



**INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA**  
**FACULDADE DE AGRICULTURA**  
**CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

## **Caracterização dos atributos morfológicos e físicos dos solos do Campo Experimental da Estação Agrária de Chókwe**

Monografia apresentada e defendida para obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia  
Agrícola

**Autora:** Heliva Clementina Bernardo Ivo

**Tutor:** Eng. Agostinho Cardoso Hlavanguane (Msc)

**Co-tutor:** Eng. Stêlio Do Rosário Nuvunga (Msc)

**Co-tutor:** Eng<sup>a</sup>. Olga Mário Chaguala (Msc)

Lionde, Agosto de 2019



## **INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA**

### **DECLARAÇÃO**

Declaro por minha honra que este trabalho de culminação do curso é resultado da minha investigação pessoal e das orientações dos meus tutores, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final. Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para propósito semelhante ou obtenção de qualquer grau académico.

Lionde, Agosto de 2018

---

(Heliva Clementina Bernardo Ivo)

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho ao meu pai Bernardo Ivo e a minha mãe Carlota Francisco que, com muito amor, carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

Aos meus irmãos Ozia Ivo, Anastácia Ivo, Noé Ivo, Anuarite Ivo, Ivo Tare, Francisca Ivo e Sirkka Ivo pelo incentivo e pelo apoio constante.

## **AGRADECIMENTOS**

O meu primeiro agradecimento é a Deus por ter iluminado e abençoado a minha longa caminhada.

Agradeço aos meus pais Bernardo Ivo e Carlota Francisco, aos meus irmãos Ozia Ivo, Anastácia Ivo, Noé Ivo, Anuarite Ivo, Ivo Tare, Francisca Ivo e Sirkka Ivo, pelo apoio moral e material que sempre souberam-me prestar.

Agradeço ao Eng. Agostinho Cardoso Hlavanguane (Msc), Eng. Stèlio Do Rosário Nuvunga (Msc) e a Eng<sup>a</sup>. Olga Mário Chaguala (Msc), por ter-me orientado e instruído com seu amplo conhecimento para que eu pudesse realizar este trabalho.

Agradeço ao IIAM – Chókwe, por me acolher para a realização do trabalho, pelo apoio e acompanhamento na colheita de dados.

Agradeço aos colegas de curso, em particular o Donarcio Sergio Munguambe, e a todos os outros colegas que eu possa ter-me esquecido de citar, e que de certa forma também foram importantes para a minha formação.

O meu agradecimento estende-se aos meus amigos Narciso Cossa, Baptista Jaime Milione e Humberto Luís, pelo apoio e amizade em todos os momentos da minha vida.

E há todos cujos nomes não mencionei mas que directa ou indirectamente contribuíram para minha formação académica.

## ÍNDICE

<b>DEDICATÓRIA.....</b>	<b>I</b>
<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>II</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS.....</b>	<b>V</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>V</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS.....</b>	<b>VI</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS.....</b>	<b>VII</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>VIII</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>IX</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1. Problema e Justificação.....	2
1.2. Objectivos.....	3
1.2.1. Geral.....	3
1.2.2. Específicos .....	3
1.3. Hipótese do estudo .....	3
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>4</b>
2.1. Solo: Conceito .....	4
2.2. Origem, formação dos solos.....	4
2.3. Factores de formação dos solos.....	4
2.4. Morfologia do solo .....	5
2.4.1. Cor do solo.....	5
2.4.2. Consistência do solo .....	5
2.4.3. Perfil do solo .....	6
2.4.4. Camada e estrutura do solo .....	6
2.5. Atributos físicos do solo .....	7
2.5.1. Densidade do solo (DS) .....	7
2.5.2. Densidade de partículas (Dp).....	9
2.5.3. Porosidade total.....	9
2.5.4. Argila dispersa em água (ADA) .....	10
2.5.5. Grau de floculação .....	10
2.5.6. Relação silte/argila.....	10

2.5.7. Granulometria (Dispersão total) .....	10
3.1. Localização da área de estudo .....	12
3.1.1. Relevo e solos .....	12
3.1.2. Clima e Precipitação .....	13
3.2. Materiais .....	14
3.3. Métodos .....	15
3.3.1. Mapeamento da área .....	15
3.3.2. Seleccção de perfis, descrição e amostragem .....	15
3.3.3. Caracterização dos atributos morfológicos dos solos .....	15
3.3.4. Preparo de amostras e separação de terra fina, cascalho e calhaus .....	15
3.3.5. Determinação dos atributos físicos dos solos .....	16
3.3.6. Classificação dos solos .....	18
3.4. Análise de dados .....	19
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>20</b>
4.1. Atributos morfológicos dos solos .....	20
4.1.1. Caracterização geral do ambiente paisagístico .....	20
4.1.2. Profundidade e cor do solo .....	20
4.1.3. Textura, estrutura e consistência .....	22
4.2. Atributos físicos .....	25
4.2.1. Areias .....	25
4.2.2. Silte e Argila .....	26
4.2.3. Argila dispersa em H <sub>2</sub> O .....	26
4.2.4. Relação silte/argila .....	27
4.2.5. Densidade do solo e da partícula .....	27
4.2.5.1. Densidade do solo .....	27
4.2.5.2. Densidade das partículas .....	27
4.2.6. Porosidade do solo .....	27
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>30</b>
<b>6. RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>32</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>32</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>36</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Densidade do solo.....	9
<b>Tabela 2.</b> Descrição Morfológica de solos do IIAM (estação agrária de Chókwe) .....	23
<b>Tabela 3:</b> Atributos físicos de solos do IIAM (estação agrária de Chókwe) .....	29

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Mapa do Distrito de Chókwe.....	12
<b>Figura 2:</b> Perfil 1 dos solos do campo Experimental da Estação Agrária de Chòkwe.....	21
<b>Figura 3:</b> Perfil 2 dos solos do campo Experimental da Estação Agrária de Chòkwe.....	21
<b>Figura 4:</b> Perfil 3 dos solos do campo Experimental da Estação Agrária de Chòkwe.....	22

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

**ADA** – Argila dispersa em água

**AT** – Argila total

**CTC** – Capacidade de troca de cátions no solo

**EAC** – Estação Agrária de Chókwe

**FAO** – Food and Agriculture Organization of United Nations

**GF** – Grau de Flocculação

**IIAM** – Instituto de Investigação Agrária de Moçambique

**INIA** – Instituto Nacional de Investigação Agrária

**P1** – Primeiro perfil

**P2** – Segundo perfil

**P3** – Terceiro perfil

**PST** – Percentagem de sódio trocável

**SiBCs** – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos

**TFSA** – Terra Fina Seca ao Ar

**TFSE** – Terra fina seca em estufa

**WRB** – World Reference Base



## **LISTA DE SÍMBOLOS**

**% m** – Percentagem do alumínio trocável

**°C** – Graus Celsius

**CO<sub>2</sub>** – Dióxido de carbono

**O<sub>2</sub>** – Oxigénio

**P%** – Porosidade em percentagem

**S/A** – Relação silte argila

**T** – Actividade da argila

**V%** – Percentagem das bases

**P** – Fósforo

**K<sup>+</sup>** – Potássio

**Al<sup>3+</sup>** – Alumínio

**Mg<sup>2+</sup>** – Magnésio

**Ca<sup>2+</sup>** – Cálcio

**Na<sup>+</sup>** – Sódio

**∅** – Conjunto vazio

## RESUMO

Os solos nas áreas de instalação dos ensaios do IIAM – Chókwe, vêm sendo usados para vários propósitos de pesquisa ou investigação agrária, em consequência desses distúrbios, sofrem uma certa alteração das suas qualidades em termos de fertilidade. O trabalho objectiva conhecer as propriedades físicas de solos do IIAM – Chókwe, com a intenção de fornecer auxílio para delimitação das áreas de cultivo segundo suas potencialidades agronómicas, facilitando a recomendação das culturas a produzir, contribuindo para ajustes nas técnicas de uso do solo, evitando a degradação deste recurso natural. O objectivo do estudo foi de avaliar a fertilidade dos solos usados para experimentação, através da avaliação dos atributos morfológicos e físicos dos solos do campo experimental da Estação Agrária de Chókwe. A colecta de dados foi efetuada em Outubro de 2018. Numa primeira fase fez-se o reconhecimento da área através da sondagem em volta do campo experimental, onde foram identificados e marcados os pontos com ajuda do GPS para a recolha de amostras. Foram abertos e descritos morfológicamente 3 perfis de solos, nos quais foram colectadas amostras deformadas e indeformadas dos horizontes/camadas. Foram feitas análises de profundidade, cor, estrutura, textura, consistência (húmida e molhada), nódulos e concreções e a transição entre os horizontes do solo. As análises físicas constituíram: densidade dos solos (DS), o grau de floculação (GF), a porosidade (P%), a granulometria (areia, silte e argila), argila dispersa em água (ADA) e a relação silte/argila (S/A) de todas amostras. Os dados foram registados e depois processados segundo o comportamento de cada análise. Os resultados mostraram que na parte superficiais dos perfis estudados predominam características hêmicas, e na parte sub-superficiais são em geral sápricos, observando-se um predomínio de partículas grossas. Os perfis 1 e 3 apresentam valores de relação silte/argila quase semelhantes, que variam de 0.04 a 1.75, sugerindo que os solos passaram por um grau de intemperização dos solos semelhantes (grau de intemperização baixo). O perfil 2, apresenta valores que variam de 0.1 a 1.8 (grau de intemperização alto). Concluiu-se desta forma que, apesar dos três perfis apresentarem fluviosolo, a textura vai de argila na parte superior (horizonte e primeiras camadas) a franco-argiloso, franco-arenoso ou areia-franca. A estrutura granular vai de simples e maciço a granular simples e franco, com tamanhos que vai de pequeno a médio. A consistência seca tende a ser solto e macio nos 3 perfis, com excepção da primeira camada do primeiro perfil que apresenta uma consistência ligeira dura. A consistência húmida varia de firme, friável a solta, enquanto que a consistência húmida varia de ligeiro plástico e ligeiro pegajoso a não plástico e não pegajoso. Avaliando os 3 perfis estudados a que frisar que, os solos do perfil 1 apresentam características que leva-nos a crer que estes na parte superficial sofreram uma erosão ou qualquer outra acção da natureza associados a acções dom homem. Enquanto no perfil 2 e 3 observou-se alta porosidade, condicionada pela presença de matéria orgânica do solo, e o facto de esta aumentar em subsuperfície é um indicativo de subsidência ou compactação do horizonte superficial orgânico.

