



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA
DIVISÃO DE AGRICULTURA
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**RELATÓRIO DE TRABALHO DE CULMINAÇÃO DE CURSO PARA
OBTENÇÃO DE GRAU DE LICENCIATURA**

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E FÍSICA DOS SOLOS DO CAMPO
EXPERIMENTAL DO ISPG, DO DISTRITO DE CHÓKWE.**

Autor: Borge Luís Sibamda

Tutor: Prof. Doutor Hortêncio Pedro Comissal

Cotutor: Eng. Agostinho Cardoso Hlavanguane (MSc)

Lionde, Setembro, 2018



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Monografia Científica sobre **Caracterização Morfológica e Física dos solos do Campo Experimental do ISPG, do Distrito de Chókwè**, apresentado ao Curso de agricultura na Divisão 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 científica no campo experimental do ISPG

Trabalho de tese de Licenciatura de Borge Luís Sibanda, supervisionado por:

Tutor: Prof. Doutor Hortêncio Pedro Comissal

Cotutor: Eng. Agostinho Cardoso Hlavanguane (MSc)

Lionde, Setembro, 2018

ÍNDICE

Conteúdos	Pag.
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Problema e justificação.....	2
1.2. Objectivos.....	3
1.2.1. Geral:.....	3
1.2.2. Específicos:.....	3
1.3. Hipótese:.....	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Conceitos de solo.....	4
2.2. Caracterização morfológica do solo.....	4
3.2.1. Cor dos solos.....	4
2.2.2. Estrutura.....	5
2.2.3. Textura.....	6
2.2.4. Nódulos e Concreções.....	6
2.3. Caracterização física do solo.....	6
2.3.1. Porosidade.....	6
2.3.2. Níveis de compactação / Densidade.....	7
2.3.3. Granulometria.....	8
2.3.4. Plasticidade do solo.....	9
2.3.5. Consistência.....	10
2.3.6. Resistência tênsil.....	11
2.3.7. Infiltração.....	11
3.METODOLOGIA.....	13
3.1. Matérias.....	13
3.2. Métodos.....	13
3.2.1. Área experimental.....	13
3.2.2. Localização geográfica do distrito de Chókwè.....	13
3.2.3. Análise de dados.....	14
3.2.4. Procedimento experimental.....	15
3.6.1. Seleção, abertura do perfil e colecta de amostras do solo.....	15

3.2.5. Análises morfológicas	15
3.2.6. Análises físicas	15
4. RESULTADOS.....	17
4.1. Análise morfológica.....	17
4.1.2. Textura dos solos.....	17
4.1.3. Estrutura dos solos	17
4.1.4. Consistência	17
4.1.5. Forma de transição	18
4.2. Análise física.....	21
4.2.1. Análise granulométrica	21
4.2.2. Argila dispersa em água	21
4.2.3. Densidade de solo e partícula e porosidade.....	21
4.2.4. Resistência tênsil	23
4.2.5. Teste de infiltração	23
5. DISCUSSÃO.....	24
5.1. Morfologia de solo.....	24
5.1.2. Estrutura dos solos	24
5.1.3. Textura	24
5.1.4. Consistência, forma de transição e macroporosidade.....	25
5.2. Física de solo.....	26
5.2.1. Terra fina, cascalho	26
5.2.2. Umidade residual e fator “ f ”	26
5.2.3. Análise granulométrica	26
5.2.4. Argila dispersa em água	28
5.2.5. Resistência tênsil	28
5.2.6. Infiltração	29
6. CONCLUSÃO.....	30
7. RECOMENDAÇÕES:	31
9. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS.....	32

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

	Pág.
Tabela 1. Descrição e organização dos elementos estruturais.....	5
Tabela 2. Classificação granulométrica.....	9
Tabela 3. Níveis de plasticidade e efeito ao classificar.....	10
Tabela 4. Níveis de consistência do solo associado ao efeito.....	11
Tabela 5. Atributos morfológicos solo.....	19
Tabela 6. Atributos físicos do solo.....	22
Tabela 7. Resistência tênsil.....	23
Tabela 8. Taxa de infiltração.....	23
Figura 1. Mapa de Moçambique e de Chokwè.....	13
Figura 2. Imagem do perfil1.....	20
Figura 3. Imagem do perfil2.....	20
Figura 4. Triângulo textural.....	26
Figura 5. Gráfico de resistência tênsil.....	27

