



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA
DIVISÃO DA AGRICULTURA
CURSO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA
AGRÍCOLA E ÁGUA RURAL

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE SOLO,
NO INSTITUTO AGRÁRIO CHÓKWÈ, PARA FINS DE
ACTIVIDADES AGRICOLAS**

Autor: Elcídio Crescêncio Novela

Tutor: Agostinho Cardoso Hlavanguane, MSc

Lionde, Agosto de 2021



**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE SOLO, NO INSTITUTO AGRÁRIO
CHÓKWÈ, PARA FINS DE ACTIVIDADES AGRICOLAS**

Tutor:

Agostinho Cardoso Hlavanguane, MSc

_____ de _____ de 2021



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Monografia científica sobre “avaliação das propriedades físicas de solo, no instituto de investigação agrária de moçambique Chókwè, para fins de actividades agrícolas, apresentado ao Curso de Engenharia hidráulica Agrícola e Água Rural na Faculdade de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para o início de actividades de investigação no âmbito do Trabalho de Culminação do Curso em forma de Monografia em Engenharia Hidráulica Agrícola e Água Rural.

Monografia defendida e aprovada no dia 5 de Agosto de 2021

Júri

Tutor: _____

Agostinho Cardoso Hlavanguane, MsC

Avaliador 1: _____

Prof. Doutor Mário Tauzene Afonso Matangue

Avaliador 2: _____

Lateiro Salvador de Souza, MsC

Lionde, Agosto de 2021



INSTITUTO SUPERIOR OLITÉCNICO DE GAZA

Declaração

Declaro por minha honra que este Trabalho de Culminação do Curso é resultado da minha investigação pessoal e das orientações do meu tutor, 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, _____ de _____ de

(Elcídio Crescêncio Novela)

INDICE

INDICE DE FIGURAS	vi
INDICE DE TABELAS	vii
LISTA DE ABREVIATURAS	viii
DEDICATÓRIA	x
AGRADECIMENTOS	ix
RESUMO	x
Abstract	xi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Problema de estudo e Justificação.....	2
1.2. Objectivos.....	3
1.2.1. Geral:.....	3
1.2.2. Específicos:.....	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Solo.....	4
2.2. Formação dos Solos	4
2.3. Indicadores da qualidade do Solo.....	5
2.3.1. Indicadores Visuais	5
2.3.2. Atributos físicos.....	5
2.3.3. Atributos Químicos	6
2.4. Degradação do Solo.....	8
2.5. Análise do solo	8
2.5.1. Amostragem	8
3. METODOLOGIA	10
3.1. Materiais	10
3.2. Métodos.....	13

3.2.1.	Descrição do local de estudo	13
3.2.2.	Relevo, Clima e Solos	14
3.2.3.	Procedimento de abertura dos perfis, colecta e preparação de amostras	15
3.2.4.	Determinação da Humidade Residual e Fator “f”	15
3.2.5.	Determinação da Densidade Aparente	16
3.2.6.	Densidade de Partículas	16
3.2.7.	Grau de floculação	17
3.2.8.	Argila dispersa em água	17
3.2.9.	Análise granulométrica (Dispersão Total)	17
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1.	Dispersão Total	19
4.2.	Argila dispersa em água	19
4.3.	Densidade do solo	19
4.4.	Densidade das partículas	19
4.5.	Grau de Floculação	20
4.6.	Relação Silte Argila	20
5.	CONCLUSÃO	24
6.	RECOMENDAÇÕES	25
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA	26
8.	ANEXOS	30
9.	APÊNDICES	31

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa do local de estudo	14
Figura 2: Peneiramento do solo	31
Figura 3: desterroamento de torções	31
Figura 4: Pesagem do solo	31
Figura 5: Secagem do solo	31
Figura 6: Colocação de álcool etílico	31
Figura 7: Preparação de amostras	31
Figura 8: Agitação do solo	32
Figura 9: Separação da areia do	32
Figura 10: Lavagem das amostras	31
Figura 11: Agitação de amostra do solo	32
Figura 12: Medição da temperatura da amostra	33
Figura 13: Separação da areia e grossa	33
Figura 14: Perfil 1	33
Figura 15: Perfil 2	34
Figura 16: Perfil 3	34

INDICE DE TABELAS

Tabela 1: Material de amostragem e Análises físicas	10
Tabela 2: Atributos físicos de solos da Estação Agraria de Chókwè	22
Tabela 3: densidade dos principais sólidos do solo tropicais	30
Tabela 4: Variação das densidades do solo.....	30

LISTA DE ABREVIATURAS

% - Percentual

“f” - Factor de Correção

A – Areia

A.A – Argila Arenosa

ADA - Argila Dispersa em Água

AF – Areia Fina

AG – Areia Grossa

Cm- Centímetros

dp- densidade das partículas

ds- densidade do solo

ET_o-Evapotranspiração de referência

F- Franco

FAEF- Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal

FAO- Food and Agriculture Organization

g/kg – Grama por quilograma

GF%- Grau de Flocculação

GPS- Sistema de Posicionamento Global

g- Gramas

INE- Instituto Nacional de Estatística

ISPG- Instituto Superior Politécnico de Gaza

Ks – Condutividade Hidráulica do solo

P – Perfil

P%- Porosidade do solo

PNUD- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

TFSA – Terra Fina Seca ao Ar

UEM- Universidade Eduardo Mondlane

V% - Saturação de Bases

DEDICATÓRIA

À minha família, em especial os meu pais, Isaura Jacinto Tchamo e José Júlio Novela.

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

Primeiro a Deus, pelo Dom da vida que pode conceder até a data de hoje, saúde, a força dada e coragem para superar a todos os obstáculos para a elaboração deste trabalho de pesquisa.

Aos meus pais, José Júlio Novela e Isaura Jacinto Tchamo, por me terem trazido ao Mundo e me mostrarem o valor da escola, o meu muito obrigado.

Ao meu Tutor, Agostinho Cardoso Hlavanguane pela forma sábia, paciência, disponibilidade e persistência na orientação da minha Monografia.

Aos meus colegas da turma, pelo seu companheirismo e pela troca de ideias pertinentes ao longo da formação, bem como na disponibilização de algumas informações na elaboração deste trabalho.

Aos meus amigos, Fernando Sambo, Luís Chirinze, Inocêncio Cuinica, Nércio Guambe, Kevin, Áurio Tino, pela paciência demonstrada nos momentos em que sentiram a minha ausência, por motivos académicos. Ao Engenheiro Nelson, Engenheiro Nelson Manjate, Engenheiro Stélio Nuvunga pela força e ajuda de cada um para concretização deste trabalho e por eles terem sido minha fonte de inspiração.

A “minha companheira”, Mércia Saíde Batista Cidade, pelo amor, paciência, carinho e confiança demonstrada.

A todos os meus docentes do Curso, que com o seu conhecimento, sua paciência, atenção, suas sugestões e críticas construtivas mostraram caminho durante o decurso das aulas.

A todos os que direta ou indiretamente contribuíram para tornar possível este trabalho, o meu muito obrigado.

RESUMO

A expansão da actividade agrícola tem registado um grande avanço, com o uso de insumos agrícolas, maquinaria e tecnologias de manejo do solo de modo a garantir a produção em larga escala para suprir a demanda do mercado. Muitas vezes este avanço não leva em conta a aptidão do solo no concernente a suas propriedades físicas. O que quando não é feito o devido manejo e conservação pode levar a sua degradação e desta forma as suas características iniciais são alteradas e influenciando na perda de campos de produção se não forem observadas as devidas formas de manejo do solo. Este trabalho focou-se na caracterização das propriedades físicas do solo para fins de irrigação. Foram coletadas amostras em diferentes perfis do solo, pontos coletados foram georreferenciados por GPS onde foram submetidas a análise usando-se o método da (Embrapa, 2017) e foram determinados os seguintes parâmetros: densidade das partículas, dispersão total, argila dispersa em água e densidade do solo. Os resultados obtidos mostram que os solos em superfície até 30-40 cm são argilosos e arenosos em subsuperfícies; e o teor de argila e silte decresce em profundidade, aumentando o teor de areia, tornando-as a franco-arenosos. Percebe-se que a textura predominante nos solos em causa é Argilosa nas camadas superficiais e arenosas nas camadas subsequentes, que significa que os solos tem alta porosidade e permeabilidade na camadas subsuperficiais e devido ao arranjo das partículas, pouca humidade, pobreza em nutriente, baixo teor de matéria orgânica e uma vez que as camadas superficiais apresentam-se com boa estabilidade dos agregados e são bons solos para a prática agrícola pode-se usar a rega de superfície (gravidade) visto que é umas das formas de manter a produção é a rega, mas para tal recomenda-se o uso de canais de escoamento de água revestidos, sulcos curtos para evitar o arraste das partículas do solo.