*Palavras-chave: atributos, morfológicos, físicos, manejo e fertilidade.*

## ABSTRACT

Soils in the IIAM - Chókwe trial sites have been used for purposes of agricultural research or investigation as a consequence of these disturbances suffer some change in their fertility qualities. The work aims to know the physical properties of IIAM - Chókwe soils, with the intention of providing assistance for delimitation of cultivated areas according to their agronomic potential, facilitating the recommendation of crops to produce, contributing to adjustments in land use techniques, avoiding the degradation of this natural resource. The aim of the study was to evaluate the fertility of soil used for experimentation through the evaluation of the morphological and physical attributes of soils of the experimental field of the Chókwe Agrarian Station. Data collection was performed in October 2018. Initially, the area was recognized by around the experimental field, where the points were identified and marked with the help of GPS for sampling. Three soil profiles were opened and described morphologically in the which deformed and undeformed samples of the horizons / layers were collected. Were depth, color, structure, texture, consistency (wet and wet), nodules and concretions and the transition between the horizons of the ground. Physical analyzes consisted of: density (DS), degree of flocculation (GF), porosity (P%), particle size (sand, silt and clay), water dispersed clay (ADA) and the silt / clay (S / A) ratio of all samples. The data were recorded and then processed according to the behavior of each analysis. The results showed that in the superficial part of the studied profiles predominate hemic characteristics, and in the sub-superficial part are usually sápricos, being observed a predominance of particles thick. Profiles 1 and 3 have almost similar silt / clay ratio values, which vary 0.04 to 1.75, suggesting that soils have experienced a degree of weathering of soils similar (low weathering degree). Profile 2 presents values ranging from 0.1 to 1.8 (high weathering degree). It was thus concluded that despite the three profiles present fluviosol, the texture goes of clay in the superior part (horizon and first layers) sandy loam, sandy loam or open sand. The granular structure ranges from simple and massive to simple and frank granular with sizes ranging from small to medium. Dry consistency tends to be loose and soft on all 3 profiles except for the first layer of the first profile which has a slight hard consistency. The moist consistency ranges from firm, friable to loose, while the wet consistency ranges from slight plastic and slightly sticky to non-plastic and not sticky . Evaluating the 3 profiles studied, it should be noted that the soils of profile 1 present characteristics that lead us to believe that these in the superficial part have suffered an erosion or any another action of nature associated with actions of man. While in profile 2 and 3 it was observed porosity, conditioned by the presence of soil organic matter, and the fact that it is subsurface increase is indicative of subsidence or compacting of the horizon superficial organic.

**Keywords:** *Attributes, morphological, physics, handling and fertility.*

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Ribeiro (1999) solo é o corpo tridimensional, natural e dinâmico da crosta terrestre, que resulta da acção conjugada do clima e organismos vivos sobre a rocha, sendo esta acção condicionada pelo relevo ou topografia e que é uma função do tempo. O solo é de estimável importância para o Homem, mas sem os cuidados deste, pode sofrer uma degradação incontroável (Embrapa, 2006).

As características físicas (textura, estrutura, densidade, porosidade, permeabilidade, fluxo de água, ar e calor) do solo fornecem indicativos sobre o ambiente onde o solo está inserido e sobre suas principais características, possibilitando, portanto, uma primeira ideia sobre o seu potencial agro-ecológico (Resende *et al.*, 2002).

A qualidade dessas características físicas proporcionam condições adequadas para o crescimento e o desenvolvimento das plantas e para a manutenção da diversidade de organismos que habitam o solo. No solo, existem diversas inter-relações entre as características físicas que controlam os processos e os aspectos relacionados à sua variação no tempo e no espaço (Raij, 1981).

Assim, qualquer alteração no solo pode alterar directamente a sua estrutura e sua actividade biológica e, conseqüentemente, sua fertilidade, com reflexos nos agro-ecossistemas, podendo promover prejuízos à qualidade do solo e à produtividade das culturas (Primavessi, 2000).

Os solos quando submetidos a determinados sistemas de cultivo, tende a um novo estado de equilíbrio, reflectido em diferentes manifestações das suas características, as quais podem ser desfavoráveis a conservação da capacidade produtiva destes solos.

Os efeitos diferenciados sobre notáveis no solo, devido ao tipo de preparo característico de cada sistema de cultivo são dependentes da intensidade de revolvimento, do trânsito das máquinas, do tipo de equipamento utilizado, do manejo dos resíduos vegetais e das condições da humidade do solo no momento de preparo. A relação entre o manejo e a qualidade do solo pode ser avaliada pelo comportamento das características físicas do solo (Grohmann, 2001).

Diante disso, a variação dessas características, determinada pelo manejo e uso do solo, e sua avaliação são importantes para o melhor manejo visando à sustentabilidade do sistema. Porém este trabalho tem como objectivo avaliar a qualidade dos solos do campo Experimental da

Estação Agrária nas áreas de instalação dos ensaios do IIAM – Chókwe, através de análises morfológicas e físicas, visando a elaboração de um relatório técnico para o manejo sustentável dos solos. Deste modo, segundo Mendoza *et al.* (2000), torna-se importante o estudo das alterações edáficas causadas pelas práticas de manejo de uma diversidade de culturas agrícolas.

### **1.1. Problema e Justificação**

A preocupação com os recursos naturais é crescente devido à necessidade de reconhecer o seu real valor, desta forma, potencializando seu uso com o mínimo de impacto possível. No mundo inteiro, vastas extensões de áreas naturais são convertidas, constantemente, em regiões agrícolas (Laurence e Júnior Bierregaard, 1997). Em Moçambique, as conversões das áreas naturais são relacionadas, geralmente, com a agrícola e pecuária (Dias *et al.*, 2003).

As áreas agrícolas em qualquer região asseguram por meio da agricultura a sustentabilidade económica do local e ambiental (quando estas seguem procedimentos recomendáveis). Neste sentido, Carpenedo e Mielniczuk (1990) observaram que o cultivo em solos altera alguns atributos físicos, em geral, na densidade do solo, volume e distribuição de tamanho dos poros e estabilidade dos agregados do solo, influenciando a infiltração da água, a erosão hídrica e o desenvolvimento das plantas.

Os solos nas áreas de instalação dos ensaios do IIAM – Chókwe, vêm sendo usados para vários propósitos de investigação Agronómica, em consequência desses factores, sofrem uma certa alteração das suas qualidades físicas devido ao uso contínuo de agro-químicos.

Neste âmbito, o trabalho justificou-se em conhecer as propriedades físicas de solos do IIAM – Chókwe, com a intenção de fornecer auxílios para delimitação das áreas de cultivo conforme suas potencialidades agronómicas, facilitando a recomendação das culturas a produzir, contribuindo para ajustes nas técnicas de uso do solo, evitando a degradação deste recurso natural. Propôs-se, com este trabalho, avaliar os atributos de solos sob diferentes horizontes, confrontando os respectivos usos adoptados. Deste modo levanta-se a seguinte questão: “Até que nível os diferentes sistemas agrícolas aplicados no campo experimental de IIAM da estação agrária de Chókwe influenciam nos aspectos físicos e morfológicos do solo?”

## 1.2. Objectivos

### 1.2.1. Geral

- Avaliar os atributos morfológicos e físicos dos solos do campo Experimental da Estação Agrária de Chòkwè.

### 1.2.2. Específicos

- Caracterizar os atributos morfológicos dos solos;
- Determinar os atributos físicos dos solos;

## 1.3. Hipótese do estudo

- ✓ **H<sub>0</sub>**: Os solos das áreas de ensaios da Estação Agrária de Chókwe devido ao uso para vários propósitos de investigação agronómica têm a mesma capacidade de manter produtividade.
- ✓ **H<sub>1</sub>**: Os solos das áreas de ensaios da Estação Agrária de Chókwe devido ao uso para vários propósitos de investigação agronómica não têm mesma capacidade de manter produtividade.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Solo: Conceito**

Silva *et al.*, (2009) define o solo como sendo a camada superficial da crosta terrestre em que se sustenta a vegetação, conglomerado de corpos naturais ocorrendo na superfície terrestre, contendo matéria viva e suportando a vegetação; é formado por diversas partículas de rochas em diferentes estágios de decomposição, água e substâncias químicas dissolvidas, ar, organismos vivos e matéria orgânica, é constituído de camadas e horizontes de compostos minerais e orgânicos, com diferentes espessuras, que constituem o denominado perfil de intemperismo e, o conhecimento dos atributos e das propriedades físicas (textura, estrutura, densidade, porosidade, permeabilidade, fluxo de água, ar e calor), químicas (pH, teor de nutrientes, capacidade de troca iônica, condutividade eléctrica e matéria orgânica) e mineralógicas assim como biológicas dos solos pode auxiliar na adopção do melhor manejo do solo.

### **2.2. Origem e formação dos solos**

Basicamente, os solos formam-se a partir do processo de decomposição das rochas de origem, chamadas de rochas mãe. Isso significa que, no início, não existiam solos na Terra, mas apenas grandes e variados grupos rochosos que foram lentamente desgastados pelo clima, pela acção da água e dos ventos e também pelos seres vivos, sobretudo as plantas. Com isso, essa lenta desagregação proporcionou a formação de sedimentos, que se mantêm aglomerados e compõem os solos (Santos *et al.*, 2005).

Nesse sentido, a formação dos solos na natureza levou milhões de anos, apresentando, quase sempre, aspectos relacionados com o seu material de origem e as interferências naturais e antrópicas proporcionadas sobre eles. Esse processo de formação dos solos é ininterrupto e ainda ocorre actualmente (Santos *et al.*, 2005).

### **2.3. Factores de formação dos solos**

Todos os solos existentes na paisagem reflectem sua história. Desde o primeiro instante de sua génese até o presente, fenómenos físicos e químicos diferenciados ocorreram no material que lhes deu origem, motivando progressivas transformações que se reflectem na sua morfologia e

nos seus atributos físicos, químicos e mineralógicos, identificando-os. Cinco são os factores de formação dos solos que motivam directa ou indirectamente as manifestações mais ou menos agressivas daqueles fenómenos: relevo, clima, organismos, tempo e material de origem (Silva, 1999).

## **2.4. Morfologia do solo**

De acordo com Lima *et al.*, (2007) a morfologia do solo significa o estudo e a descrição da sua aparência no meio ambiente natural, segundo as características visíveis a olho nu, ou perceptíveis. Os principais atributos observados na descrição morfológica são: cor, consistência, textura e estrutura. Todas as características morfológicas observadas em campo no perfil do solo são de fundamental importância para a caracterização do solo, juntamente com as análises químicas, físicas, e mineralógicas, executadas em laboratório.

### **2.4.1. Cor do solo**

A cor é considerada, por muitos pedólogos como uma das propriedades morfológicas mais importantes. Os solos podem apresentar cores variadas, tais como: preto, vermelho, amarelo, acinzentado, entre outros. Essa variação irá depender não só do material de origem, mas também de sua posição na paisagem, conteúdo de matéria orgânica e mineralogia, dentre outros factores (Ribeiro, 1999).

Uma análise superficial poderia considerar que a cor do solo apresenta pouca relevância do ponto de vista prático. As plantas, de modo geral, não terão seu desenvolvimento afectado exclusivamente pela cor do solo, embora os solos mais escuros possam se aquecer mais rapidamente, favorecendo o desenvolvimento das raízes em regiões mais frias. A cor tem grande importância no momento de diferenciar os horizontes dentro de um perfil e auxiliar a classificação dos solos (EMBRAPA, 1997).

### **2.4.2. Consistência do solo**

A consistência está relacionada com a influência que as forças de coesão e de adesão exercem sobre os constituintes do solo, de acordo com suas variáveis e estados de humidade. A força de



coesão refere-se à atracção de partículas sólidas por partículas sólidas. A força de adesão refere-se à atracção das moléculas de água pela superfície das partículas sólidas. São Aspectos práticos da consistência, que são facilmente observados, a dureza que certos solos apresentam quando secos, ou a pegajosidade que alguns apresentam quando molhados (Bernardi, 2003).