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

ADA	Argila dispersa em água
CEXP	Campo Experimental do ISPG
GD	Grau de dispersão
GF	Grau de floculação
IES	Instituição de Ensino Superior
ISPG	Instituto Superior Politécnico De Gaza
Md	Medio
N	Wnilton
P1 A1	Perfil 1 horizonte A1
P1 C1	Perfil 1 camada 1
P1 C2	Perfil 1 camada 2
P1 C3	Perfil 1 camada 3
P2A1	Perfil 2 horizonte A1
P2A2	Perfil 2 horizonte A2
P2C1	Perfil 2 camada C1
P2C2	Perfil 2 camada C2
P2C3	Perfil 2 camada C3
PEDDC	Plano Estratégico de Desenvolvimento do Distrito de Chókwè
Pq	Grande
Pq	Pequeno
TFSA	Terra fina seca ao ar
VIB	Velocidade de infiltração básica



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 do (s) meu (s) tutor (es), 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, Setembro, 2018

(Borge Luís Sibanda)

Dedicatória

Ao meu santíssimo Deus, aos meus amadíssimos pais: Luís Muchina Sibanda e Júlia Mumbwambe Sibanda, e aos meus caríssimos irmãos: Catarina, Alberto, João, Maurício, Arminda, Jaime, Esina, Castro, e Leonardo, pelo carinho, bênção e acompanhamento por vós concedida ao longo desta caminhada acadêmica.

“ Melhor é tudo que lhe faz bem desde que assuma com as consequências ” (Borge Luís Sibanda).

AGRADECIMENTOS

Ao pai celeste (Deus todo poderoso) por tudo que me tem concedido.

Aos meus pais e irmãos pelo caloroso amor, confiança, sacrifício, força, orgulho, por vós concedida “eu amo-vos”.

Ao ISPG, pela ciência prendida e apreendida.

Ao Prof. Doutor Hortêncio Pedro Comissal, pelo acompanhamento, apoio, paciência, confiança e calorosa colaboração por vós concedida.

Ao Eng. Agostinho Cardoso Hlavanguane, pelo acompanhamento, apoio, paciência, confiança e calorosa colaboração, por vós concedida.

Aos docentes do ISPG, com destaque ao Eng. Daniel Zefanias Matsinhe.

Aos meus tios, primos e sobrinhos, amigos e colegas, pelo apoio, e confiança imutável, por vós concedida.

Aos colegas da turma de curso de Engenharia Agrícola (Geração 2014).

RESUMO

O presente trabalho teve como o objectivo de providenciar informações sobre a gestão e manejo dos solos do CEXP (Campo Experimental do ISPG), no Distrito de Chókwè, Província de Gaza, região Sul de Moçambique, que abrange 30 ha em terreno sem uso e virgem. O estudo foi feito através da abertura de perfis de solo. Foram avaliados os atributos morfológicos (cor, horizontes/camadas, ocorrência de carbonatos, nódulos, concreções e aspectos bióticos do solo) e físicos (densidade do solo, porosidade do solo, frações granulométricas, argila dispersa em água, relação silte/argila, adensamento do solo, condutividade hidráulica e taxa de infiltração da água no solo) em todos os horizontes e ou camadas. O estudo foi conduzido junho a princípio de agosto de 2018, no ISPG, e as amostras foram analisadas no LABISPG- Laboratório de solos e Água. Os resultados em análise morfológica em função horizontes e camadas mostrou em diversidade de cores, textura, estrutura, consistência. As análises físicas apresentou: maior teor de argila e silte, e menor quantidade de áreas fina e grossa em análise granulométrica; maior dispersão de argila dispersa em água em função dos horizontes/camada mais profunda, e resistência tênsil mostrou uma tensão decrescente a penetração radicular em profundidade e por fim o teste de infiltração mostraram uma diferença no comportamento VIB, tendo apresentado P1 (VIB = 0.185, e P2 (VIB= 1.33).

Palavras-chaves: atributos, propriedades, morfologia e física do solo.