Palavras-chaves: *Solo, propriedades Físicas, Textura do solo e Sistema de rega*

Abstract

The expansion of agricultural activity has made great progress, with the use of agricultural inputs, machinery and soil management technologies in order to guarantee large-scale production to meet market demand. Often this advance does not take into account the suitability of the soil in terms of its physical properties. What when proper management and conservation is not done can lead to its degradation and thus its initial characteristics are changed and influencing the loss of production fields if the proper forms of soil management are not observed. This work focused on the characterization of soil physical properties for irrigation purposes. Samples were collected in different soil profiles, points collected were georeferenced by GPS where they were analyzed using the method of (Embrapa, 2017) and the following parameters were determined: particle density, total dispersion, clay dispersed in water and soil density. The results obtained show that surface soils up to 30-40 cm are clayey and sandy in subsurfaces; and the clay and silt content decreases in depth, increasing the sand content, making them sandy loam. It is noticed that the predominant texture in the soils in question is clayey in the superficial layers and sandy in the subsequent layers, which means that the soils have high porosity and permeability in the subsurface layers and due to the arrangement of the particles, low humidity, nutrient poverty, low organic matter content and since the surface layers have good aggregate stability and are good soils for agricultural practice, surface irrigation (gravity) can be used as one of the ways to maintain production is the watering, but for this it is recommended the use of coated water drainage channels, short furrows to prevent the dragging of soil particles.

Keywords: Soil, Physical Properties, Soil Texture and Irrigation System

1. INTRODUÇÃO

Devido ao crescimento populacional e a crise de alimentos no Mundo, o manejo intensivo do solo, a monocultura e o uso de pesticidas e fertilizantes tornaram-se práticas comuns para o aumento da produção agrícola (Arshad e Martin, 2002). A utilização destas práticas tem ocasionado perda de matéria orgânica do solo, erosão e contaminação das águas subterrâneas, além de prejuízos a microbiota e seus processos bioquímicos. No século passado, aproximadamente 8,7 bilhões de hectares de terra no mundo eram utilizados para práticas agrícolas e florestais, e destes cerca de 2 bilhões de hectares se encontravam em processo de degradação (Araújo e Monteiro, 2007). O solo é um recurso natural que deve ser utilizado como património da humanidade, independentemente do seu uso ou posse (Zonta *et al*, 2012), constitui um dos componentes vitais do meio ambiente e constitui o substrato natural para o desenvolvimento das plantas.

O solo é considerado um sistema dinâmico e organizado, que possui propriedades físicas, químicas e biológicas, sujeitas a alterações quando ocorre algum tipo de intervenção antrópica (Carvalho, 2008). As características físicas do solo são frequentemente ignoradas ou desconsideradas pelos agricultores, porém o conhecimento e acompanhamento desses parâmetros são necessários para desenvolver uma agricultura sustentável e rentável (Carvalho, 2008).

A presente pesquisa pretende compreender de que forma o manejo do solo e as práticas culturais interferem na qualidade do solo na Estação Agrária de Chókwè, recorrendo a avaliação das propriedades físicas, como forma de garantir a monitoria da sua qualidade no processo agrícola. O solo, quando submetido a qualquer forma de cultivo, tende a sofrer alterações nas suas características naturais e pode influenciar na degradação dos seus atributos de tal maneira que suas características iniciais não são mais mantidas, podendo requerer modificações no manejo e nas recomendações de adubação e calagem. De acordo com Paladini (1991), a magnitude com que ocorrem alterações depende do tipo de solo e dos sistemas de manejo utilizados. Dessa forma, diferentes sistemas de manejo resultarão, conseqüentemente, em diferentes condições de equilíbrio físico do solo que poderão ser desfavoráveis à conservação do solo e à produtividade das culturas. Com análise prévia da aptidão dos solos pode evitar problemas tais como: níveis freáticos salino-ácidos, compactação, desequilíbrio nutricional, diminuição de nutrientes, arenização, desequilíbrio da humidade, salinidade e o encostamento superficial. Pois o manejo do solo contribui directamente para a degradação e ou melhoramento do solo. Assim sendo, o estudo objectiva-se em fornecer informações para a definição de práticas de manejo

que permitam a sustentabilidade da produção agrícola a fim de garantir agricultura sustentável e propor as possíveis soluções de modo a preservar o solo, assegurando desta feita a sua conservação. A pesquisa foi conduzida no Distrito de Chókwè especificamente em campo da Estação Agrária de Chókwè, que por sua vez as análises foram realizadas no ISPG.

1.1. Problema de estudo e Justificação

A agricultura deu um salto evolutivo quando se descobriu um modo prático de adubar as culturas com os produtos químicos necessários. No entanto, hoje o problema é o aumento da degradação do solo provocado pelo excesso de adubação e o tipo de água usada para a rega.

Neste caso, os nutrientes são necessários para a planta levar a cabo determinadas funções, pelo que a carência e o excesso estão relacionados com sintomas visíveis que, por sua vez, estão relacionados com a sua mobilidade e função.

Aliado a isto, o regadio de Chókwè está numa região com excelentes condições criadas para a produção de diversas culturas de rendimento. Destes solos são produzidos diversos alimentos que abastecem os mercados da zona Sul do País, o que leva o agricultor a usar de forma intensiva os fertilizantes, pesticidas, e sistema de manejo responsáveis pela degradação do solo, (compactação, esgotamento de nutrientes, desestabilização das partículas do solo e etc.), assim comprometendo a produção e a produtividade almejada pelos agricultores nesta região. A falta da informação para melhor monitoramento e de boas práticas agrícolas; manejo e adubação/fertilização empíricas baseadas nas experiências dos produtores mais antigos e familiares sem observar na condição das mudanças climáticas; preparação do solo sem observância ao teor de humidade, que pode influenciar compactação do solo, sistema de rega inadequados para estes tipos de solos e a limitada falta de pesquisa de solos desta região são dentre muitos factores responsáveis pela degradação do solo.

Com base no estudo de caracterização dos solos desta região será possível indicar o cultivo segundo suas potencialidades agronómicas, facilitando a recomendação de sistemas de rega nesta área e fornecer informação para a definição de práticas de manejo do solo que permitam a sustentabilidade de produção agrícola nesses solos, nas áreas de produção de culturas.

1.2. Objectivos

1.2.1. Geral:

- Avaliar a qualidade do solo da Estação Agrária de Chókwè.

1.2.2. Específicos:

- Determinar os atributos físicos;
- Caracterizar os atributos físicos dos solos;
- Recomendar o melhor sistema de rega;
- Produzir um pacote de recomendações de uso e manejo, irrigação dos solos da Estação Agrária de Chókwè.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Solo

O solo é um extrato natural que surge através da meteorização da rocha mãe. É um recurso natural importante no desenvolvimento das actividades humanas e como tal, deve ser utilizado de forma consciente, a fim de evitar sua degradação e minimizar os possíveis impactos causados ao ambiente no desenvolvimento das atividades. Segundo (Ferreira *et al*, 1998). O solo é recurso natural formado pela camada fértil da crosta terrestre, constituída por minerais, matéria orgânica morta de origem vegetal animal e microbiológica, organismos vivos água e ar (Aprile, 2006).

Genericamente, o solo é composto de 45% de elementos minerais; 25% de ar; 25% de água e 5% de matéria orgânica (Pádua, citado por Carvalho, 2008).

2.2. Formação dos Solos

O solo é formado a partir da decomposição das rochas que constituíam inicialmente a crosta terrestre. A decomposição e decorrente de agentes físicos e químicos. Variações de temperatura provocam trincas, nas quais penetra a água, atacando quimicamente os minerais. O congelamento da água nas trincas, entre outros fatores, exerce elevadas tensões, do que decorre maior fragmentação dos blocos (Pinto, 2000). Para o mesmo autor, a presença da fauna e flora promove o ataque químico, através de hidratação, oxidação, lixiviação, troca de cátions, carbonatação. Todos esses processos atuam em conjunto e são responsáveis pela pulverização da rocha em partículas menores, resultando em frações de material e dimensões ou granulometria variável, responsáveis pela formação dos diferentes tipos de solos.