#### **2.4.3. Perfil do solo**

Os solos são definidos como corpos naturais independentes, constituídos de materiais minerais e orgânicos, organizados em camadas e/ou horizontes, terra e ela vai da superfície ao material de origem e se constitui na menor porção tridimensional, perfazendo um volume mínimo que possibilite estudar o solo (EMBRAPA, 1997).

A face do pedon é chamada de perfil de solo e, é utilizado para fins de exame, descrição, colecta do solo e classificação dentro de um sistema organizado de classificação dos solos, as características e dados do perfil do solo identificadas ou resultantes de análises de laboratórios são comparados a atributos diagnósticos (EMBRAPA, 1997).

#### **2.4.4. Camada e estrutura do solo**

Designa-se camada o material do solo de constituição mineral e orgânica que tiveram na sua origem pouca ou nenhuma influência dos factores de formação do solo (clima, material de origem, relevo, organismos e tempo) e dos processos pedogenéticos (Prado, 2019).

O conjunto de agregados do solo, em seu estado natural, forma a estrutura do solo, que possuem tamanho e formato variados perfazendo o agrupamento das partículas primárias (seja, areia, silte, argila e outros componentes como a matéria orgânica) (Santos *et al.*, 2005).

Santos *et al.*, (2005) afirmam que são quatro os principais tipos de estrutura do solo: a) em forma de esferóide: granular; grumosa (este tipo de estrutura normalmente favorece a ocorrência de muitos poros, sendo mais comum no horizonte A); b) em forma de bloco (é muito comum no horizonte B); c) em forma de prisma: prismático e colunar; d) em forma de placa: laminar.

## 2.5. Atributos físicos do solo

Um atributo físico é uma qualidade (ou característica) que permite identificar algo, distinguindo-o dos seus semelhantes. A física de solos estuda e define, qualitativa e quantitativamente, as propriedades físicas (densidade do solo, densidade de partículas, porosidade total e granulometria), bem como sua medição, predição e controle, com o objectivo principal de entender os mecanismos que governam a funcionalidade dos solos e seu papel na biosfera. A importância prática de se entender o comportamento físico do solo está associada ao seu uso e manejo apropriado, ou seja, orientar irrigação, drenagem, preparo e conservação de solo e água (Raij, 1981; Citado por Lima, 2007).

Um solo é considerado fisicamente ideal para o crescimento de plantas quando apresenta boa retenção de água, bom arejamento, bom suprimento de calor e pouca resistência ao crescimento radicular. Boa estabilidade dos agregados e boa infiltração de água no solo são condições físicas importantes para qualidade ambiental dos ecossistemas (Zullo, 1985; Citado por Lima, 2007).

### 2.5.1. Densidade do solo (DS)

A densidade do solo é definida como sendo a relação existente entre a massa de uma amostra de solo seca a 105°C e a soma dos volumes ocupados pelas partículas e pelos poros, pode ser feita com o método de anel volumétrico, torrão parafinado e proveta.

#### Método de anel volumétrico

Feita na base de metal, serve para inferir o estado de compactação ou de adesamento do solo, por conseguir inferir sobre a circulação da água no solo, respiração das raízes e a penetração radicular (resistência do solo) (Lima, 2007).

$$D_s = m/V$$

Equação 1

Onde:  $D_s$  – densidade do solo;  $m$  é a massa da amostra e  $V$  – volume da amostra

### Método proveta

Obtenção da massa por pesagem após compactação da amostra de solo em uma proveta até o volume pré-determinado. O cálculo é feito com base na massa da amostra de solo (TFSA), volume de solo na proveta e factor de correcção de humidade da amostra (EMBRAPA, 2017).

$$D_s = m \times f/V \quad \text{Equação 2}$$

Onde:  $D_s$  – densidade do solo;  $m$  – massa da amostra de solo (TFSA), em g;  $V$  – volume de solo na proveta, em  $\text{cm}^3$ ;  $f$  – factor de correcção de humidade da amostra.

### Método de torrão parafinado

Obtenção da massa por pesagem e do volume pelo deslocamento de líquido após a impermeabilização de um torrão com parafina fundida. O cálculo é feito com base na massa do torrão seco a  $105\text{ }^\circ\text{C}$  e volume do torrão (EMBRAPA, 2017).

$$D_s = P_{\text{tor}}/V_{\text{tor}} \quad \text{Equação 3}$$

Onde:  $P_{\text{tor}}$  – massa do torrão seco a  $105\text{ }^\circ\text{C}$ , em kg;  $V_{\text{tor}}$  – volume do torrão, em  $\text{dm}^3$ .

$$P_{\text{tor}} = (m_{\text{tu}}/1+b) \quad \text{Equação 4}$$

$$P_{\text{parafina}} = (m_{\text{tp}} - m_{\text{tor}}) \quad \text{Equação 5}$$

$$V_{\text{parafina}} = P_{\text{parafina}}/0,9 \quad \text{Equação 6}$$

$$V_{\text{tor}} = ((V_a - V_{\text{at}}) - V_{\text{parafina}}) \quad \text{Equação 7}$$

Onde:  $m_{\text{tu}}$  – massa do torrão húmido, em kg;  $b$  – humidade da subamostra, em  $\text{kg kg}^{-1}$ ;  $P_{\text{parafina}}$  – massa da parafina, em kg;  $V_{\text{parafina}}$  – volume da parafina, em  $\text{dm}^3$ ;  $m_{\text{tp}}$  – massa do torrão parafinado, em kg;  $m_{\text{tor}}$  – massa do torrão seco ao ar, em kg;  $V_a$  – volume total de água do béquer, em  $\text{dm}^3$ ;  $V_{\text{at}}$  – volume de água adicionado ao béquer com o torrão, em  $\text{dm}^3$ ;  $V_{\text{parafina}}$  – volume da parafina, em  $\text{dm}^3$ .

As densidades dos solos são expressas em gramas por centímetros cúbicos ( $\text{g}\cdot\text{cm}^3$ ) ou quilogramas por metro cúbico ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) e as amplitudes de variação situam-se dentro dos limites descritos na tabela 1:

**Tabela 1:** Densidade do solo.

<b>Solos</b>	<b>Limites</b>
Argilosos	0,90 a 1,25 $\text{g}/\text{cm}^3$
Arenosos	1,25 a 1,60 $\text{g}/\text{cm}^3$
Húmicos	0,75 a 1,00 $\text{g}/\text{cm}^3$
Turfosos	0,20 a 0,50 $\text{g}/\text{cm}^3$

**Fonte:** Lima, 2007.

### 2.5.2. Densidade de partículas (Dp)

Segundo EMBRAPA (2017), a densidade de partículas expressa a relação entre a quantidade de massa de solo seco em estufa a  $105^0\text{C}$  por unidade de volume de sólido do solo; portanto, não inclui a porosidade do solo e não varia com o manejo do solo. Depende primariamente da composição química e composição mineralógica do solo. Os componentes que predominam em solos minerais apresentam valores de Dp em torno de  $2,65 \text{ g cm}^{-3}$ , exceção quando tem teor de matéria orgânica ou óxidos de  $\text{Fe}^{3+}$  e  $\text{Al}^{3+}$  altos. A matéria orgânica tem densidade específica de  $0,9$  a  $1,3 \text{ g cm}^{-3}$  e sua presença reduz a Dp, ao contrário da presença de óxidos que aumenta a Dp.

O principal uso da Dp refere-se a cálculos de sedimentação de partículas em meio líquido e estimativa da porosidade de um solo quando se conhece a Ds.

$$Dp = Ms/Vs$$

Equação 8

Onde: Ms = massa de solo; Vs = volume de solo.

### 2.5.3. Porosidade total

De acordo com EMBRAPA (2017), porosidade é uma propriedade física definida pela relação entre o volume de poros e o volume total de um certo material, e é responsável por um conjunto de fenómenos e desenvolve uma série de mecanismos de importância na física de solos, a

porosidade está directamente relacionada à textura e estrutura dos solos, isto é, (capacidade de drenagem interna e retenção de água de um perfil, condições de aeração).

A porosidade pode ser calculada segundo a equação indicada a baixo:

$$PT = 100 \frac{(a-b)}{a} \quad \text{Equação 9}$$

Sendo: a = densidade real e b = densidade aparente.

#### **2.5.4. Argila dispersa em água (ADA)**

A dispersão é um sistema acelerado de desagregação promovida pelo manejo inadequado como calagens em excesso na superfície ou uso exagerado de resíduos sem controlo de qualidade. Assim, a análise das argilas dispersas em água fornece subsídios para se determinar se o solo está sujeito a estes fenómenos ou mesmo se está sujeito à compactação, pois com esta análise é possível se avaliar o estado de floculação ou dispersão das argilas (EMBRAPA, 2017).

#### **2.5.5. Grau de floculação**

Relação entre a argila naturalmente dispersa em água e a argila total, obtida após dispersão. Indica a proporção da fracção argila que se encontra floculada, informando sobre o grau de estabilidade dos agregados (EMBRAPA, 2017).

#### **2.5.6. Relação silte/argila**

Obtida da determinação da análise granulométrica. É utilizada como indicativo do grau de intemperismo do solo e permite também avaliar se há movimentação de argila no perfil (EMBRAPA, 2011).

#### **2.5.7. Granulometria (Dispersão total)**

A determinação da granulometria corresponde à caracterização da distribuição de tamanho das partículas do solo com diâmetro <2mm (terra fina), em classes que definem suas fracções texturais. As três principais fracções texturais são a argila ( $\emptyset < 0,002\text{mm}$ ), o silte ( $\emptyset 0,002$  a  $0,05\text{mm}$ ) e a areia ( $\emptyset 0,05$  a  $2\text{mm}$ ). Esta última fracção pode ser dividida em areia grossa ( $\emptyset 0,25$

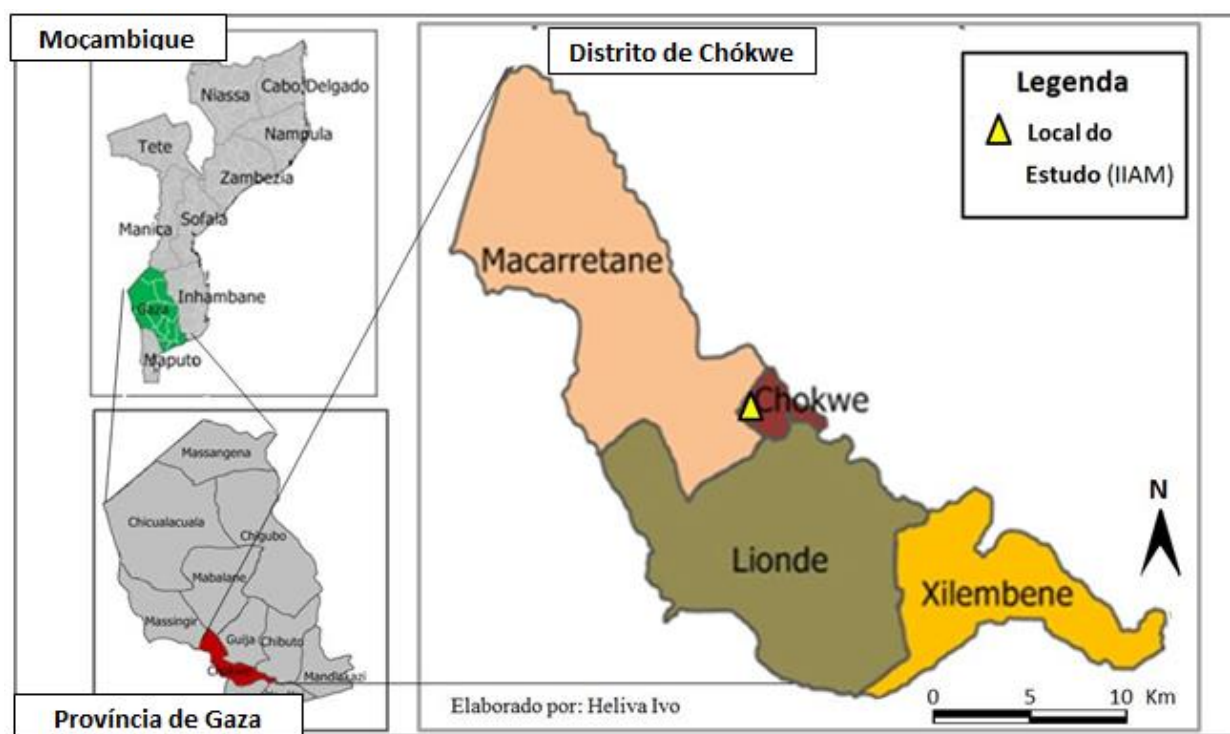
a 2,0mm) e areia fina ( $\emptyset$  0,25 a 0,05mm) ou, ainda, em areia muito grossa ( $\emptyset$  1,0 a 2,0mm), areia grossa ( $\emptyset$  0,5 a 1mm), areia média ( $\emptyset$  0,25 a 0,5mm), areia fina ( $\emptyset$  0,1 a 0,25mm) e areia muito fina ( $\emptyset$  0,05 a 0,1mm) (EMBRAPA, 1997).