ABSTRACT

The objective of this work was to provide information on the management and management of soils of the CEXP (Experimental Field of ISPG) in the District of Chókwe, Province of Gaza, and southern region of Mozambique, covering 30ha in unused and virgin land. The study was done through the opening of soil profiles. Morphological attributes (colour, horizons / layers, carbonate occurrence, nodules, concretions and biotic aspects of the soil) and physical attributes (soil density, soil porosity, particle size fraction, clay dispersed in water, silt / clay ratio, of the soil, hydraulic conductivity and infiltration rate of water in the soil) in all horizons and or layers. The study was conducted in early June 2018 at ISPG, and the samples were analysed at LABISPG- Soil and Water Laboratory. The results in morphological analysis in terms of horizons and layers in showed diversity of colours, texture, structure, consistency. The physical analyses presented: higher clay and silt content, and smaller amount of fine and coarse areas in granulometric analysis; higher dispersion of clay dispersed in water as a function of the horizons / deeper layer, and tensile strength showed a decreasing tension to root penetration in depth and finally the infiltration test showed a difference in the VIB behaviour, presenting P1 (VIB = 0.185, and P2 (VIB = 1.33).

Keywords: attributes, properties, morphology and soil physics

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a deterioração da qualidade do solo referencia-se como um dos tópicos importante na ciência do solo, no acto da retirada da cobertura vegetal e o uso intensivo da mecanização em operações de manejo do solo (escarificação, lavouras, gradagens, sementeira, amanhos culturais e colheita) podendo resultar a diminuição da capacidade de produção do próprio solo (Pires, *et al*, 2011).

A qualidade do solo depende da manutenção e melhoria de seus atributos físicos, químicos e biológicos, bem como de sua contínua capacidade de produzir culturas, de modo geral a mudança da vegetação natural para sistema de exploração agronómico provoca alterações profundas nos atributos do solo (Lourente, *et al*, 2009).

A zona Sul de Moçambique apresenta solos de textura arenosa pobres, e um regime de precipitação irregular e em menor quantidade (Siteo, 2005). O Distrito de Chókwè possui quatro grupos de solos, o primeiro grupo encontra-se nas áreas elevadas dos sedimentos marinhos, o segundo encontra-se nas depressões ou planícies dos sedimentos marinhos, o terceiro é composto por variedades de solos profundos (arenosos, moderadamente a bem drenados e de fertilidade natural baixa a moderada nas dunas interiores) e o último grupo desenvolve-se nos sedimentos recentes do Rio Limpopo, ocupando toda área dos meandros do rio (PEDDC, 2012).

A morfologia dos solos reflete características físicas, químicas e mineralógicas resultantes dos processos pedogenéticos de sua formação (Ferreira, *et al*; 2008). O solo é formado a partir da decomposição das rochas, por meio do intemperismo (conjunto de processos físicos, químicos e biológicos), essas características de formação do solo permite separar os horizontes genético (o mais profundo) do horizonte A (que tem maior quantidade material orgânico), porém os processo de formação em algumas vezes dependem os horizontes, podendo estar ausentes bem como podem ter sido formado novos horizontes (Andreoli, *et al*, 2014).

A análise da morfologia dos solos permite caracterizar os horizontes, isto é, diagnosticar os atributos físicos, químico e biológicos do solo, esta análise pode ser feita usando o método de perfil cultural tanto como o método de avaliação visual da estrutura do solo (Llanillo *et al*; 2013). Todavia, o mesmo autor afirma que esses métodos quando associados a indicadores de qualidade física de solo podem ser repetidos em diversas situações dando uma sustentabilidade de seu uso (Llanillo *et al*, 2013).

Portanto, o levantamento de solos tem sido base fundamental utilizada na interpretação de informação de relevância agrícola, porque subsidiam melhores decisões na eficiência e no uso racional de solo (Freitas *et al*, 2014).

1.1. Problema e justificação

A contaminação dos solos e a perda da qualidade da água resulta através do desenvolvimento das actividades económicas que constituem graves problemas ambientais, (Betim 2013), porém há preocupação em analisar as características do solo que tem grande relevância ambiental (Sans *et al*, 2002).

Algumas práticas de manejo do solo provocam alterações nas propriedades físicas, portanto os indicadores da qualidade física do solo abrangem os atributos físicos, químicos e biológicos, com vista a incorporar a variabilidade das suas propriedades, também são utilizados como indicadores de qualidade física do solo, a profundidade efectiva de enraizamento, tamanho e distribuição da porosidade, densidade de solo e de partícula, resistência do solo à penetração das radicular, o intervalo hídrico óptimo, índice de compressão, e a estabilidade dos agregados (Richart *et al*, 2005).