Essa característica de formação do solo permite, normalmente, separá-lo em duas camadas, denominadas horizontes: o primeiro, mais profundo, conhecido como horizonte genético ou horizonte B; o segundo, mais suscetível aos agentes intemperizantes, e também com maior quantidade material orgânico, uma vez que está na superfície do solo, denominado de horizonte A (Caputo, 2000).

Segundo (Embrapa; 2009), os solos quando examinados a partir da superfície consistem de secções aproximadamente paralelas – denominadas horizontes ou camadas – que se distinguem do material de origem inicial, como resultado de adição, perdas, translocações e transformações de energia e matéria.

Segundo (Caputo, 2000) o clima, tipo de material de origem e a deposição do material orgânico na superfície conferem ao perfil de solo; cores diferenciadas. O mesmo autor afirma que, normalmente as camadas mais superficiais, constituídas pelo horizonte A tendem a apresentar

cores mais escuras em função do maior teor de matéria orgânica. No horizonte B as cores variam do vermelho (regime de formação mais seco) a amarelo (regime de formação mais húmido). Por fim, áreas onde o solo se encontra saturado por água, devido à oxidação do ferro, a coloração tende a ficar pálida, acinzentada, podendo inclusive haver mosqueados de coloração avermelhada (Caputo, 2000).

2.3. Indicadores da qualidade do Solo

Os solos quando submetidos a determinados sistemas de cultivo, tendem a um novo estado de equilíbrio, refletido em diferentes manifestações de seus atributos, as quais podem ser desfavoráveis a conservação da capacidade produtiva destes solos. Os indicadores da qualidade do solo podem ser classificados, em quatro grupos: visuais, físicos, químicos e biológicos. (Gomes e Filizola; 2006).

2.3.1. Indicadores Visuais

Os indicadores visuais podem ser obtidos a partir da interpretação de fotografias aéreas. Ou através de observações directas, como a exposição do subsolo, mudança de cor do solo, escorrimento superficial, resposta da planta, espécies de plantas daninhas predominantes, entre outras. Evidências visuais podem ser indicadoras claras de que a qualidade do solo está ameaçada ou passando por alterações, (Gomes e Filizol, 2006).

2.3.2. Atributos físicos

Segundo (Fabian e Ottoni, 2000), Os atributos físicos estão relacionados ao arrançamento das partículas e do espaço poroso do solo, incluindo densidade, porosidade, estabilidade de agregados, textura, encostamento superficial, compactação, condutividade hidráulica e capacidade de armazenagem de água disponível. Para o mesmo autor refletem, primariamente, limitações ao crescimento radicular, à emergência das plântulas, à infiltração e ou movimento da água no interior do perfil do solo e à disponibilidade de água às plantas.

Textura: refere-se ao tamanho relativo dos grãos do solo (partículas de areia, silte e argila), possuindo grande influência, por exemplo, no manejo da irrigação. De modo geral, os solos com elevados teores de argila possuem faixa mais ampla de humidade, enquanto a dos arenosos é bem mais estreita, (Carvalho, 2008).

Capacidade de campo: quantidade de água que um solo retém contra a acção da gravidade, após plenamente inundado e deixado drenar livremente por uns poucos dias (Carvalho, 2008).

É de grande importância agronômica, sobretudo na estimativa da capacidade de água disponível para as plantas ou para a agricultura irrigada.

Ponto de murcha: Para o mesmo autor acima citado, o ponto de murcha é o teor de água de um solo no qual as folhas das plantas que nele se encontram, atingem pela primeira vez um murchamento irreversível (Maia et al, 2005).

Condutividade hidráulica: traduz a facilidade com que a água se movimenta ao longo do perfil de solo, sua determinação, torna-se imprescindível, visto que o movimento da água no solo está diretamente relacionado à produção das culturas agrícolas (Carvalho, 2008).

Estabilidade de agregados: expressa a resistência à desagregação que os agregados apresentam quando submetidos a forças (ação de implementos agrícolas e impactos da gota de chuva) que tendem a rompê-los, sendo uma medição que tem estreita relação com a habilidade de um solo resistir a erosão (Carvalho, 2008). De acordo com (Camargo e Aleoni, 2006), solos bem estruturados são aqueles que conseguem manter a estabilidade de seus agregados, mesmo sob mudanças abruptas de umidade do solo e chuvas intensas.

Densidade do solo: (Reinert; Reichert, 2006) expressa a relação entre a quantidade de massa de solo seco por unidade de volume do solo e seu principal uso é como indicador da compactação.

Porosidade do solo: segundo os mesmos autores acima citados, refere-se ao espaço do solo ocupado pela água e ar, onde os microporos retêm e armazenam a água, enquanto os macroporos são responsáveis pela aeração (habilidade de um solo atender a demanda respiratória da vida biológica do solo) e pela maior contribuição na infiltração de água no solo.

2.3.3. Atributos Químicos

pH: Avalia a acidez ou a alcalinidade através da medida de concentração do íon hidrogênio, em solos ácidos, por exemplo, o nível da atividade destes íons é alta. A determinação do pH é importante para corrigir os solos, isso porque ele interfere na disponibilidade de nutrientes e pode causar toxidez por excesso de metais pesados (Carvalho; 2008).

Capacidade de troca catiônica (CTC): capacidade que um solo possui de armazenar nutrientes para que estes sejam posteriormente utilizados pelas plantas (Costa; Xaud, citados por Carvalho 2008). A CTC pode ser expressa como CTC total quando todos catiões permutáveis do solo ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{k}^{+} + \text{H}^{+} + \text{Al}^{3+}$). No entanto o H^{+} só é retirado da

superfície de adsorção por reacção directa com hidroxilos (OH^-) originando água ($\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$).

Quando a CTC é expressa sem considerar o íon H^+ ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{k}^+ + \text{Al}^{3+}$) a denominação é efectiva (Ronquim, 2010). A soma de bases trocáveis (SB) de um solo, argila ou humos apresenta a soma dos teores de catiões permutáveis, excepto $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ ($\text{SB} = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{k}^+$).

$$\text{CTC}_{\text{ef}} = \text{SB} + \text{Al}^{+++} \quad \text{Equação (1)}$$

$$\text{CTC}_{\text{total}} = \text{SB} + \text{Al}^{+++} + \text{H}^+ \quad \text{Equação (2)}$$

Macronutrientes: segundo os mesmos autores acima citados, nutrientes que a planta requer em maiores quantidades, entre eles estão potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), nitrogênio (N), enxofre (S) e fósforo (P), que se tornam menos disponíveis em solos ácidos

Micronutrientes: ainda para os mesmos autores, nutrientes que a planta requer em menores quantidades. Os solos básicos apresentam baixas disponibilidades de manganês (Mn), zinco (Zn) e cobre (Cu), já em solos ácidos, ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn) estão mais disponíveis, enquanto molibdênio (Mo) e boro (B), menos disponíveis. Segundo (Veloso *et al*, 1995) a toxidez do manganês, que ocorre quando é absorvido em quantidades excessivas, é um dos principais factores que prejudicam o crescimento das plantas, ocorrendo normalmente com a toxidez causada pelo alumínio nos solos ácidos.

Matéria orgânica: foi definida por (Silva *et al*, 2005). Em sentido amplo, como organismos vivos, resíduos de plantas e animais pouco ou bem decompostos, que variam consideravelmente em estabilidade, susceptibilidade ou estágio de alteração. Segundo os mesmos autores a estabilidade da matéria orgânica é muito importante, pois influencia inúmeras características como: CTC, reserva de nutrientes e retenção de água dos solos.

Saturação por bases (V%): é a proporção da CTC ocupada por bases trocáveis, que são potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e sódio (Na). Baixa percentagem de saturação por bases significa predominância de hidrogênio e alumínio no complexo de troca (Fageria, 2004). Segundo (Demattê *et al*; 2005), solos com V% maior ou igual a 50% são classificados eutróficos, e com menos que 50%, distróficos. - Alumínio (Al): causa a acidez excessiva dos solos aumentando a actividade dos íons hidrogênio, além de ser fitotóxico (Raij, 1991). Gera um decréscimo na disponibilidade de nutrientes, prejudicial para o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular. (Carvalho; 2008).