Os métodos mais utilizados para determinação da granulometria do solo são o método da pipeta, do densímetro e o método analítico de crivagem ou peneiração. Eles recebem essas denominações em função do dispositivo usado para, respectivamente, colectar uma fracção da solução (pipeta volumétrica) ou determinar a densidade da solução (densímetro). O método da pipeta é o mais preciso, sendo utilizado para calibração de outros métodos, como o próprio método do densímetro (Silva *et al.*, 2009).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Localização da área de estudo

A área de estudo está localizada na Estação Agrária de Chókwe (coordenadas -24.532068, 32.983248), localizada no distrito de Chókwe, província de Gaza, a margem direita do rio Limpopo, entre as coordenadas: Longitude 32° 30' 00" Este, e Latitude 24° 10' 00" Sul. O Distrito ocupando uma área estimada em 3233 km<sup>2</sup>, com uma extensão de aproximadamente 100 km e de 15 a 40 km. Tem como limites a Norte o rio Limpopo que o separa dos distritos de Massingir, Mabalane e Guija, a Sul o distrito de Bilene e Chibuto e a Oeste os distritos de Magude e Massingir. (MAE, 2005). Como ilustra a figura abaixo.



**Figura 1:** Mapa da área de estudo

#### 3.1.1. Relevo e solos

Todo o distrito de Chókwe é uma planície com menos de 100 metros de altitude e composta por aluviões ao longo do rio Limpopo, que atravessa todo o distrito no sentido NW-SE, e por depósitos indiferenciados no resto do distrito (PA's de Macarretane e Lionde) (MAE, 2014).

Para MAE (2014), o distrito possui solos distintos que podem ser divididos em quatro grupos principais:

- a) O primeiro grupo encontra-se nas áreas elevadas dos sedimentos marinhos, suavemente ondulado, em grande parte fora do sistema do regadio, com camada superior de areia com espessura que varia entre 20 a 80cm, mal estruturado, sobre um subsolo franco argiloso muito duro e compacto, moderadamente a fortemente salino e sódico. O solo arenoso possui baixa capacidade de retenção de água e tem baixa fertilidade natural.
- b) O segundo grupo de solos encontra-se nas depressões ou planícies dos sedimentos marinhos, caracteriza-se por um relevo plano ou quase plano com declives inferior a 0.5%, textura agrícola pesada e fertilidade moderada. Estes solos são imperfeitamente a pobremente drenadas e podem ser inundadas durante semanas. Em algumas áreas encontra-se uma salinidade e sodicidade mais ou menos forte no subsolo e localmente no solo da superfície. Gua
- c) O terceiro grupo de solos é composto por variedades de solos profundos, arenosos, moderadamente a bem drenados e de fertilidade natural baixa a moderada nas dunas interiores. São geralmente salinos e não sódicos.
- d) O quarto grupo de solo desenvolve-se nos sedimentos recentes do rio Limpopo, ocupando toda área dos meandros do rio. Estes solos são profundos, altamente variáveis em textura, geralmente com elevada fertilidade natural. O relevo é localmente ondulado com curta inclinação. São solos usados intensivamente em sequeiro pelo sector familiar.

### **3.1.2. Clima e Precipitação**

O clima do distrito é dominado pelo tipo semiárido (seco de savana), onde a precipitação vária de 500 a 800 mm, confirmando o gradiente do litoral para o interior, enquanto a evapotranspiração potencial de referência (ET<sub>o</sub>) é da ordem dos 1400 a 1500 mm. As temperaturas médias anuais variam entre os 22°C e 26°C e a humidade relativa média anual entre 60-65% (MAE, 2014).



A baixa pluviosidade, aliada às elevadas temperaturas, resulta numa acentuada deficiência de água. A irregularidade das chuvas ocasiona estiagem e secas frequentes, mesmo durante a estação das chuvas.

### 3.2. Materiais

Para a recolha e análise de dados para o presente estudo foram necessários os seguintes materiais:

1-GPS	12-Carta de munsell	23-Etiquetas
2-Balde	13-Sonda	24-Tesoura
3-Faca	14-Caixas	25-Água destilada
4-Espátula	15-Caneta	26-Reagentes
5-Balanças	16-Marcador	27-pHmetro
6-Sacos plásticos	17-Bloco de notas	28-Conduvímetero
7-Pá	18-Enxadas	29-Proveta
8-Estufa	19-Balao volumétrico	30-Termómetro
9-Eler meyer	20-Bécher	31-Alcool etílico
10-Anel de aço (kopecky)	21-Parafina fundida	32-Hidróxido de sódio
11-Lata de alumínio	22-Agitador vertical	33-Densímetro

### **3.3. Métodos**

#### **3.3.1. Mapeamento da área**

Fez-se o reconhecimento da área calculando a sua extensão com auxílio do GPS, sendo marcados pontos aleatórios para a sondagem de modo a constituir as unidades de mapeamento (comumente denominadas glebas) com base na vegetação, topografia, cultivos comuns e anteriores e historial do uso.

#### **3.3.2. Selecção de perfis, descrição e amostragem**

Foram seleccionados e abertos três (3) perfis, denominados P1; P2 e P3, onde foi feita a caracterização morfológica do solo e a colecta das amostras deformadas e indeformadas de todos horizontes e camadas, com auxílio do Manual de Descrição e Colecta de Solo no Campo proposto por Santos (2005).

A colheita das amostras para a análise de rotina (morfologia e física) foi feita em cada horizonte distanciando-se uma amostra da outra em 10 a 40 cm, usando-se uma fita métrica e pá.

As amostras foram condicionadas em sacos plásticos, etiquetadas para posterior fazer-se a análise laboratorial. Nas etiquetas foram anotadas informações seguintes: o local, número do perfil, profundidade, código da amostra, gleba, data de colecta, o colector e a classificação preliminar do solo.

#### **3.3.3. Caracterização dos atributos morfológicos dos solos**

A caracterização dos atributos morfológicos foi realizada em profundidade do perfil com base em fita métrica, cor do solo com base no Manual de cores de Munsell, estrutura do solo, textura pelo método manual, consistência (seca, húmida e molhada), de acordo com Santos *et al.*, (2005).

#### **3.3.4. Preparo de amostras e separação de terra fina, cascalho e calhaus**

As amostras foram secas ao ar livre (a temperatura ambiente), destorroadas e depois peneiradas em uma peneira de 2mm de abertura para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). As fracções

granulométricas foram divididas de acordo com o seu diâmetro, calhaus (20 mm a 20 mm), cascalhos (<20 mm a 2,0 mm) e a terra fina (<2,0 mm). Sua quantificação permitiu classificar o solo quanto à proporção de fracções grossas e possibilita inferências sobre algumas das características de interesse agronómico e ambiental, como retenção de água, mecanização e erodibilidade.

### 3.3.5. Determinação dos atributos físicos dos solos

Foram determinados, de acordo com (EMBRAPA, 2017):

#### a) Humidade residual e factor “f”

Foram pesadas 5g de TFSA, colocada em lata de alumínio e levada para estufa em uma temperatura de 105°C durante 24 horas para obtenção de TFSE (g). De seguida determinou-se a massa da amostra de solo seca em estufa (TFSE) numa balança com precisão de 0,001 g. A massa residual de água presente na amostra obteve-se por diferença.

$$Ur = \frac{a-b}{b} \quad \text{Equação 10}$$

$$f = \frac{a}{a} \quad \text{Equação 11}$$

Onde:

Ur - humidade residual, em kg.kg<sup>-1</sup>;

f - Factor usado para correcção da massa de solo nas determinações em laboratório;

a - massa da amostra seca ao ar, em g;

b – massa da amostra seca a 105 °C até atingir peso constante, em g;

#### b) Densidade do solo

Para a determinação da densidade do solo foram usados método do anel volumétrico, para os horizontes A e camadas francos a franco argilosas onde foi possível colectar com anel volumétrico de aço Koppeck de 5 cm de altura e 5 de diâmetro. Para as camadas arenosas foi usado o método da proveta. Para horizonte A do P1 foi usado o método do torrão parafinado, pois não foi possível o anel nem a proveta.

Pelo método anel volumétrico obteve-se a massa usando-se uma balança com capacidade para 200 g e com precisão de 0,01 g, após a secagem em estufa a uma temperatura de 105 °C por 48 horas, obteve-se o volume pela colecta de amostras de solo com estrutura indeformada por meio de um cilindro de volume interno de 100 cm<sup>3</sup>.

Pelo método da proveta, obteve-se a massa por pesagem após compactação da amostra de solo em uma proveta até o volume pré-determinado. Para encher a proveta com solo, colocou-se, de cada vez, aproximadamente 35 ml de solo, deixando cair de uma só vez e em seguida compactou-se o solo batendo a proveta 10 vezes sobre um papel de 5 mm de espessura, repetiu-se essa operação por mais duas vezes, até que o nível da amostra ficar nivelado com o traço do aferimento da proveta. No fim pesou-se o solo da proveta com a amostra e calculou-se a densidade.

Pelo Método do torrão parafinado obteve-se a massa por pesagem e do volume pelo deslocamento de líquido após a impermeabilização do torrão com parafina fundida. Para este método pesou-se o torrão seco ao ar, que tinha cerca de 5 cm de diâmetro. Depois mergulhou-se o torrão em parafina fundida a uma temperatura de 60 °C -65 °C, tomou-se cuidado para que o torrão seja completamente recoberto por ela. Após o processo da secagem e resfriamento da parafina, fez-se a pesagem. No fim colocou-se o torrão parafinado num béquer com 250 ml de água e determinou-se o seu volume.

