internacional de Resíduos Sólidos-Anais. 2017. produção orgânica de feijão e milho. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.

RÜHLMANN, J.; KÖRSCHENS, M.; GRAEFE, J. *A new approach to calculate the particle density of soils considering properties of the soil organic matter and the mineral matrix*. Geoderma, Amsterdam, v. 130, n. 3-4, p. 272–283, 2006.

SANTANA, M. *Estoque de carbono e nitrogênio estoques de carbono e nitrogênio em solos do sertão Pernambuco sob diferentes usos*. 2015. 61 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Energéticas e Nucleares) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 35, p. 603- 611, 2011

SANTOS, M. A. do N. *Erosão hídrica visando obtenção de valores do subfator PLU da RUSLE*. Tese (Doutorado) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Lages, 2017. 150 p.

SILVA, V.R.; REICHERT, J.M. & REINERT, D.J. *Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração em plantio direto*. Ci. Rural, 34:399-406, 2004.

SOUZA, Z.M.; CAMPOS, M.C.C.; CAVALCANTE, Í.H.L.; MARQUES JÚNIOR, J.; CESARIN, L.G. & SOUZA, S.R. *Dependência espacial da resistência do solo à penetração e teor de água do solo sob cultivo de cana-de-açúcar*. Ci. Rural, 36:128-134, 2006.

SPERA, S. T. et al. *Avaliações de alguns atributos físicos de solo em sistemas de produção de grãos, envolvendo pastagens sob plantio direto*. Revista Científica Rural, Bagé, v. 9, n. 1, p. 23-31, 2004.

STEFANOSKI, D. C.; SANTOS, G. G.; MARCHÃO, R. L.; PETTER, F. A.; PACHECO, L. P. *Uso e Manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, n.12, 2013. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/Kqq4dHBX4yfnxwWFTpqBVzb/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 15 de junho de 2022.

TORMENA, C. A.; VIDIGAL FILHO, P. S.; GONÇALVES, A. C. A.; ARAÚJO, M. A.; PINTRO, J. C. *Influência de diferentes sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas de uma Latossolo Vermelho distrófico*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.8, n.1, 2004. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/HNdztKlK9HRYYnqdvLcg5gN/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em 15 de junho de 2022.

VIEIRA, M. J.; MUZILLI, O. *Características físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro sob diferentes sistemas de manejo*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 19, n. 7, p. 873-882, 1984.