O planeamento inadequado do uso de solo, (adoção e desmatamento constante) tornam o solo menos permeável dificultando o seu papel de infiltração e de condutividade hidráulica, contudo o levantamento dos solos é utilizado para interpretar o uso de solo na agrícola com vista a dar subsídios na melhoria de decisão de uso racional (eficiente) dos solos, e este fenómeno acontecem devido a boa precisão da prática de levantamento das informações morfológicas, físicas e químicas porque apresentam menor variabilidade em função da classificação e das caracterização dos solos (Freitas *et al*, 2014).

De modo geral, sabe-se que raramente encontra-se informação referente a caracterização dos Solos de Distrito de Chókwè, essa insuficiência, dificulta a tomada de decisão no âmbito agronómico, por esta razão urge a necessidades de fazer a caracterização morfológica e física dos solos do Campo Experimental do ISPG (CEXP) no distrito de Chókwè, com vista a conhecer as caraterísticas dos solos e classifica-las tendo em conta a sua potencialidade associando-a as culturas, e por outro lado a escolha desse local deve-se ao facto de Chókwè possuir a maior área irrigada de Moçambique, ocupando cerca de 55000 ha de área total, na qual destaca-se 35000 ha de área irrigada por gravidade (Timberlake *et al*, 1986).

O CEXP por ser uma área experimental de ISPG que se dedica a produção, Investigação, providencia informações sobre o estado natural dos solos de modo que possa servir de instrumento de monitoria dos solos locais, e produzir recomendações de uso; e também contribuirá no enriquecimento da falta de informação reduzindo a área de estudo de solos de Moçambique (Wijnhoud, 1998) que tem uma escala de 1:250.000 km.

1.2. Objectivos

1.2.1. Geral:

- ▶ Caracterizar as deferentes propriedades existentes entre os atributos morfológicos e física dos solos do Campo Experimental do ISPG, no distrito de Chókwè.

1.2.2. Específicos:

- ▶ Identificar a cor, estrutura, consistência, resistência tênsil (penetração radicular), e forma de transição entre os horizontes e/ou camadas no perfil;
- ▶ Determinar a classe e texturas do solo através da granulometria;
- ▶ Avaliar o potencial e limitação do solo;

1.3. Hipótese:

Partindo do pressuposto do contexto geológico, climático (precipitação menor que evapotranspiração) de Chókwè, neste trabalho espera-se que o solo seja de baixa porosidade, adensado e que as recomendações sejam de melhoria com base no revolvimento do solo com subsolagem e lavoura.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Conceitos de solo

O contexto solo é derivado do latim “*solum*” que significa superfície do chão, os solos formam-se através do processo de decomposição das rochas, a sua evolução depende dos factores clima, rocha de origem, o relevo, o tempo e os microrganismos (Gonçalves, 2014). Para além da grande importância que oferece a humanidade, a definição de solo torna-se difícil pois a sua definição não tem sido universal, vários autores definem de diferente formas, cada um define segundo o seu objetivo (Dos Santos, *et al*, 2005).

Solo é o conjunto de indivíduos naturais na superfície da terra com a composição de matéria orgânica e viva que servem de sustento das plantas, todavia o solo em sua parte superior faz fronteira com o ar atmosférico, lateralmente limita-se gradualmente com rocha consolidada ou parcialmente desintegrada, o limite inferior é o mais difícil de ser definido (Dambrós, *et al*, 2007).

Comissal (2011) define solo como um corpo natural sujeito a evolução, resultante da acção conjunta do clima e seres vivos sobre o material originário (rocha – mãe), de acordo com determinadas condições topográficos, durante um certo período de tempo.

O perfil de solo é constituído por secções (parcela e subparcelas) denominadas horizontes ou camadas, as primeiras secções são resultados dos processos de formação guardando relação genética entre si dentro do perfil, as camadas são pouco (ou não) afetadas por processos pedagógicos “decomposição recente como sedimentos Aluviais, eólico e da atividade vulcânica” (Dos Santos, *et al*, 2005).

2.2. Caracterização morfológica do solo

3.2.1. Cor dos solos

A cor é um dos atributos mais úteis que caracteriza os solos, a determinação da cor constitui uma fonte importância para a pedologia, esta característica é determinada no campo pela sua comparação visual com padrões existentes em cartas de recomendação de solos, entretanto em decorrência de fatores físicos e psicofísicos, existem muitos erros que envolve o método de determinação da cor por método de verificação, a cor do solo manifesta-se principalmente em

função da presença de óxidos de Fe e matéria orgânica, e outros factores como a humidade e a distribuição do tamanho de partículas (Campos e Demattê, 2004).