#### **c) Densidade de partículas**

Foi usado o Método do balão volumétrico que baseou-se na obtenção por pesagem da massa da amostra seca em estufa a 105 °C e na determinação de seu volume obtido por meio da medida da diferença entre o volume do álcool etílico necessário para preencher balão de 25 ml vazio e o volume do álcool necessário para completar o volume do recipiente contendo 10g do solo seco.

#### **d) Porosidade Total**

A porosidade total medida pelo método directo pela mensuração da massa de água necessária para saturar uma amostra de solo de volume total conhecido. Desta forma a porosidade total determinada foi obtida através da saturação completa das amostras.

**e) Argila dispersa em água (ADA)**

Para esta análise colocou-se 50g de solo em copo plástico de 250 ml, adicionou-se 125 ml de água destilada e agitou-se com agitador vertical durante 24h, depois passou-se o material através da peneira de 0.053mm, lavou-se as areias com água destilada, agitou-se a suspensão por 20 segundos e completou-se o volume para 1L, antes de fazer a leitura do densímetro deixou-se em repouso durante 90 minutos. Paralelamente, efectuou-se uma prova em branco, faz-se a leitura do densímetro e abandonou-se as areias.

**f) Análise granulométrica (dispersão total)**

Pelo método densímetro ou hidrómetro dentro dos seguintes limites granulométricos: areia grossa (AG) 2 a 0,2 mm, areia fina (AF) 0,2 a 0,05mm, silte (Silte) 0,05 a 0,002 mm e argila (Arg.) <0,002 mm. Com base nos resultados foram determinados os teores e as percentagens de areia, silte, areia fina e grossa, e classe textural.

**g) Relação silte/argila**

A relação Silte/argila foi obtida da determinação da análise granulométrica. Foi utilizada como indicativo do grau de intemperismo do solo e permitiu também avaliar se há movimentação de argila no perfil. Calculou-se essa relação em função dos valores da argila total e do silte.

**2.3.6. Classificação dos solos**

A classificação dos solos dos Campos Experimental da Estação Agrária foi feita tendo como base as normas preconizadas no SiBCs - Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (2005), por ser um sistema que apresenta parâmetros de classificação de solos de fácil interpretação e que adequa a solos encontrados em Moçambique. Como a descrição foi realizada apenas em perfis do solo da estação agrária do Chókwe, procurou-se identificar solos vizinhos associados a cada perfil.

Segundo a FAO (2015), dada a multiplicidade de combinação possíveis quanto a natureza de clima, organismos do solo, característica da rocha mãe, formas de relevo e as modificações feitas

pela acção do homem, os solos da estação agrária do Chókwe são classificados como fluvissoilo – solos recentes de aluvião, sendo frequentemente sujeitos a agricultura itinerante.

Pela propriedade de diagnóstico apresentados dos solos estudados que apresentam em geral o horizonte A (Ap; A1 e A2) superficial argiloso, sobreposto a camadas arenosas, e por vezes entre as camadas, a variação de textura entre arenosa a franco arenoso e no perfil 3, onde ocorre uma camada arenosa entre duas muito argilosa, com blocos e prismas.

### **3.4. Análise de dados**

Após a realização do ensaio, os dados foram registados e depois processados segundo o comportamento de cada análise. Porém não foi usado nenhum pacote estatístico. Sendo interpretados com base nos manuais de análises de solos, do (INIA, 1998), (FAO, 1988), (WRB, 2015).

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Atributos morfológicos dos solos**

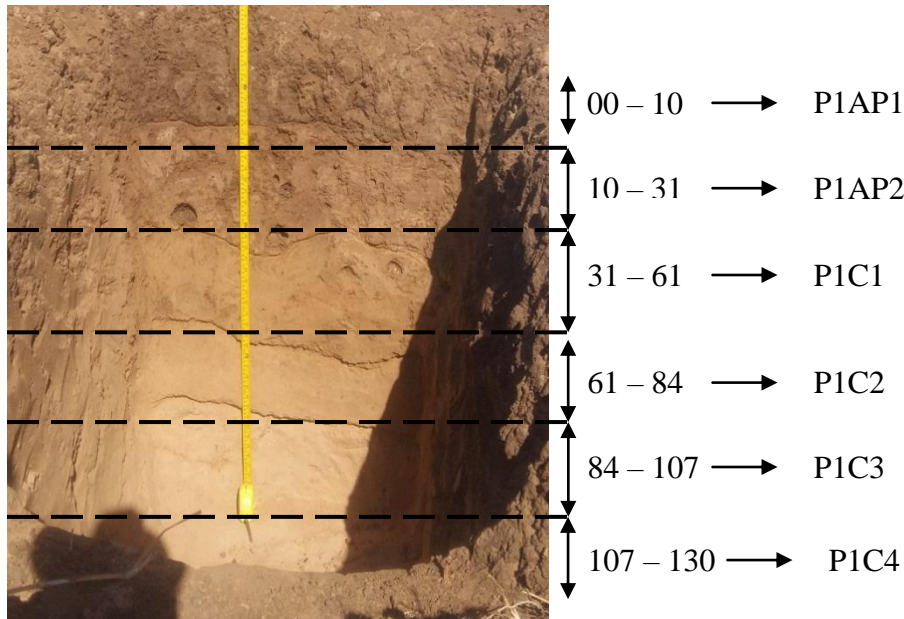
#### **4.1.1. Caracterização geral do ambiente paisagístico**

O local em estudo (estação agrária IIAM) apresenta características de uma vegetação e terra plana morfológicamente, que variam em termos de todos os atributos. Sendo no geral, solos escuros, que podem variar de acinzentado a amarelado. De acordo com os fraccionamentos das regiões em cores determinam se 3 glebas (porções de terra), nas quais foram abertos os perfis do solos denominando se o primeiro perfil de P1, o segundo perfil de P2 e o terceiro perfil de P3. O relevo local é suavemente plano, com baixa taxa de infiltração da água.

#### **4.1.2. Profundidade e cor do solo**

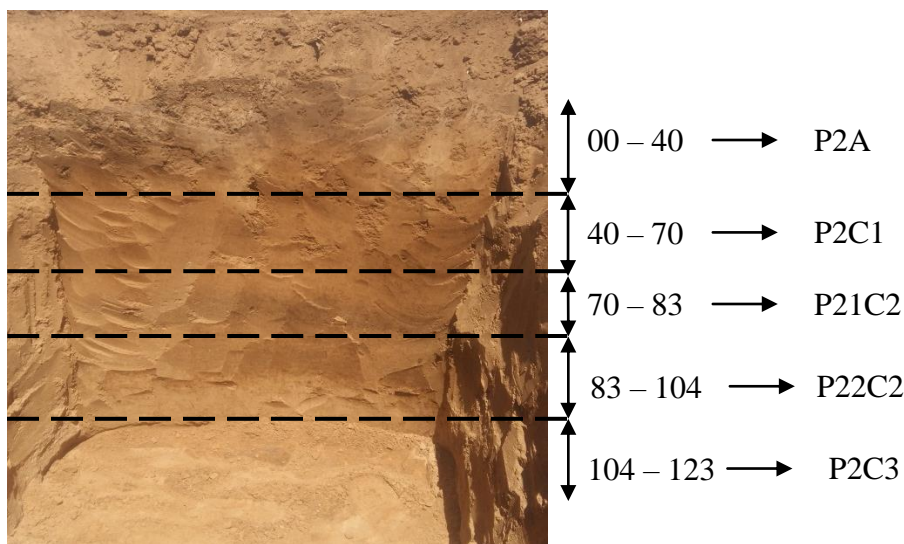
Em todos os perfis estudados, nota-se que são meramente profundos, com mais 100 cm de profundidade. O primeiro perfil apresenta 2 (P1AP1 e P1AP2) horizontes e 4 camadas (P1C1, P1C2, P1C3, P1C4). O segundo perfil apresenta 1 horizontes (P2A) e 4 camadas (P2C1, P21C2, P22C2, P2C3) e o terceiro perfil apresenta apenas 1 horizontes (P3A) e 2 camadas (P3C1, P3C2).

O P1 possui na componente húmida a matiz em 10YR (4/2; 4/2; 4/3; 4/6; 6/3 e 6/4), cores que vão de bruno-acinzentado na parte superficial (nos dois primeiros horizonte), bruno escuro e bruno amarelado escuro na parte intermediária (camadas 3 e 4) e nas duas últimos camadas (5 e 6) apresenta bruno claro acinzentado e bruno claro amarelado. A componente seca a matriz 10YR (2/2; 2/2;3/2;3/3;4/4 e 3/4) é composta por cores que vão de mosqueado bruno muito escuro na parte superficial (nos dois primeiros horizonte), bruno acinzentado muito escuro e bruno escuro na parte intermediária (camadas 3 e 4) e nos dois últimos horizontes ambos são constituídos pelas cores bruno amarelado escuro.



**Figura 2:** Perfil 1 dos solos do campo Experimental da Estação Agrária de Chòkwé.

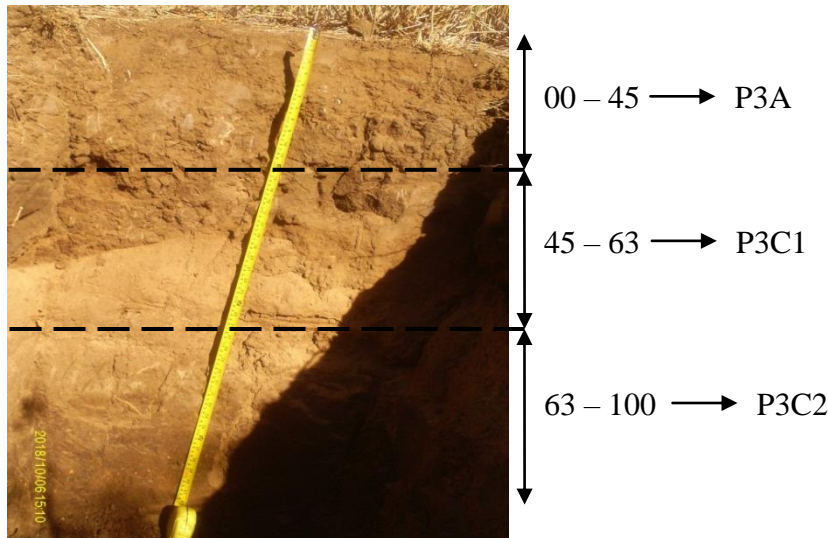
No segundo perfil (P2), predominam cores que vão de bruno escuro na parte superficial (horizonte), bruno amarelado (na camada 2 e 3), e bruno amarelado escuro a bruno claro acinzentado (na 4 a 5 camada respectivamente) na componente húmida em 10YR (3/3;5/4;5/4;4/4 e 6/3). Na componente seca a matiz em 10YR (3/2; 3/3; 3/3; 3/3 e 4/4) é composta por cores que vão bruno acinzentado muito escuro (horizonte), bruno escuro (nas três camadas intermediárias) e bruno amarelado escuro na última camada.



**Figura 3:** Perfil 2 dos solos do campo Experimental da Estação Agrária de Chòkwé.



O P3 em relação as características predominantes de coloração, a componente húmida matriz em 10YR (4/3; 5/4 e 5/3) é composta por bruno escuro na parte superficial (horizonte), bruno amarelado na parte intermediária (camada 1) e bruno claro acinzentado na parte mais profunda (ultima camada). A componente seca matriz em 10YR (3/2; 4/3 e 3/2) é composta por bruno acinzentado muito escuro na parte superficial (horizonte), bruno escuro a bruno na parte intermediária (camada 1) e bruno acinzentado muito escuro na parte mais profunda.