Denomina-se saturação por bases (V%) a soma das bases trocáveis expressa em percentagem de capacidade de troca de cations (Ronquim, 2010).

2.4. Degradação do Solo

A degradação do solo é consequência da acção nociva das atividades humanas e suas interações com os ambientes naturais. Os processos de degradação do solo são os mecanismos responsáveis pela diminuição da qualidade do solo (Comin e Lavato; 2014). As causas da degradação do solo são, principalmente, perturbações antrópicas ligadas a perturbações socioeconômicas e de crescimento populacional. Alguns exemplos são o desmatamento, a agricultura intensiva em terras férteis e marginais, o uso indiscriminado e excessivo de produtos químicos (agrotóxicos), o pastoreio excessivo com alta carga de animais, as migrações de populações e o desenvolvimento de infraestrutura em áreas ecologicamente sensíveis.

2.5. Análise do solo

É a medida mais prática, rápida, directa e barata de se fazer uma análise racional da fertilidade do solo e de transferir tecnologia desenvolvida na pesquisa para o agricultor (Luz *et al*; 2002). As análises do solo podem ser usados para indicar os níveis de nutrientes no solo, possibilitando o desenvolvimento de um programa de colagem e adubação e assim como para monitorar e avaliar as mudanças dos nutrientes no solo (Watanabe *et al*; 2002). A análise do solo é composta por 3 fases tais como: amostragem, análise e interpretação dos resultados.

2.5.1. Amostragem

É o acondicionamento da amostra do solo de uma área e que deve obedecer a certos critérios, para que os resultados das análises feitas sejam aceitáveis (Luz *et al*; 2002):

- ✓ As amostragens precisam de ser feitas em áreas homogêneas;
- ✓ O número de amostras simples (subamostras) por amostra composta, deve ser suficiente para torná-la representativa da área;
- ✓ A amostragem deve ser feita regularmente na área, de acordo com a cultura e o manejo do solo adotado (se plantio é directo ou convencional).

Para atender aos critérios e pressuposições adotados, a sugestão abaixo deve ser adotado:

O Sistema Convencional (SC) - As amostras devem ser colectados com bastante antecedência da época do preparo do solo e do plantio, pois assim haverá tempo suficiente para o laboratório analisá-las e para as recomendações de adubação chegarem ao agricultor com tempo para efetuar a compra do calcário e dos fertilizantes (Reinaldo *et al*, 1999). A época ideal de amostragem para as culturas anuais, é logo após o término das colheitas; para as perenes, após a colheita ou dois meses depois da aplicação do último parcelamento anual da adubação; e, para as pastagens, dois a três meses antes do período de maior crescimento vegetativo. A propriedade deve ser dividida em áreas uniformes quanto à cor, textura, topografia, profundidade do perfil, manchas, presença de erosão, cultura actual e manejos anteriores em adubação, calagem e gessagem (Reinaldo *et al*, 1999)

As amostras retiradas nas diferentes glebas não devem ser misturadas. Quanto mais uniforme for a gleba, maior poderá ser a área para fins de colecta (Cardoso; 2009):

- ✓ Até 3 ha, retirar 15 amostras simples para misturar e compor uma amostra composta;
- ✓ 3 à 5 ha, retirar 20 amostras simples;
- ✓ Maior que 20 ha, 25 a 30 amostras simples.

As amostras devem ser retiradas, na maioria dos casos, dos 20 cm mais superficiais do solo. Em caso das culturas perenes ou quando se suspeite que o alumínio tóxico esteja restringindo o crescimento das raízes em subsuperfície, as amostras também deverão ser colectadas nas profundidades de 20-40 e 40-60 cm e postas em recipientes separados. Ao se amostrar os solos fertilizados anteriormente, deve-se ter o cuidado para não se colectar amostra sobre as linhas (sulcos) onde foram aplicados os fertilizantes (Cardoso; 2009). A ferramenta para a amostragem e colecta de amostras pode ser realizada com diversos amostradores: trado de rosca, trado holandês, trado caneca, sonda e pás. (Figura 4). Contudo, deve-se atentar para a adequada limpeza tanto do amostrador como do recipiente utilizado para a mistura das subamostras quando for mudar de gleba.

3. METODOLOGIA

3.1. Materiais

Na (tabela 1), esta apresentado o material a ser usados na amostragem e determinação dos parâmetros físicos.

Tabela 1: Material de amostragem e Análises físicas

	Nome do Material	Material
1	Para Amostragem	
2	Pá	
3	Picareta	
4	Para Determinações	
5	Bureta	

<p>6</p>	<p>Balões Volumétricos</p>	
<p>7</p>	<p>Peneira Bandeja Espátula</p>	
<p>8</p>	<p>Densímetro</p>	
<p>9</p>	<p>Balança de Precisão</p>	

<p>10</p>	<p>Agitador Elétrico</p>	
<p>11</p>	<p>Provetas Plásticas de 5000 mL</p>	
<p>12</p>	<p>Funil Peneira de malha 0.53mm</p>	
<p>13</p>	<p>Estufa</p>	

14	Provetas de Vidro de 1000mL	
----	------------------------------------	--

Fonte: Autor

3.2. Métodos

3.2.1. Descrição do local de estudo

O estudo foi conduzido na Estação Agrária de Chókwè com as seguintes coordenadas: latitude 24°53' e 20°06' longitude 32°98' e 32°48', no distrito de Chókwè, Província de Gaza, na margem do Rio Limpopo. O Distrito de Chókwè localiza-se a Oeste da região do Sul de Moçambique, concretamente a Sudoeste da Província de Gaza, entre as coordenadas geográficas: 24°05' e 24°48' Latitude Sul; 32°33' e 33°35' Longitude Este (PNUD *et al*, 2012). O Distrito possui uma superfície de 2.600 Km² (3,43% da área total da Província), situando-se no curso médio do rio Limpopo, com os seguintes limites: a Norte, rio Limpopo que o separa dos Distritos de Massingir, Mabalane e Guijá, a Sul, Distrito de Bilene e pelo rio Mazimuchope que o separa do Distrito de Magude, Província de Maputo, a Este, Distritos de Bilene e Chibuto e a Oeste, Distritos de Magude e Massingir (PNUD e FAO, 2012).

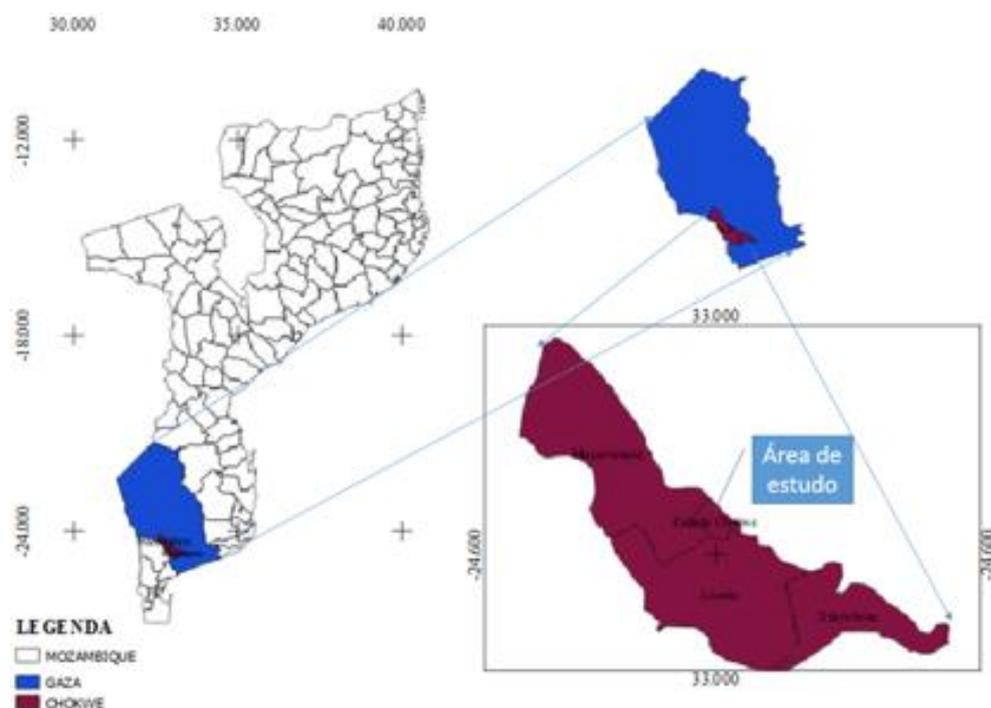


Figura 1: Mapa do local de estudo

3.2.2. Relevo, Clima e Solos

Segundo PNUD e FAO (2012), o distrito é uma planície com menos de 100 m de altitude. É denominado pelo tipo semi-árido (seco de savana), onde a precipitação varia de 500 a 800 mm, a (ET_o) é da ordem dos 1400 a 1500 mm. As temperaturas médias anuais variam entre os 22 a 26 °C e a humidade relativa média anual entre 60-65%, (Ministério da administração estatal, 2005).