O sistema de solo é considerado uma mistura de partículas minerais e orgânicas que interagem com a luz incidente, não sendo completamente transparentes, as partículas parcialmente absorvem e parcialmente dispersam a luz incidente (Campos e Demattê, 2004)

A forma de determinar cor do solo pelo olho humano tem capacidade de interpretação da cor e habilidade particulares de cada observador, porem a comparação das determinações de cor feitas pelo olho humano com determinações feitas com um colorímetro pode indicar tendências individuais de cada observador em determinar a cor (Campos e Demattê, 2004).

2.2.2. Estrutura

Nos últimos anos a estrutura do solo é determinada por vias de tecnologias modernas (ressonância magnética, tomografia, entre outros), que ainda são de acesso limitado, todavia utiliza-se a descrição morfológica qualitativa verificando o tipo de estrutura, tamanho e grau de desenvolvimento dos agregados, a avaliação da estabilidade de agregados, densidade do solo, porosidade, infiltração e retenção de água, considerando a classe textural, indicando o estado atual da estrutura do solo (Reiner e Reichert, 2006).

Portanto a tabela abaixo ilustra de uma forma coerente a maneira como esta representada a descrição e organização dos elementos estruturais:

Tabela1: Descrição e organização dos elementos estruturais (torrões e agregados)

Elementos estruturais do solo	Modo de organização	Definição
Não se individualiza em torrões	Maciço (M)	Ausência de porosidade estrutural ou muito pouco desenvolvida. Pode ocorrer porosidade biológica.
	Unido dificilmente discernível (UD)	Presença de fissuras incipientes permitindo evidenciar diferentes torrões.
Individualiza-se em torrões	Unido facilmente discernível (UF)	Os torrões são facilmente distintos, mas estão unidos de tal maneira que trazem coesão ao conjunto.
	Livre (L)	Os espaços entre torrões são desenvolvidos não permitindo assegurar coesão ao conjunto.

(Mello ivo e Mielniczuk, 1998).

2.2.3. Textura

A textura do solo é definida pela proporção relativa das classes de tamanho de partículas de um solo, a classe textural de um solo é uma característica importante porque tem pouca variação ao longo do tempo, e a sua mudança somente ocorrerá se houver mudança da composição do solo devido à erosão selectiva ou processos de intemperismo, que ocorrem em escala de séculos a milênios de anos, de modo geral o manejo do solo afeta muito pouco a sua textura (Reiner e Reichert, 2006).

2.2.4. Nódulos e Concreções

Os nódulos ou concreções surgem a partir do favorecimento das condições anaeróbias, em que as partículas de Fe (III) reduzem-se a Fe (II) tornando-se solúveis levando à mobilização do Fe (solúvel) e posteriormente segrega-se os óxidos de Fe (Juhász, *et al*, 2006).

Segundo a Embrapa, (2006) citada por Moreira, (2012) afirma que os nódulos ou concreções são formados a partir do material proveniente da plintita que sob efeito de ciclos repetitivos de humedecimento seguidos de dessecação acentuado, sofre consolidação vigorosa.

A presença de nódulos e concreções nos solos é de ocorrência comum nos solos tem causado muitas das vezes o impedimento físico no crescimento das raízes das plantas e a redução do volume de solo explorado pelos vegetais, por esta razão a presença de concreções e nódulos nos solos tem levantado discussões sobre as possíveis condições climáticas existentes no local durante a formação destes solos, tendo em conta as condições climáticas atuais, como clima semiárido, não favorece a formação de plintita, nódulos e concreções (Moreira, 2012).

2.3. Caracterização física do solo

2.3.1. Porosidade

Os poros são cavidades de diferentes tamanhos e formas, determinados pelo arranjo das partículas sólidas que constituem o volume do solo ocupada pela água, ar e nutrientes, porém a porosidade do solo interfere na aeração, condução e retenção de água, resistência à penetração bem como a ramificação das raízes contribuindo capacidade de aproveitamento da água e de nutrientes (Ribeiro, *et al*, 2007).