**Figura 4:** Perfil 3 dos solos do campo Experimental da Estação Agrária de Chòkwé.

Nos três perfis tanto na componente húmida assim como seca, observou-se mostrando variação de cor entre as camadas, apesar desta variação a cor escura é dominante. Para Oliveira (2009), a cor indica se o solo é fértil ou não.

#### **4.1.3. Textura, estrutura e consistência**

Os atributos como textura, estrutura, consistência foram bastante semelhantes em alguns horizontes dos três perfis. Tendo perfil 1 sido classificado em textura argilosa na parte superficial, franco-argiloso e arenoso na camada intermédia e areia-franca na camada mais profundo. A classificação do perfil 2 assemelha-se ao do 1 na parte superficial (argila), no horizonte intermédio do perfil 2 ainda mantem-se a argila, mas no horizonte mais profundo encontra-se a textura franco-argilosa. O perfil 3 é caracterizado por uma textura argilosa na parte superficial, areia na parte intermédia e argilosa na última camada (Tabela 2).

**Tabela 2:** Descrição Morfológica dos solos de IIAM estação agrária de Chókwe.

Horiz.	Prof.	Cor Munsell (Matriz)		Textura	Estrutura			Consistência			Transição
		Húmida	Seca		Grau	Tamanho	Forma	Seca	Húmida	Molhada	
<b>P1 – Fluviosolo</b>											
<b>P1AP1</b>	00–10	10YR 4/2	10YR 2/2	Argila	Granular simples e Maciço	Pequena	Granular e apédica	Solto e Macio	Firme	Ligeiro Plástico e pegajoso	Abrupta e Plana
<b>P1AP2</b>	10–31	10YR 4/2	10YR 2/2	Argila	Granular simples e franco	Media	Granular e apédica	Solta e duro	Firme	Ligeiro Plástico e ligeiro pegajoso	Difusa e Irregular
<b>P1C1</b>	31 – 61	10YR 4/3	10YR 3/2	Argila	Granular simples maciço	Media	Laminar	Ligeiro duro	Firme	Ligeiro Plástico e não pegajoso	Difusa e Irregular
<b>P1C2</b>	61 – 84	10YR 4/6	10YR 3/3	Franco-Argiloso	Granular simples e Franco	Muito pequena	Granular e apédica Laminar	Solto	Friável	Plástico e ligeiro pegajoso	Difusa e Irregular
<b>P1C3</b>	84 – 107	10YR 6/3	10YR 4/4	Franco-arenoso	Granular simples e Maciço	Pequena	Granular e apédica com bloco subangulares	Solto	Solta	Não Plástico e não pegajoso	Difusa e Irregular
<b>P1C4</b>	107 – 130	10YR 6/4	10YR 3/4	Areia-franca	Granular simples e Maciço	Pequena	Granular e apédica com bloco subangulares	Macio	Firme	Não Plástico e não pegajoso	Difusa e Irregular

Caracterização dos atributos morfológicos e físicos dos solos do campo Experimental da Estação Agrária de Chòkwé

<b>P2 – Fluviosolo</b>											
<b>P2A</b>	00 – 40	10YR 3/3	10YR 3/2	Argila	Granular simples e maciço	Pequena e Media	Laminar	Solto e Macio	Solto	Não plástico não pegajoso	Difusa Ondulada
<b>P2C1</b>	40 – 70	10YR 5/4	10YR 3/3	Argila	Granular simples e maciço	Pequena e Media	Laminar	Solto e Macio	Solto	Não plástico não pegajoso	Difusa Ondulada
<b>P21C2</b>	70 – 83	10YR 5/4	10YR 3/3	Argila	Granular simples e maciço	Pequena e Media	Laminar	Solto e Macio	Friável	Não Plástico e não pegajoso	Difusa Ondulada
<b>P22C2</b>	83 – 104	10YR 4/4	10YR 3/3	Argila	Granular simples e maciço	Pequena e Media	Laminar	Solto e Macio	Friável	Não Plástico e ligeiro pegajoso	Difusa Ondulada
<b>P2C3</b>	104 – 123	10YR 6/3	10YR 4/4	Franco- arenosa	Granular simples e maciço	Pequena e Media	Granular e apédica com bloco subangulares	Solto e Macio	Firme	Ligeiro plástico e ligeiro pegajoso	Difusa e Descontinua
<b>P3 – Fluviosolo</b>											
<b>P3A</b>	00 – 45	10YR 4/3	10YR 3/2	Argila	Granular simples Maciço e Franco	Pequena	Granular Prismática e colunar	Macio	Firme	Ligeiro Plástico e pegajoso	Abruta e ondulada
<b>P3C1</b>	45 – 63	10YR 5/4	10YR 4/3	Areia	Granular simples	Muito pequena	Colunar	Solto	Friável	Não plástico não pegajoso	Abruta e ondulada
<b>P3C2</b>	63 – 100	10YR 5/3	10YR 3/2	Argila	Granular simples Maciço e Franco	Pequena	Prismática e colunar	Macio	Firme	Ligeiro plástico Pegajoso	Irregular

Com base na textura pode-se afirmar que após chuva, os terrenos de solos dos três perfis absorvem bastante água e ficam encharcados, e por outro lado, na época de seca estes solos tendem a formar uma camada dura e pouco arejada do terreno, prejudicando o desenvolvimento da vegetação (EMBRAPA 2017).

Estudo realizado por Santos (2005), mostrou que em perfis distintos mas com características de solos semelhantes, observa-se uma textura bastante homogênea, mas esta pode ser influenciada com as práticas de manejo adoptadas, prática que podem aumentar a possibilidade de compactação do solo.

Quanto a estrutura e consistência, para os três perfis os solos diferem de horizonte para horizonte (de acordo com a profundidade), em quantidade e em espessura de camada, observando-se um predomínio de partículas grossas (partículas que se distinguem macroscopicamente com maior ou menor facilidade). O estudo vai de acordo com Palmeira *et al.* (1999), estes afirmam que os sistemas que mais sofreram alteração da estrutura do solo são os sistemas de uso intensivo que adoptam técnicas convencionais de manejo.

Tendo em conta que os solos dos três perfis são classificados como fluviosolo a que destacar o trabalho feito pela CMP (2014), na qual observam que os fluviosolos são solos associados à boa aptidão agrícola. Estes solos contribuem para manter o equilíbrio da paisagem.

## **4.2. Atributos físicos**

### **4.2.1. Areias**

A fracção TFSA (<2 mm) é a que compõe quase na totalidade os solos estudados (Tabela 3). A relação areia fina/areia grossa (AF/AG), mostra que o teor de areia fina é inferior ao da areia grossa em todos os perfis do solo. A AF aumenta em profundidade no P1 e diminui em profundidade no P2, no P3 os valores não obedecem um padrão, tendo o horizonte menor valor e a camada 1 maior valor. A AG também aumenta em profundidade no P1, no P2 e 3 não obedece nenhum padrão, mas é de destacar que o P2 apresenta maiores quantidades de areia grossa nas camadas mais profundos quando comparado com o P3.

As diferenças na uniformidade da relação AF/AG (partindo do horizonte a camadas) para o P1, P2 e P3 faz-nos perceber que a uma diferença na constituição ou no estado em que esses solos se encontra quando comparados. Este ponto possivelmente deve estar ligado ao tipo de tratamento em que cada solo esteve sujeito, podendo ter sofrido influências do homem assim como naturais.

#### **4.2.2. Silte e Argila**

No P1 observa-se que tanto o teor de silte assim como o da argila os valores tendem a decrescer do horizonte para as camadas mais profundas, e, apesar desta semelhança no decréscimo, os valores de teores de silte são mais altos que os da argila com exceção do horizonte e da última camada. Onde tem-se teor de silte igual a  $408.9 \text{ g kg}^{-1}$  e da argila  $437.6 \text{ g kg}^{-1}$  para o segundo horizonte e teor de silte igual a  $8.4 \text{ g kg}^{-1}$  e da argila  $97.6 \text{ g kg}^{-1}$  para a última camada.

No P2 e P3 observa-se valores não uniformes tanto para o teor de silte assim como o da argila, com destaque da terceira camada do P2 que apresenta o maior valor de teor do Silte ( $794.9 \text{ g kg}^{-1}$ ). Os valores de teor de silte mais uma vez são mais altos que os da argila para o P2 e P3.

#### **4.2.3. Argila dispersa em H<sub>2</sub>O**

Para o P1 verificaram-se que os valores da argila dispersa em água tendem a decrescer com a profundidade, possivelmente, práticas realizadas na região diminuíram a quantidade da argila dispersa em água nas camadas mais profundas. No P2 uma situação quase semelhante é observada com exceção da primeira camada que apresenta uma quantidade de argila dispersa em água muito baixa quando comparado com o horizonte e a segunda camada, tendendo a decrescer nas duas camadas mais profundas. No P3 nota-se que a maior quantidade da argila dispersa em água centra-se na camada mais profunda, o inverso do perfil 1 e 2.

De acordo com Oliveira (2009), o solo posicionado na superfície menos profunda do terreno apresentam quantidades maiores de argila dispersa em água, pois estas superfícies geralmente apresentam fluxos convergentes de água, provocando variações efectivas dos solos. Além disso, o movimento preferencial de argila por meio de escoamento lateral da água, pode ser outra causa do aumento de argila dispersa em água no solo menos profundo.

#### **4.2.4. Relação silte/argila**

Os perfis 1 e 3 apresentam valores de relação silte/argila quase semelhantes, que variam de 0.1 a 1.8, o que leva-nos a sugerir que os solos passaram por um grau de intemperização dos solos semelhantes. Grau este que pode ser considerado muito baixo quando comparado com o perfil 2, perfil que apresenta valores que variam de 1.2 a 6.8. É importante frisar que de acordo com SiBCS (2005), solos muito intemperizados apresentam relação silte/argila menor que 0,6.

#### **4.2.5. Densidade do solo e da partícula**

##### **4.2.5.1. Densidade do solo**

A densidade do solo não apresenta grandes variações nos diferentes perfis, mas é de destacar que nas camadas mais profundas para o perfil 1 e 2 verifica-se acréscimo do valor da densidade. De acordo com (Miotti *et al.*, 2013) isso indica que a diminuição da macroporosidade, no intervalo considerado, pode estar ligada mais à gênese do solo do que à compactação provocada pelo manejo, pois os efeitos antrópicos são mais pronunciados na superfície.

No perfil 3 a uma não a uma uniformidade valores da densidade, tendo o horizonte um valor igual a 1.07 a primeira camada 1.52 e a última camada 1.10 (Tabela 3).

##### **4.2.5.2. Densidade das partículas**

No perfil 1, 2 e 3 não houve grandes variações nos valores da densidade das partículas no horizonte e nas diferentes camadas em todas as profundidades. Apesar de não haver grandes variações, no perfil 1 e 2 a densidade das partículas é menor nos horizontes (profundidade de 0-31 no perfil 1) e no horizonte e primeiras camadas do perfil 2 (0-40 de profundidade). No perfil 3 a menor densidade das partículas encontra-se na camada mais profunda (63-100). Em profundidades dos solos em que os valores da densidade são altos indicam existência de partículas mais densas.