Segundo a FAEF (2001), os solos do distrito do Chókwe, podem ser agrupados da seguinte maneira; solos das dunas interiores, solos dos sedimentos marinhos do pleistocénico nas áreas elevadas, solos dos sedimentos marinhos do pleistoceno nas depressões ou planícies e solos dos sedimentos fluviais recentes que se desenvolveram sobre os sedimentos recentes do rio Limpopo ocupando uma zona entre os meandros do rio.

3.2.3. Procedimento de abertura dos perfis, colecta e preparação de amostras

Para abertura da trincheira mediou-se uma área de medir 2 m², escavou-se até as seguintes profundidades: Perfil 1 (130 cm), perfil 2 (23 cm) e perfil 3 (100 cm), logo após a colecta, uma fracção de 2 kg de amostra de cada horizonte e foi encaminhada para a determinação de humidade actual em (%), pesou-se o solo submeteu-se a processo de secagem na estufa. A quantidade restante de amostra de cada horizonte foi seca ao ar, destorroada e passada na peneira com abertura de 2 mm de malha para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA), as análises foram conduzidas no laboratório de ISPG seguindo a metodologia da Embrapa (2017).

As amostras indeformadas e deformadas foram coletadas ao longo de todos os horizontes e camadas pedo-genéticas identificadas, aproximadamente 2 kg de solo de cada horizonte e camada, onde foram acondicionados em sacos plásticos, etiquetados com as seguintes informações: nome, data de coleta, profundidades de amostragem e o responsável pela colecta. Foram utilizados dois sacos plásticos para proteger o solo de dano ou vazamento. Recomendado por Santos (2005).

As amostras foram secas ao ar livre, temperatura ambiente, destoradas para obtenção das partículas finas e serem passadas das peneiras de 20 mm, segundo ilustram as figuras 2 e 3 dos apêndices, (Embrapa, 2009).

3.2.4. Determinação da Humidade Residual e Fator “f”

UR - Humidade contida na amostra de solo, após preparada e seca ao ar ou estufa a 40°C. Fator “f” - correção dos resultados de análises de solo feitas em terra fina seca ao ar em terra fina seca em estufa a 105°C.

Conforme está descrito nas figuras 4 e 5 dos apêndices, colocou-se cerca de 20 g de solo em lata de alumínio de peso conhecido em balança de precisão, transferiu-se para estufa a 105°C e deixou-se durante uma noite e pesou-se para obter-se peso da amostra seca a 105°C e foram feitos os cálculos obedecendo seguinte fórmula:

$$\text{Humidade residual} = 100 (a - b) / b \quad \text{Equação (3)}$$

a = peso da amostra seca ao ar

b = peso da amostra seca a 105°C

3.2.5. Determinação da Densidade Aparente

Para a determinação de densidade aparente foram usados métodos de proveta e anel volumétrico devido a diferentes camadas encontradas nos perfis.

A determinação de densidade aparente consiste na determinação do peso de solo compactado necessário para completar o volume de uma proveta de 100 ml, onde pesou-se primeiro a proveta de 100 ml. Encheu-se a proveta com solo, conforme descrito a seguir: colocou-se, de cada vez, aproximadamente 35 ml, contidos em bécher de 50 ml, deixando cair de uma só vez e em seguida compactou-se o solo bateu-se a proveta 10 vezes sobre lençol de borracha de 5mm de espessura, com distância de queda de mais ou menos 10 cm; repetiu-se esta operação por mais duas vezes, até que o nível da amostra ficasse nivelado com o traço do aferimento da proveta. Pesou-se a proveta com a amostra e calculou-se densidade aparente pela seguinte fórmula.

$$\text{Densidade aparente (g / cm}^3\text{)} = a / b \quad \text{Equação (4)}$$

a = peso da amostra seca a 105°C

b = volume da proveta

Para o método de anel volumétrico, anotou-se o volume do anel que continha amostra, pesou-se e anotou-se os pesos, transferiu-se para lata de alumínio numerada e de peso conhecido, colocou-se na estufa a 105°C e, após 24 horas retirou-se e deixou-se esfriar e obteve-se o peso seco. Para o cálculo pelo método de anel volumétrico usou-se a seguinte fórmula:

$$\text{Densidade aparente (g/cm}^3\text{)} = a/b \quad \text{Equação (5)}$$

a = peso da amostra seca a 105°C (g)

b = volume do anel (cm³)

3.2.6. Densidade de Partículas

Pesou-se 10g de solo, colocou-se em lata de alumínio de peso conhecido, levou-se à estufa, deixou-se por 12 horas, dessecou-se e pesou-se, a fim de obter-se o peso da amostra seca a 105°C. Transferiu-se a amostra para balão aferido de 25 ml, adicionou-se álcool etílico a 70%, agitando-se bem o balão para eliminar-se as bolhas de ar que se formam, prosseguiu-se com a operação, vagarosamente, até a ausência de bolhas e completar o volume do balão, tal como esta descrito nas figuras 4, 5 e 6 dos apêndices, anotou-se o volume de álcool gasto (Embrapa, 2011).

$$\text{Densidade de partículas (g /cm}^3\text{)} = a / 25 - b \quad \text{Equação (6)}$$

a = peso da amostra seca a 105oC

b = volume de álcool gasto

3.2.7. Grau de flocculação

Relação entre a argila naturalmente dispersa e a argila total, obtida após dispersão. Indica a proporção da fração argila que se encontra flocculada, informando sobre o grau de estabilidade dos agregados (Embrapa, 2011).

$$\text{Grau de flocculação} = 100 (a - b) / a \quad \text{Equação (7)}$$

a = argila total

b = argila dispersa em água

3.2.8. Argila dispersa em água

Conforme esta descrito nas figuras 7, 8 e 9 dos apêndices, colocou-se 50g de solo em copo plástico de 250 ml, adicionou-se 125 ml de água, agitou-se com bastão de vidro, deixou-se em repouso durante uma noite, cobrindo-se o copo com vidro de relógio. Transferiu-se o conteúdo para o copo metálico do agitador, procedeu-se à agitação, passou-se o material através da peneira de 0,053mm, lavou-se as areias até completar-se o volume para 1.000ml, agitou-se a suspensão por 20 segundos, sanfonou-se a suspensão após 90 minutos e efetuou-se a leitura do densímetro. Paralelamente, efetuou-se uma prova em branco e fazer-se a leitura do densímetro, (Embrapa, 2011).

$$\text{Teor de argila} = (a + b) \times 20 \quad \text{Equação (8)}$$

a = leitura da amostra

b = leitura da prova em branco

3.2.9. Análise granulométrica (Dispersão Total)

Colocou-se 20 g de solo em copo plástico de 250 ml. Adicionou-se 100 ml de água e 10 ml de solução normal de hidróxido de sódio. Agitou-se durante 16 horas no agitador vertical.

Passou-se o conteúdo através de peneira de 20cm de diâmetro e malha de 0,053 (nº 270), colocada sobre um funil apoiado em um suporte, tendo logo abaixo uma proveta de 1.000 ml. Lavou-se o material retido na peneira com água destilada a fim de ter uma lavagem eficiente e

rápida das areias. Completou-se o volume do cilindro até o aferimento, com o auxílio de uma pisseta.

Agitou-se a suspensão durante 20 segundos com um bastão, marcou-se o tempo após concluir a agitação. Preparou-se a prova em branco, colocando o dispersante utilizado em proveta de 1.000 ml contendo água. Completou-se o volume, agitar durante 20 segundos e marcar o tempo. Mediu-se a temperatura da prova em branco e da amostra,

Transferiu-se para lata de alumínio numerado e de peso conhecido, juntamente com a porção proveniente da lavagem da pipeta, colocou-se a cápsula na estufa e deixou-se durante uma noite ou até evaporar completamente a suspensão.