Segundo Reinert e Reichert, (2006), poros são micro (pequenos) e macro (grandes) espaços vazios dentro do solo que são preenchidos por água e ar, e também porosidade pode ser definido como sendo a proporção entre o volume de poros e o volume total de um solo, todavia a funcionalidade dos poros é evidente quando se considera que os micróporos são os

responsáveis pela retenção e armazenamento da água no solo e os macrósporos responsáveis pela aeração e pela maior contribuição na infiltração de água no solo.

De modo geral a porosidade do solo interfere na aeração, condução e retenção de água, resistência à penetração e à ramificação das raízes no solo, e o aproveitamento de água e nutrientes disponíveis, por esta razão são considerados bons solos aqueles que apresentam um volume e dimensão ideal de poros adequando a entrada, o movimento e a retenção de água e ar com vista a atender às necessidades das plantas “culturas” (Ribeiro *et al*, 2007).

A distribuição dos poros na matriz do solo tem desempenhando um papel muito importante em relação entre as fases (sólida, líquida e gasosa) determinando a taxa de evolução espacial e temporal dos processos envolvidos em movimento da água no solo, porem a distribuição dos poros segundo o seus tamanhos condiciona o comportamento físico-hídrico influenciando a potencialidade agrícola dos solos (Ribeiro *et al*, 2007).

Os conhecimentos de porosidade do solo são importantes porque permitem idealizar a possibilidade da permeabilidade e capacidade de retenção de água e nutrientes, os solos com grande quantidade de macróporos, (onde a maior parte da água é retirada por ação da gravidade) não são os ideais (Dambrós *et al*, 2007).

2.3.2. Níveis de compactação / Densidade.

1.3.2.1. Compactação

A compactação do solo refere-se ao processo de decréscimo de volume de solos aplicada a uma determinada pressão externa (causada por uso de mecanização agrícola, equipamentos de transporte ou animais), hoje em dia a compactação do solo destaca-se mundialmente, como sendo um dos fatores limitantes da qualidade física das terras aráveis, originando efeitos prejudiciais no índices de produtividade, deste modo a compactação é conhecida como um dos principais causadores da degradação dos solos aráveis, pós favorece o impedimento mecânico ao crescimento radicular “menor absorção de água e nutrientes” (Richart *et al*, 2005).

A compactação do solo é uma relação existente entre a massa do solo seco e o seu volume, que é dependente da energia aplicada e da humidade do solo, no momento da compactação é afetada pelas modificações na estrutura do solo (Marcolin e Klein, 2009).

Segundo (Luciano *et al*, 2012) no seu estudo concluiu que a compactação do solo interfere na infiltração da água no solo aumentando o escoamento superficial e contribuindo no mau desenvolvimento do sistema radicular das plantas (absorção da água e nutrientes) portanto concedendo-se densidade máxima variou de 1,02 a 1,81 g cm⁻³, e a humidade óptima de compactação, de 0,14 a 0,48 g.g⁻¹.

2.3.2.2. Densidade

A densidade do solo é um dos atributos físicos mais utilizados para avaliar a qualidade do solo em sistemas de uso e no manejo, vários métodos são usados para determinar a densidade do solo e têm-se desenvolvido para facilitar as amostragens, portanto o método mais usado é o de torrão parafinado e pode ser utilizado em solos pedregosos ou muito secos (Dos Santos, *et al*, 2012).

A densidade do solo é uma propriedade variável e depende da estrutura e compactação do solo, ela corresponde à massa do solo seco em um determinado volume e pode ser extremamente variável, isto é, pode-se ter em solos de mesma textura densidades diferenciadas no mesmo perfil, de modo geral a densidade tende a aumentar com a profundidade, variando em função de diversos fatores, como o caso de teor reduzido de matéria orgânica, menor agregação, maior compactação, diminuição da porosidade, entre outros (Bicalho, 2011).

O cálculo da densidade através do manual de métodos de análise de solo é dada pela seguinte fórmula:

$$DS = \frac{a}{b} \text{-----Formula 1}$$

onde

Ds = densidade do solo -----(kg.dm⁻³)

a = massa da amostra seca a 105°C -----(kg)

b = volume do anel ou cilindro----- (dm³)

2.3.3. Granulometria

O termo granulometria ou composição granulométrica é empregado ao conjunto de todas as frações ou partículas do solo, desde as mais finas de natureza coloidal (argilas), até as mais grossas “calhaus e cascalhos” (Dambrós, *et al*, 2007).