#### **4.2.6. Porosidade do solo**

A porosidade do solo (P%) do P1 nos dois horizontes e nas 4 camadas encontram-se dentro dos padrões de solos arenosos e varia de 37.67%; 38.25%; 41.25%; 49.24%; 41.83% e 40.86%

respectivamente de espaços vazios que podem ser ocupados por água e outros solutos. Possivelmente o solo deste perfil não sofreu igual acção da natureza ou do homem desde a parte superficial até as últimas camadas.

A porosidade do solo (P%) no P2 é semelhante ao P1 (encontra-se dentro dos padrões de solos arenosos), com excepção da terceira camada, que apresentam alta porosidade em relação ao horizonte e outras camadas. Uma situação inversa da P1 e P2 é observado no P3, onde a altos valores de porosidade no horizonte e na última camada (Tabela 3). A alta porosidade pode estar condicionada pela presença de matéria orgânica do solo, e o facto de esta aumentar em subsuperfície pode ser um indicativo de subsidência ou compactação do horizonte superficial orgânico.

Com base em todas as análises feitas dos atributos físicos (areia, silte, argila, densidade do solo e partículas) fica fácil perceber o conceito dado por Alonso (2008), sobre o fluvisolo, na qual ele afirma que os fluvisolos correspondem a solos derivados de depósitos aluvionares dístricos em aluviões recentes localizados em superfícies de deposição de sedimentos.

**Tabela 3.** Atributos físicos de solos do IIAM da estação agrária de Chókwe.

—Horizont—		Frações da amostra total			— Granulometria da TFSA —					Argila dispersa em H <sub>2</sub> O	Grau de floculação	Silte Argila	AF AG	— Densidade —		Porosidad Total
Símb	Prof.	Calhaus >20mm	Casc 20- 2mm	TFSA <2mm	— Areia —			Argila	Silte					Solo	Partícula	
	Cm	g kg <sup>-1</sup>			Grossa	Fina	Total	g kg <sup>-1</sup>			%	g cm <sup>-3</sup>		%		
<b>P1- Fluviosolo</b>																
<b>P1AP1</b>	00 – 10	0	0	1000	150.04	8.40	158.48	417.6	425.4	418.7	0	1.0	0.056	1.34	2.15	37.67
<b>P1AP2</b>	10 – 31	0	0	1000	148.92	15.80	164.70	437.6	408.9	420.7	4	0.9	0.106	1.34	2.17	38.25
<b>P1C1</b>	31 – 61	0	0	1000	313.92	8.80	322.72	297.6	387.8	291.3	2	1.3	0.028	1.41	2.40	41.25
<b>P1C2</b>	61 – 84	0	0	1000	525.60	15.70	541.26	177.6	286.3	143.0	19	1.6	0.030	1.34	2.64	49.24
<b>P1C3</b>	84 – 107	0	0	1000	706.10	53.60	759.70	97.6	149.2	58.2	40	1.5	0.076	1.53	2.63	41.83
<b>P1C4</b>	107 – 130	0	0	1000	872.78	38.90	911.70	97.6	8.4	58.0	41	0.1	0.045	1.52	2.57	40.86
<b>P2 – Fluviosolo</b>																
<b>P2A</b>	00 – 40	0	0	1000	382.74	12.0	394.72	217.6	400.2	256	-18	1.8	0.031	1.34	2.45	45.31
<b>P2C1</b>	40 – 70	0	0	1000	513.04	6.30	519.32	97.6	393.5	62	37	4.0	0.012	1.34	2.72	50.74
<b>P21C2</b>	70 – 83	0	0	1000	88.20	6.30	94.48	117.6	794.9	292	-148	6.8	0.071	1.52	2.53	39.92
<b>P22C2</b>	83 – 104	0	0	1000	284.64	1.30	285.90	97.6	629.7	128	-31	6.5	0.004	1.52	2.73	44.32
<b>P2C3</b>	104 – 123	0	0	1000	805.60	1.50	807.06	97.6	112.1	59	39	1.2	0.002	1.52	2.62	41.98
<b>P3 – Fluviosolo</b>																
<b>P3A</b>	00 – 45	0	0	1000	433.56	46.90	480.46	217.60	312.2	293.6	-35	1.4	0.108	1.07	2.68	60.07
<b>P3C1</b>	45 – 63	0	0	1000	674.82	308.40	911.6	97.60	3.5	58.5	40	0.1	0.457	1.52	2.58	41.09
<b>P3C2</b>	63 – 100	0	0	1000	199.54	50.60	250.14	277.60	484.7	410.0	-48	1.8	0.254	1.10	2.48	58.80



## 5. CONCLUSÕES

Os resultados do estudo mostram que as características morfológicas do solo do IIAM de Chókwe na componente cor, vai de bruno escuro que pode variar de acinzentado a amarelado. Apesar dos três perfis apresentarem fluviosolo, a textura vai de argila na parte superior (horizonte e primeiras camadas) a franco-argiloso, franco-arenoso ou areia-franca. A estrutura granular vai de simples e maciço a granular simples e franco, com tamanhos que vai de pequeno a médio. A consistência seca tende a ser solto e macio nos 3 perfis, com excepção da primeira camada do primeiro perfil que apresenta uma consistência ligeira dura. A consistência húmida varia de firme, friável a solta, enquanto que a consistência húmida varia de ligeiro plástico e ligeiro pegajoso a não plástico e não pegajoso. O relevo é suavemente plano, com boa taxa de infiltração da água, fazendo com que na época de seca estes solos formem uma camada dura.

O tipo de areia existente mostra que o teor de areia fina é superior ao da areia grossa em todos os perfis do solo, além disso observa-se movimento preferencial de argila por meio de escoamento vertical da água. De destacar que em profundidades dos solos em que os valores da densidade são altos indicam existência de partículas mais densas.

Avaliando os 3 perfis estudados, os solos do perfil 1 apresentam características que leva-nos a crer que estes na parte superficial sofreram uma erosão ou acção da natureza associados a acções do homem. Enquanto no perfil 2 e 3 observou-se alta porosidade, condicionada pela presença de matéria orgânica do solo, e o facto de esta aumentar em subsuperfície é um indicativo de subsidência ou compactação do horizonte superficial orgânico.

## **6. RECOMENDAÇÕES**

As características morfológicas dos perfis de solo estudados deixam evidente que a agricultura extensiva foi a principal actividade a influenciar para que os solos sejam pobres, diante deste pormenor, recomenda-se a manutenção da cobertura vegetal.

Recomenda-se que se opte por uma agricultura baseada em rotação de cultura, trocando as culturas a cada novo plantio de forma que as necessidades de adubação sejam diferentes a cada ciclo, garantindo assim a recuperação dos solos.

Recomenda-se o não uso da lavoura profunda o que ira favorecer a conservação de algumas propriedades dos solos: propriedades físicas, químicas e biológicas (evitando a degradação integral do recurso solo).

Por tratar-se de solos susceptíveis de sofrerem dissolução e podem estar condicionando os processos de colapso e subsidência (compactação), recomenda-se o não uso de maquinaria pesada nas lavouras.

De modo a manter a qualidade do solo, recomenda-se o uso da cobertura vegetal ou de adubos orgânicos como fertilizante, em substituição dos adubos químicos. O que ira garantir a estabilidade do solo, dificultando a ocorrência de processos erosivos.

Por se tratar se solos arenosos, recomenda-se a criação de canais de condução da água, de modo a manter a retenção da mesma no solo.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- ANDERSON, J.P.; Domsch, K.H. 1993. *The metabolic quotient for CO<sub>2</sub> (qCO<sub>2</sub>) as a specific activity parameter to asses the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils.* Soil Biology and Biochemistry. USA.
- ANDERSON, J.P.E. & Domsch, K.H. 1980. *Quantities of plant nutrients in the microbial biomass of selected soils.* Soil Sci.
- BERNARDI, A. C. C. 2003. *Programa de Análise de Qualidade de Laboratórios de Fertilidade (PAQLF) que usam o Método Embrapa: Resultados de 2003.*
- CAMARGO, O.A.; Moniz, A.C.; Jorge, J.A. & Valadares, J.M.A.S. 1999. *Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas.* Campinas, Instituto Agronômico de Campinas.
- CARVALHO, J. E. U.; Nazaré, R. F. R.; Oliveira, W. M. 2003. *Características físicas e físico-químicas de um tipo de bacuri (Platoniainsignis Mart.) com rendimento industrial superior.* Revista Brasileira de Fruticultura.
- CMP – Câmara Municipal de Pombal. 2014. *Estudo de caracterização Biofísica.* 1ª Revisão do plano Director Municipal de Pombal. Vol II.
- CORINGA, E. de. A. O.; Couto, E.G; Perez, X. L.; Torrado, P.V. 2012. *Atributos dos solos hidromórficos no pantanal norte matrogrossense.* Acta amazónica.
- EL-SWAIFY, S.A.; Dangler, E.W. 1977. *Erodibilities of selected tropical soils in relation to structural and hydrologic parameters. In: Soil erosion prediction and control.* Ankeny, Soil Conservation Society of America. Special publication - 21. USA.
- EMBRAPA. 1997. *Manual de métodos de análise de solos.* Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2ed. rev. atual. EMBRAPA: Rio de Janeiro.
- EMBRAPA. 2006. *Segunda versão do sistema brasileiro de classificação de Solos.* Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Brasília, DF: Embrapa.

- EMBRAPA. 2011. *Manual de métodos de análises de solo*. Centro Nacional de Pesquisa de Solos Rio de Janeiro: Embrapa. 2 ed.
- EMBRAPA. 2017. *Manual de métodos de análises de solo*. Centro Nacional de Pesquisa de Solos Rio de Janeiro: Embrapa 3 ed.
- FAO. 1988. *Helping rural communities through aquaculture: the role of Aquaculture for Local Community Development Programmes (ALCOM)*. Lusaka, Zambia.
- FERREIRA, M.M. 2010. *Caracterização física do solo*. In: Lier, Q.J.van (ed). Física do solo. Viçosa: sociedade brasileira de ciência de solo.
- GROHMANN, F. 2001. *Análise de agregados do solo*. Bragantia, Brasil.
- INIA, (1998). *Zonas Agro-ecológicas de Moçambique. Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural*. Maputo.
- LEMOS, R. C; Santos, R. D. 1996. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. 3. Ed. Campinas, SP: SBCS.
- LIMA, E. D. P. de A.; Lima, C. A. de. A.; Aldrigue, M. L.; Gondim, P. J. S. *Caracterização física e química dos frutos da umbu-cajazeira (Spondias spp.) em cinco estádios de maturação da polpa congelada e néctar*. Revista Brasileira de Fruticultura, v.24, p.338-343, 2007.
- MAE, 2005. *Perfil do Distrito de Chókwe, Província de Gaza*.
- MAE, 2014. *Perfil do Distrito de Chókwe, Província de Gaza*.
- MENDONZA H. N. S.; Lima, E.; Anjos, L. H. C.; Silva, L. A.; Ceddia, M. B.; Antunes M. V. M. 2000. *Propriedades Químicas e Biológicas de Solo de Tabuleiro Cultivado com Cana-de-açúcar com e sem Queima da Palhada*. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – Brasil.