Retirou-se da estufa e pesou-se, obtendo-se assim o peso da areia grossa + areia fina. Transferiu-se essa fração para peneira de 20 cm de diâmetro e malha 0,2 mm (nº 70), e procedeu-se com à separação da areia grossa, de acordo com as figuras 10, 11, 12 e 13 dos apêndices.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Dispersão Total

O teor de areia (grossa e fina) diminui dos horizontes A para os subsuperficiais, no perfil 1 a areia grossa varia de 148.92 a 872.78 g kg⁻¹ e areia fina varia de 8.40 a 38.90 g kg⁻¹. No P2 areia Grossa varia de 382.74 a 805.60 g kg⁻¹ e areia fina varia de 1.30 a 12.0 g kg⁻¹ e no P3 areia grossa varia de 199.54 a 433.56 e areia fina varia de 49.90 a 308.40 g kg⁻¹.

Silte no P1 varia de 8.4 a 425.4, no P2 varia de 112.1 a 400.2 e no P3 varia de 3.5 a 484.7, os decrescem com a profundidade, com isso o maior teor de argila encontra nas profundidades superficiais ao invés das subsuperficiais.

4.2. Argila dispersa em água

A argila dispersa em água. As camadas apresentaram mudanças texturais, variando entre Franco Argiloso, Arenosa e Argílio Arenosa, é resultado dessas camadas que apresentarem um maior teor de argila, com 387.8 a 637.6 g kg⁻¹ as que apresentam menor teor de argila é que podem ser identificados como solos de textura arenosa a franco arenosa partem de 97.6 a 297.6. Segundo Mota et al. (2015), além da suscetibilidade à erosão, solos com elevados teores de ADA, ocasionam problemas a qualidade física e estrutural do solo, tais como, obstrução dos poros e posterior redução da permeabilidade de água e ar, mas pelas determinações de ADA, mostra que esse solo não apresenta problema com dispersão de argila em água, dado que argila total é maior que argila dispersa em água.

Os valores da densidade crescem com a profundidade, saindo de argila a arenosos; o que relaciona com a mudança do material e reflete os eventos de deposição dos solos.

4.3. Densidade do solo

Na Tabela 3 foram apresentados os valores da densidade solo em todos os perfis, onde segundo Santos (2016), os valores das densidades variam de 0.20 a 1.40 (g/cm³), (tabela 4) dos anexos apresenta os valores da densidade e seus respectivos materiais, Neste sentido verificou-se que parte das amostras apresenta valores de densidade estão na faixa de 1,25 e 1,50 onde segundo o mesmo autor acima citado este tipo de solos enquadra-se em solos arenosos e argilosos, o que indica maior circulação do ar e água nestes solos, não compacto.

4.4. Densidade das partículas

Pode-se verificar que os valores obtidos nas análises indicam que as amostras P1AP1, P1AP2, P1C1, P1C2, P1C3, P2A, P2C3, P3C2 e P3C1 apresentam 2.2 a 2.6 g/cm³ de densidade e usando a (tabela 3) nos anexos de Klein (2014) os valores correspondem a maior percentagem de

material de minerais de argila; enquanto as amostras P1C4, P2C1, P22C2 e P3A apresentam valores que variam de 2.5 a 2.8 g/cm³ que correspondem a existência de quartzo nestas amostras. A densidade média das partículas ficou em uma faixa pertencente à Minerais de argila, solos com presença de quartzo são menos adequados a prática da agricultura em geral porque são solos cuja estrutura é formada basicamente de grãos de quartzo, sendo portanto altamente suscetíveis a erosão, apresentam drenagem excessiva, baixa retenção de água e lixiviação de nutrientes.

4.5. Grau de Flocculação

Para obtenção do valor do GF, se leva em consideração os teores da argila total e ADA, dessa forma a ausência de ADA proporciona um elevado GF, visto que seus valores são inversamente proporcionais. Diante disso, em todos os perfis, obteve-se um GF que varia de valores menores que zero a 41% (horizontes A que apresentam matéria orgânica e muito teor de argila), contudo, o baixo grau de flocculação pode estar relacionada pela ausência de elementos flocculantes no solo, como Al³⁺ e H⁺ e pouco cálcio e Mg (Gasparetto et al., 2007). Com isso, usando a percentagem do GF obtido no estudo pode concluir-se que se trata um solo menos estável e menos disperso nas superfícies e na subsuperfícies é estável e mais disperso.

4.6. Relação Silte Argila

Esta relação é empregada em solos de textura franco arenosa ou mais fina, sendo calculada dividindo-se os teores de silte pelo de argila resultantes da análise granulométrica, A relação silte/argila serve como base para avaliar o estágio de intemperismo presente em solos de uma região. Assim sendo, valores inferiores a 0,7 nos solos de textura média ou inferiores a 0,6 nos de textura argilosa ou muito argilosa são indicativos de intemperismo mais acentuado Embrapa (2018).

Essa relação é utilizada para diferenciar horizonte B latossólico de B incipiente, quando eles apresentam características morfológicas semelhantes, principalmente para solos cujo material de origem pertence ao cristalino, como as rochas graníticas e gnáissicas.

Com os dados obtido da relação silte /argila indicam que os solos analisados apresentados intemperismo pouco acentuado visto que os mesmo apresentam valores acima de 0,7. Com isso estes em estes solos ocorreram poucos processos físicos, químicos e biológicos, o que pode nos levar a crer que foram recentemente depositados (MAE, 2005).

4.7. Relação AF/AG

Os resultados de areia fina/ areia grossa (AF/AG) indicam que foi preponderante à areia grossa da areia fina em todos perfis, já que a maior parte da areia total corresponde à primeira. O

comportamento da areia grossa condicionou o da areia total, já que comparativamente as frações apresentaram relações semelhantes em todos os perfis, demonstrando a origem de material fluvial que é coletado durante o tempo e ajuda na retenção da água.

Tabela 2: Atributos Físicos De Solos Da Estação Agrário De Chókwè

—Horizont—		Frações da amostra total			— Granulometria da TFSA —					Argila Dispersa em H ₂ O	Grau de flocculação	Silte	AF	— Densidade —		Porosidade Total	Classificação Textural
Símb	Prof.	Calhaus	Casc	TFSA	— Areia —			Argila	Silte					AG	Solo		
		>20mm	20-2mm	<2mm	Grossa	Fina	Total			— g cm ⁻³ —		%					
		— g kg ⁻¹ —			— g kg ⁻¹ —					%			%				
P1-Fluviosolo																	
P1AP1	00 – 10	0	0	1000	150.04	8.40	158.48	417.6	425.4	418.7	0	1.0	0.056	1.34	2.2	37.67	A. arenoso
P1AP2	10 – 31	0	0	1000	148.92	15.80	164.70	437.6	408.9	420.7	4	0.9	0.106	1.34	2.2	38.25	A. arenoso
P1C1	31 – 61	0	0	1000	313.92	8.80	322.72	297.6	387.8	291.3	2	1.3	0.028	1.41	2.4	41.25	A. arenoso
P1C2	61 – 84	0	0	1000	525.60	15.70	541.26	177.6	286.3	143.0	19	1.6	0.030	1.34	2.6	49.24	F. arenoso
P1C3	84 – 107	0	0	1000	706.10	53.60	759.70	97.6	149.2	58.2	40	1.5	0.076	1.53	2.6	41.83	F. arenoso
P1C4	107 – 130	0	0	1000	872.78	38.90	911.70	97.6	8.4	58.0	41	0.1	0.045	1.52	2.8	40.86	F. arenoso
P2 – Fluviosolo																	
P2A	00 – 40	0	0	1000	382.74	12.0	394.72	217.6	400.2	256	-18	1.8	0.031	1.34	2.5	45.31	A. arenoso
P2C1	40 – 70	0	0	1000	513.04	6.30	519.32	97.6	393.5	62	37	4.0	0.012	1.34	2.7	50.74	A. arenoso
P21C2	70 – 83	0	0	1000	88.20	6.30	94.48	117.6	794.9	292	-148	6.8	0.071	1.52	2.5	39.92	A. arenoso
P22C2	83 – 104	0	0	1000	284.64	1.30	285.90	97.6	629.7	128	-31	6.5	0.004	1.52	2.7	44.32	A. arenoso
P2C3	104 – 123	0	0	1000	805.60	1.50	807.06	97.6	112.1	59	39	1.2	0.002	1.52	2.6	41.98	F.A.arenoso
P3 – Fluviosolo																	
P3A	00 – 45	0	0	1000	433.56	46.90	480.46	217.60	312.2	293.6	-35	1.4	0.108	1.07	2.7	60.07	F. arenoso