A composição granulométrica do solo tem como importância a participação percentual de partículas constituintes (areias, silte e argila) e fornece informações sobre o gênese do solo, natureza química, descontinuidade litológica, questões de manejo, porém ela pode ser feita usando o método de densímetro, “que mede a densidade do líquido em suspensão” (Dambrós, *et al*, 2007).

Segundo Neves, *et al*; 2005) a composição Granulométrica é constituída por partículas do solo que se agrupam de acordo com as dimensões dos grãos, essas partículas classificam-se em pedregulho, areia (grossa, média e fina), silte e argila. De modo geral, a composição granulométrica do solo determina-se através do ensaio de partículas maiores (pedregulho e areia) e partículas mais finas “silte e argila” (Neves, *et al*, 2005).

A tabela abaixo ilustra a forma como pode ser feita a classificação granulométrica das frações tendo em conta cada tipos de solos:

Tabela2: Classificação granulométrica.

Dimensão dos grãos d (mm)	Dimensão dos grãos d (mm)	Características principais
$\leq d \leq 20$	Pedregulho	Elemento inerte e resistente.
$0,06 \leq d < 2$	Areia	Elemento inerte, sem coesão.
$0,002 \leq d < 0,06$	Silte	Sem coesão, diminui a resistência da areia.
$d < 0,002$	Argila	Possui forte coesão, sem estabilidade volumétrica, expande na presença da água; apresenta propriedades físicas e químicas bastante variadas segundo sua origem.

Neves, *et al*, 2005), adaptado.

2.3.4. Plasticidade do solo

O contexto plasticidade em solos é definido como a propriedade que o material do solo pode mudar continuamente da sua forma, pela ação da força aplicada, e manter a forma imprimida, quando se cessa a ação da força, para determinar o índice da plasticidade, rola-se uma certa quantidade de solo e depois de amassado, coloca-se o material do solo entre o indicador e o polegar e observa-se se pode ser feito ou modelado cilindro fino de solo, com cerca de 4 cm de comprimento (Dambrós *et al*, 2007).

Plasticidade é propriedade pela qual o solo pode-se comportar segundo o teor de humidade mantendo o seu aspecto e a consistência e casos particular de argila variam de maneira muito nítida conforme a quantidade de água que lhe confere (Neves *et al*, 2005).

A tabela abaixo ilustra como podemos classificar os níveis de plasticidade de um determinado solo, tendo em conta os seus efeitos ao classificar:

Tabela3: Níveis de plasticidade e efeito ao classificar.

Níveis de plasticidade	Efeito ao classificar
Não plástica	Nenhum fio ou cilindro fino se forma.
Ligeiramente plástica	Forma-se um fio de 6mm de diâmetro e não se Forma um fio ou cilindro de 4mm.
Plástica	Forma-se um fio de 4mm de diâmetro e não se forma um fio ou cilindro de 2mm.
Muito plástica	Forma-se um fio de 2mm de diâmetro, que suporta seu próprio peso.

(Dambrós *et al*, 2007), adaptado.

2.3.5. Consistência

O termo consistência é usado para designar as manifestações das forças físicas (coesão e adesão) verificadas no solo, conforme a variação de teores de humidade, este termo também inclui especificações distintas para a descrição em três estados de humidade padronizados de solo (seco, húmido e molhado), quando se avalia material não desagregado a consistência do solo seco é dureza e do solo húmido é friabilidade, toda via para avaliar a consistência em solo seco deve-se seleccionar um torrão seco e comprimi-lo entre o polegar e o indicador. (Dambrós *et al*, 2007).

Por outro lado, a consistência do solo húmido é caracterizada pela friabilidade que é determinada em estado de humidade aproximadamente intermediária entre seco ao ar e a capacidade de campo, e por fima consistência do solo quando molhado caracteriza-se pela plasticidade e pegajosidade e é determinada em amostra pulverizada e homogeneizada, com o conteúdo de água ligeiramente acima ou na capacidade de campo (Dambrós *et al*, (2007).

A tabela abaixo indica como pode classificar o grau de um determinado tipo de solo tendo em conta a seu grau de consistência:

Tabela 4: Níveis de consistência de solo associado ao efeito.