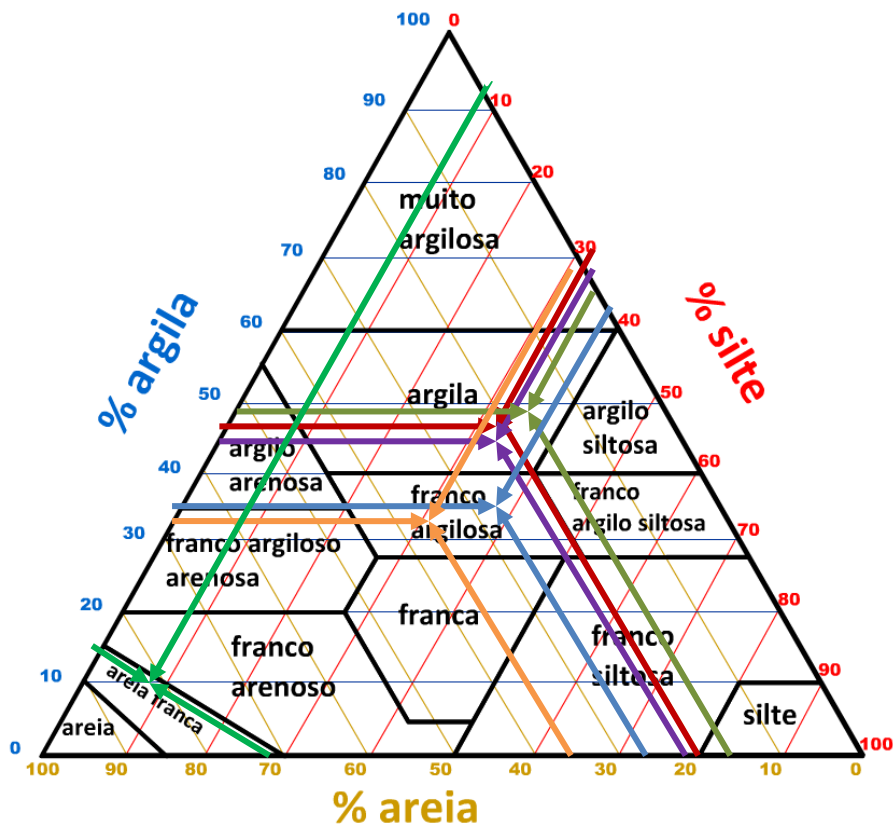
- MIOTTI, A. A.; Costa, M. C. G.; Ferreira, T. O. Romero, R. E. 2013. *Profundidade e atributos físicos do solo e seus impactos nas raízes de bananeiras*. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal.
- OLIVEIRA, A. C.; Simões, D. E.; Rocha, A. T.; Rodrigues, A. N. 2007. *Fósforo disponível por quatro extratores químicos em dois solos do estado de Pernambuco com propriedades e características físicas diferentes*. In: Jornada de Ensino Pesquisa e Extensão da UFRPE. Recife: UFRPE. Anais.
- OLIVEIRA, D. P. 2009. *Caracterização, gênese e mineralogia de solos da Chapada do Apodi-CE: o papel do microrrelevo*. Monografia (Graduação) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- OLIVEIRA, N. J. F. ; Melo, M. M. ; Araujo, M. S., 2002. *Clinical characteristics in crossbred cattle fed citrus pulp pellets*. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.
- ORTIZ, F. R.; Brito, O. R.; Borkert, C. M. 2007. *Extractores para a quantificação de zinco, cobre e manganês em solo arenoso*. Scientia Agraria.
- PALMEIRA, P.R.T.; PAULETTO, E.A.; TEIXEIRA, C.F.A.; GOMES, A.S. & SILVA, J.B. 1999. *Agregação de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo*. R. Bras. Ci. Solo.
- PRADO, H. do. 2019. *Glossário pedológico*. Disponível em: <http://www.pedologiafacil.com.br/glossario.php#c>
- PRIMAVESI, A.C.; Corrêa, L.A.; Primavesi, O. 2000. *Eficiência nutricional de duas fontes de nitrogênio na produção de matéria seca de Coastcross*. In: Reunião anual da sociedade brasileira de agricultura. Viçosa, MG. Anais... São Paulo: Gmosis. Forragicultura. FOR-0764.
- RAIJ, B. V. 1981. *Avaliação da fertilidade do solo*. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato: Instituto Internacional da Potassa.

- RESENDE M, Albuquerque, P.E.P, Coutol, L. 2003. *Manual de Culturas de Milho irrigado*, Empresa Brasileira de Pesquisa Agro-pecuária.
- RIBEIRO, J, Rulkens, A. (1999). *O tomateiro. Coleção jovem agricultor*.
- SANTOS, G. C. G. 2005. *Comportamento de B, Zn, Cu, Mn e Pb em solo contaminado sob cultivo de plantas e adição de fontes de matéria orgânica como amenizastes do efeito tóxico*. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- SANTOS, J. E. P. ; Mena, H. ; HUBER, J. T. ; Tarazon, M., 2005. *Effects of source of gossypol and supplemental iron on plasma gossypol in Holstein steers*. J. DairySci.
- SILVA, F. C. 1999. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília: EMBRAPA. Comunicação para Transferência de Tecnologia.
- SILVA, F. M da.; CHAVES, M. S.; LIMA, Z. M. C. 2009. *Propriedades dos solos – características químicas e mineralógicas - Geografia Física II*. Brasil.
- SIQUEIRA, E.R; Amarante, A.F.T; Fernandes, S. 1993. *Estudo comparativo da recria de cordeiros em confinamento e pastagem*. Veterinária e Zootecnia.
- SOUZA, C. A.; Cunha, S. B. 2007. *Pantanal de Cáceres - MT: dinâmica das margens do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a estação ecológica da ilha de Taiamã – MT*. *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros*, Três Lagoas, v. 1, n. 5.
- WRB – The World Reference Base. 2015. *Soil Taxonomy*. Catena.
- ZANON, C. A. F. 2013. *Atributos físicos e químicos do solo sob diferentes coberturas vegetais no sul do estado do espírito santo*. TCC (graduação) - curso de engenharia florestal, universidade federal do espírito santo, Jerônimo Monteiro.
- ZULLO, M. A. T. 1985. *Método para controle de qualidade de laboratórios analíticos de rotina*. Bragantia, Campinas.

ANEXO

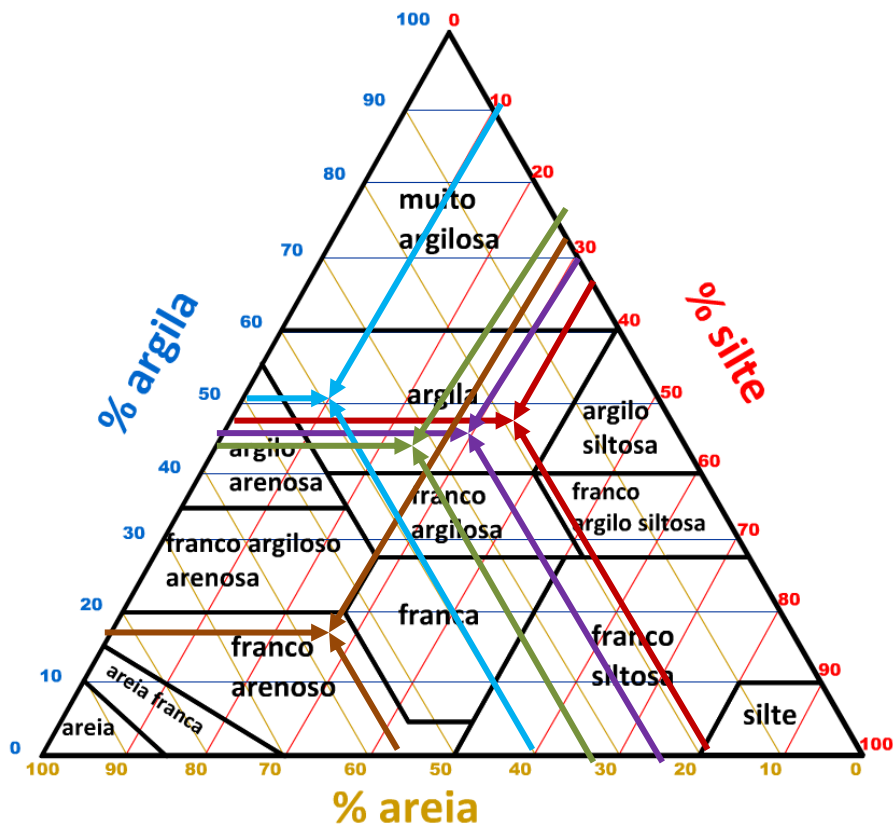
Classificação dos solos dos Campos Experimental da Estação Agrária do Chókwe com base no triângulo textural

PERFIL 1



- P1AP1 – Argila
- P1AP2 – Argila
- P1C1 – Argila
- P1C2 – Franco-Argiloso
- P1C3 – Franco-Argiloso
- P1C4 – Areia-franca

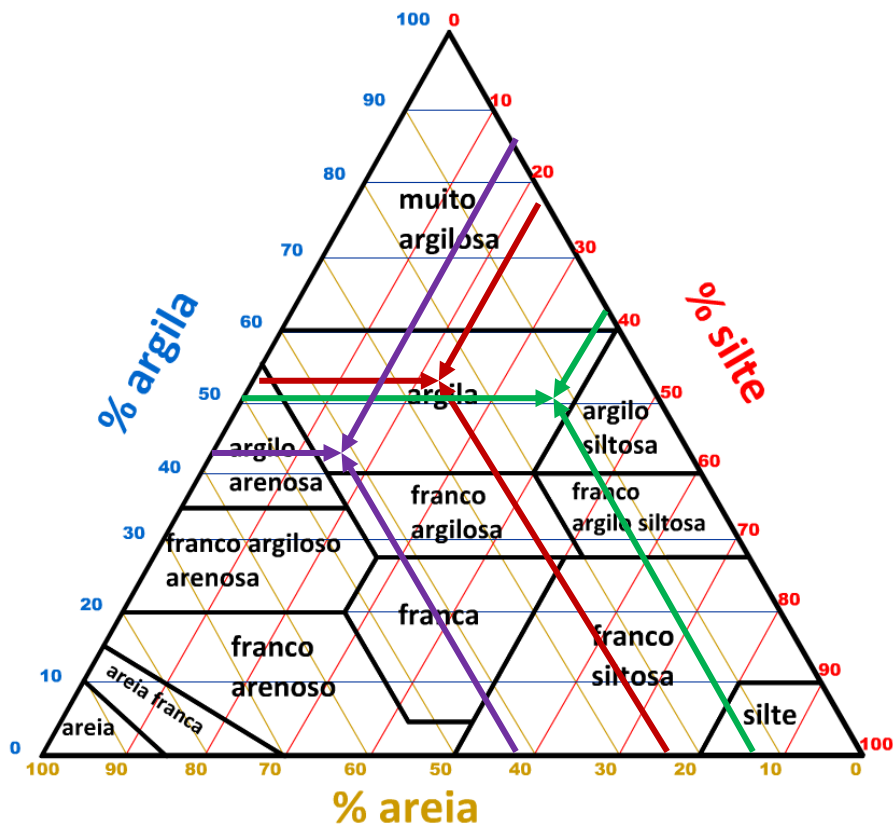
PERFIL 2



- P2A – Argila
- P2C1 – Argila
- P21C2 – Argila
- P22C2 – Argila
- P2C3 – Franco-arenosa



PERFIL 3



-  P3A – Argila
-  P3C1 – Argila
-  P3C2 – Argila