Avaliação das propriedades físicas do solo

P3C1	45 – 63	0	0	1000	674.82	308.40	911.6	97.60	3.5	58.5	40	0.1	0.457	1.52	2.6	41.09	Arenoso
P3C2	63 – 100	0	0	1000	199.54	50.60	250.14	277.60	484.7	410.0	-48	1.8	0.254	1.10	2.5	58.80	F. arenosa

5. CONCLUSÃO

Por meio desse trabalho foi possível avaliar as propriedades físicas do solo em áreas do Instituto Agrário de Chókwè e perceber no fundo a situação actual das mesmas. Os resultados alcançados nesse estudo ilustram a relevância de investigar os atributos físicos associado ao uso. Nota-se também o papel fundamental da densidade do solo como um indicador de qualidade e o seu controle na circulação de ar e água, devido grande quantidade de poros ou micro-poros associados ao manejo e pode ser um grande contributo para evitar a compactação do solo. Em relação aos atributos físicos, foi possível constatar que não houve diferenças significativas entre os locais amostrados em quase todos atributos.

Em suma, os solos em causa identificam-se como solos com consistência granulosa (grãos grossos, médios e finos), alta porosidade e permeabilidade, devido ao arranjo das partículas, baixo teor de matéria orgânica, com possibilidade de pH ácido e alta possibilidade de erosão, daí que pode-se concluir são solos estáveis na superfície até aos 40cm visto que há maior ocorrência de solo com textura argilosa tanto há que de condições mínimas para a produção Agrícola e uso de sistema de rega superficial (gravidade).

Pela classe textural argiloarenoso, pode-se aplicar rega superficial por sulcos. Contudo devido a alto teor de argila dispersa em água, em subsuperfície, pode ocorrer maior arrasto de partículas finas (argilas) por erosão.

Embora as relações não sejam muito significativas entre os atributos analisados, ressalta-se a necessidade de estudos complementares, que permitam avaliação mais conclusiva.

6. RECOMENDAÇÕES

Para melhor a estrutura do solo pode se optar por práticas ou técnicas conservacionistas tais como:

- ▶ Rotação de cultura;
- ▶ Uso de leguminosa para aplicação como adubo verde;
- ▶ Plantio direto;
- ▶ Reflorestamento;
- ▶ Safras pequenas;
- ▶ Formação da cobertura morta;
- ▶ Uso de maquinaria específica em respetivas actividades;
- ▶ Canais de escoamento de água revestidos;
- ▶ Uso sulcos curtos para evitar o arrastamento do solo.

No concernente a sistema de rega, é recomendável a rega por aspersão ou gotejamento e devido a ausência de cascalhos e calhaus o revestimento pode ser com plásticos ou betão, ou se fazer a condução de água por tubagem. Em todos os perfis do solo, em subsuperfície ocorre mais acumulo de areia, de 30 a 90%, apesar de acompanhado de aumento de areia fina no P1; decréscimo da areia fina P2 e alternância entre argila, areia e argila no P3 não se recomendam canais (principais e secundários) valetas, represas ou pontos de recarga de água não revestidos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Agriculture and Food Security center, 2015, *Sistema e kit SoilDoc*, Columbia University. Aprile, Mariana. 2006. Formação e tipos de solo. São Paulo.
- Arshad, M. A.; Martin, S. 2002. Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems. Amsterdam.
- Araújo, A e Monteiro, R 2007, *indicadores biológicos de qualidade do solo*, Uberlândia.
- Bértola Cantarutti, Reinaldo, Alvarez, Victor e Ribeiro, António, 1999, *recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em minas gerais*, Minas gerais.
- Caputo, Mário Vicente, 2000, *discussão sobre a formação alter do chão e alto de monte alegre*, Pará
- Camargo, O. A; Alleoni, L. R. F. 2006, *O solo e a planta*, infobido.
- Carvalho, Roseana Boek, 2008, *conservação do solo agrícola: levantamento de dados e caracterização*, Porto Alegre.
- Comin, Jacinei José, Lavato, Paulo Emílio, 2014, *Manejo de qualidade do solo*, Florianópolis
- Dematte. J. A. M; Moreti. D, Vasconcelos, C. F, e Genú. A. M, 2005, Uso de imagens de satélite na discriminação de solos desenvolvidos de basalto e arenito na região de Paraguaçu. Brasília
- Dos Santos, R.D, Luís, Humberto, G.D.S, Ker, J.C, Anjos, H. C, 2005, Manual de descrição e colecta do solo no campo, Rio de Janeiro.
- Embrapa, 1997, *Manual de métodos de análise do solo*, 2ª edição, Rio de Janeiro
- Embrapa, 2009, *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2ª edição. Rio de Janeiro.
- Embrapa, 2011, *Manual de métodos de análise do solo*, Rio de Janeiro.
- Embrapa, 2018, *Sistema Brasileiro de classificação de solo*, Rio de Janeiro
- Evaldo Luís Cardoso, 2009, *Análise de Solos: Finalidade e Procedimentos de Amostragem*, Corumbá.

- Fabian, A. J.; Ottoni, F. T. B. 2000. Determinação da capacidade do campo in situ ou através de equação de regressão. Brasília.
- Fageria, N. K, 2004, produção de sementes sadias de feijão comum em várzeas tropicais, Brasil.
- FAEF, (2001). Programa Competir: região agrícola do Chókwè diagnóstico da fileira agrícola, FAEF – UEM, Maputo;
- Ferreira, M.M; Vitorino, A.C.T; Curi, N; Lima, J.M; Silva, M.L.N e Motta, P.E.F, 1998, Mineralogia, química e estabilidade de agregados do tamanho de silte de solos da região sudeste do Brasil. Brasília
- Ferro, C. V, 2005, *Avaliação das Mudanças de Cobertura Florestal no Distrito do Chókwè*, pp. 4 – 8. UEM – FAEF. Maputo.
- GIL, A. C, 1999, *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. 5ª Ed, São Paulo, Editora Atlas,
- Gomes, M. A. F., Filizola, H. F, 2006, *indicadores físicos e químicos de qualidade de solo de interesse agrícola*, Jaguariúna;
- Jerónimo, Correia, 2006, *Manual de Agricultura Biológica - Terras de Bouro*, (Escola Superior Agrária de Ponte de Lima - ESAPL / IPVC), Câmara Municipal de Terras de Bouro
- Luz, Maria José da Silva, Ferreira, Gilvan Barbosa, 2002, *Adubação e Correção do Solo: Procedimentos a Serem adotados em função dos resultados da análise do solo*, Campina Grande.
- Maia, C. E.; Morais, E. R. C.; De Madeireiros, J. F. 2005. Capacidade de campo, ponto de murcha permanente e água disponível para as plantas em função de doses de vermicomposto. Mossoró.
- Ministério da Administração Estatal (MAE), 2005, *perfil do distrito de chókwè província de Gaza*,
- Nand Kumar Fageria e Luís Fernando Stone, 2006, *qualidade do solo e meio ambiente*, Santo-antónio de Goiás, GO.
- Paladini, Felipe Lameu dos santos, 1991, *distribuição de tamanho de agregados em solo podólico vermelho-escuro afetada por sistemas de culturas*, porto

- Pinto, C. S. 2000. Curso básico de mecânica dos solos. São Paulo.
- PNUD e FAO, 2012, *plano estratégico de desenvolvimento de distrito de Chókwè*
- Raij, Bernardo Van, 1991, *Fertilidade do Solo e Adubação*, Piracicaba
- Reinert, Dalvan. Jose; Reichert, Jose Miguel, 2006, *propriedades físicas do solo*.
Santa Maria
- Ronquim, C.C, 2010, *Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais*. Embrapa
- Santos, J. D, 2007, *a influência de diferentes sistemas agrícolas nas propriedades físicas e químicas das camadas superficiais do solo*, Belo horizonte
- Santos, R.D; Lemos, R.C. Santos, H.G; Ker,J.C. e Anjos,L.H.C. 2005, *Manual de descrição e colecta do solo no campo*. Viçosa.
- Santos , Sheila; 2016, *Propriedade físicas do solo*, Minas Gerais
- Silva, G. A; Maia, L. C; Silva, F. S. B; Lima. P.C.F, 2001, *potencial de infectividade de fungos micorrízicos arbusculares oriundos área caatinga nativa e degradada por mineração*. São Paulo
- Varaschini, A. D. C, 2012, *Avaliação da fertilidade do solo na Agricultura de precisão*, unijuí.
- Veloso, C.A.C; Muraoka, T; Mavolta, E. Carvalho, J.G, 1995, *Influência do manganês sobre a nutrição mineral e crescimento da pimenteira do reino (Piper nigrum)*. Piracicaba
- Venturi,L.A.B. 2011, *Práticas de campo, laboratório e sala de aula*, Sarandi.
- Watanabe, A.M.; Bessa, L.P.D. Corradini, R.A. Martins, T.G.M. Monte Serrat, B. Lima, M.R, 2002, *Por que fazer análise de solo?* Curitiba: Universidade Federal do Paraná.
- Zonta, S.C, Silva, B, B, Alves, J.C., Ramos, O.C, Mota, S.B, 2008, *Práticas de Conservação de Solo e Água*, Campina Grande.
- Combatt, E. M.; João, L. L.; Victor, H. A. V. 2013. Caracterização das propriedades Físicas, Químicas e Mineralógicas de solos tiomórficos. Colômbia

Kiehl, E.J. 1979, Manual de edafologia: relação solo-água-planta. São Paulo

Klein, V.A.2014, Física do Solo. 3ª ed. Passo Fundo, Universidade de Passo Fundo

8. ANEXOS

Tabela 3: Densidade dos principais sólidos do solo tropicais

Material	Densidade Mg/m
Quartzo	2,5 - 2,8
Feldspato	2,5 - 2,6
Mica	2,7 - 3,0
Minerais de Argila	2,2 - 2,6
Matéria Orgânica	< 1,0

Fonte: Klein (2014).

Tabela 4: Variação das densidades do solo

Material	Densidade do solo (g/cm ³)
Solos Argilosos	0,90 a 1,25
Solos Arenosos	1,25 a 1,40
Solos Humíferos	0,75 a 1,00
Solos Turfosos	0,20 a 0,40

Fonte: Santos (2016)

9. APÊNDICES



Figura 2: Peneiramento do solo



Figura 3: Desterroamento de torrões

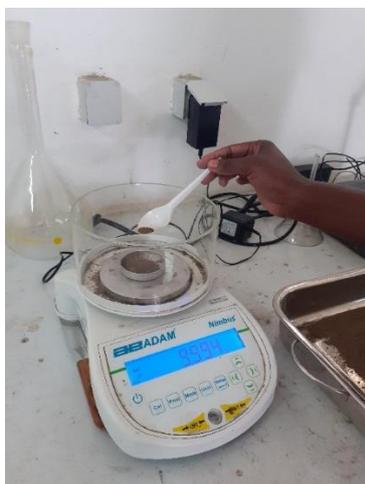


Figura 4: Pesagem do solo



Figura 5: Secagem do solo



Figura 6: Colocação de álcool etílico



Figura 7: Preparação de amostras



Figura 8: Agitação do solo



Figura 9: Separação da areia do conjunto silte e argila



Figura 10: Lavagem das amostras



Figura 11: Agitação de amostra do solo



Figura 12: Medição da temperatura da amostra Figura 13: Separação da areia e grossa

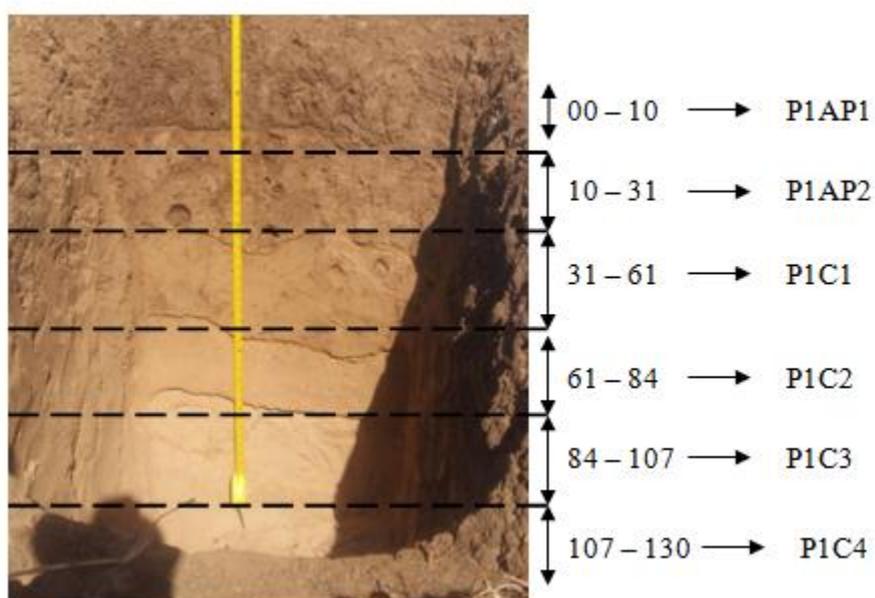


Figura 14: Perfil 1

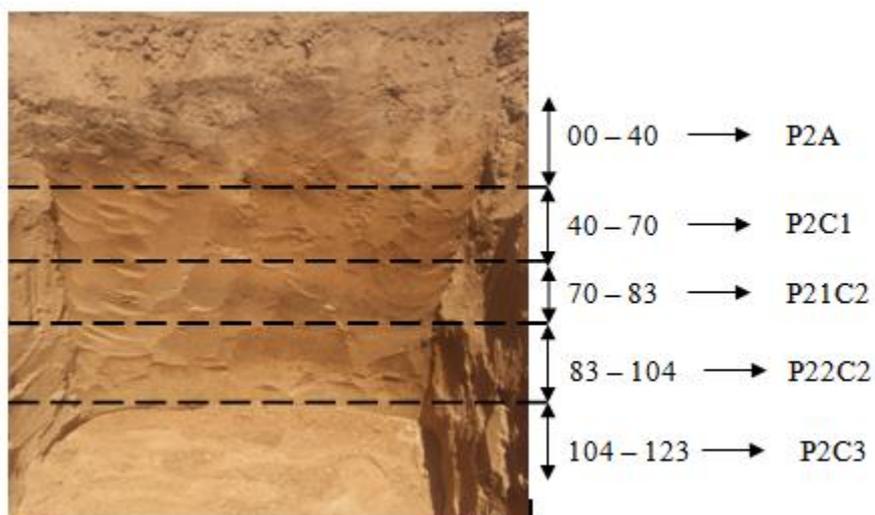


Figura 15: Perfil 2

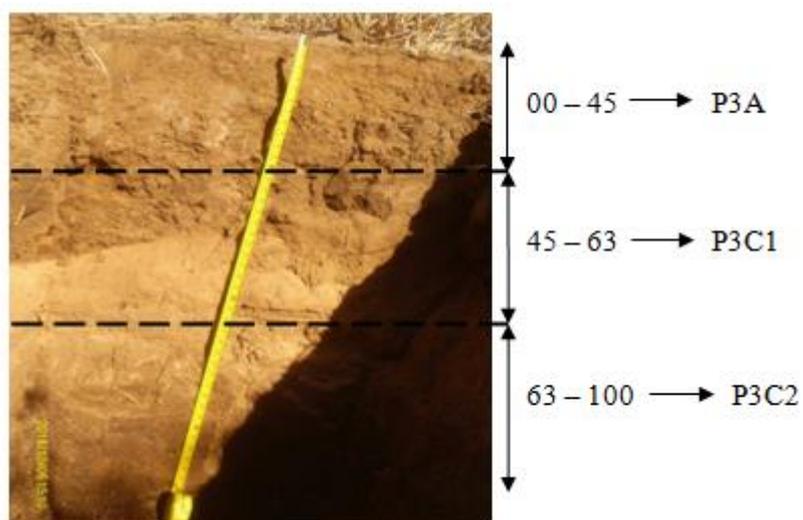


Figura 16: Perfil 3