Nível de consistência	Efeito
Solta	Não coerente entre o polegar e o indicador
Macia	Fracamente coerente e frágil, quebrando-se em material pulverizado ou grãos individuais sob pressão muito leve.
Ligeiramente dura	Fracamente resistente à pressão, sendo facilmente quebrável entre o polegar e o indicador.
Dura	Moderadamente resistente à pressão, pode ser quebrado nas mãos, sem dificuldade, mas dificilmente quebrável entre o indicador e o polegar.
Muito dura	Muito resistente à pressão. Somente com dificuldade pode ser quebrado nas mãos. Não quebrável entre o indicador e o polegar.
Extremamente dura	Extremamente resistente à pressão, não pode ser quebrado com as mãos.

(Dambrós *et al*, (2007), adaptado.

2.3.6. Resistência tênsil

A resistência tênsil é definida como a força por unidade de área necessária para causar a rutura dos agregados ela dá-se em mm (milímetro), N (wnilton) ou kg, prevê-se que a resistência tênsil seja a medida mais importante nos agregados do solo, não só mas também é uma propriedade dinâmica em condições de campo pois reflete os efeitos dos fatores naturais e do manejo (Tormena *et al*; 2007). De modo geral a resistência tênsil é influenciada por ciclo de humedecimento e a secagem, composição química e concentração da solução do solo, teor de argila e mineralogia, teor de argila dispersa e matéria orgânica do solo (Tormena *et al*, 2007).

2.3.7. Infiltração

A infiltração de água no solo é a entrada do fluxo vertical da água na superfície do solo, todavia a capacidade de infiltração determina a quantidade total da água absorvida no solo em determinado intervalo de tempo, este movimento da água no solo é condicionada pela porosidade, densidade, cobertura, textura e o grau de agregação, o cerramento superficial, humidade inicial, matéria orgânica, estrutura e a variabilidade espacial do terreno (Alves *et al*, (2015).

A infiltração de água no solo é um dos fenômenos que se reflete nas condições físicas e internas do solo. Porém a boa qualidade estrutural permite uma boa distribuição de tamanho

dos poros, favorecendo o crescimento das raízes e garantindo à capacidade de infiltração da água no subsolo. Alves *et al*, (2007). A velocidade de infiltração básica (VIB) do solo determina o suporte da intensidade de aplicação imposta por um tipo de emissor, todavia, para escolher o emissor deve considerar a VIB pós ela auxilia na redução da erosão, mantendo o potencial produtivo do solo (Alves *et al*, 2015).

Quanto aos cálculos de infiltração, a velocidade de infiltração básica (VIB) determina-se através do modelo empírico desenvolvido por KOSTIAKOV segundo (Alves *et al*, 2015).

3. METODOLOGIA

3.1. Matérias

Para execução deste estudo usou-se os seguintes matérias:

- | | |
|-------------------------------------|---|
| ☛ Pá, Enxadas e Trados de huland; | ☛ Utensílios Laboratoriais; Destilador |
| ☛ Balança de precisão; | ☛ Peneiras de (053, 2, 20, 053,125, 250, 500) mm; |
| ☛ Bloco de notas e esferográfica; | ☛ Penetrâmetro; Decímetro; |
| ☛ Sacos plásticos e etiquetas; | ☛ Bloco de notas, anel de infiltração; |
| ☛ Fita Métrica e luva; | ☛ Estufa eletrónica; Agitador Vertical; |
| ☛ Anel volumétrico e Infiltrómetro; | ☛ Anel de aço (Kopecky) |

3.2. Métodos

3.2.1. Área experimental

Este estudo foi realizado no campo experimental do ISPG localizado no Distrito de Chókwè no posto Administrativo de Lionde, que se situa a de 10 km da cidade de Chókwè, com ocorrência e predominância de solos da textura argilosa.

3.2.2. Localização geográfica do distrito de Chókwè

O distrito de Chókwè localiza-se a Oeste da região Sul de Moçambique, no sudoeste da província de Gaza, com as seguintes coordenadas Geográficas: Ao sul ($24^{\circ} 05'$ e $24^{\circ} 48'$) de latitude, e ao Este ($32^{\circ} 31'$ e $33^{\circ} 35'$) de longitude, ocupando uma área aproximadamente a 2435 km^2 , ao Norte faz fronteira com o rio Limpopo (separa Chókwè e Mabalane), e ao Sul faz fronteira com distrito de Bilene e o rio Mazimechopes “separa Chókwè e Magude” (Segundo Ferro (2005)).

A figura abaixo ilustra o mapa de Moçambique com as respetivas província e ao lado esta o mapa do distrito de chókwè onde se localização o local do estudo:

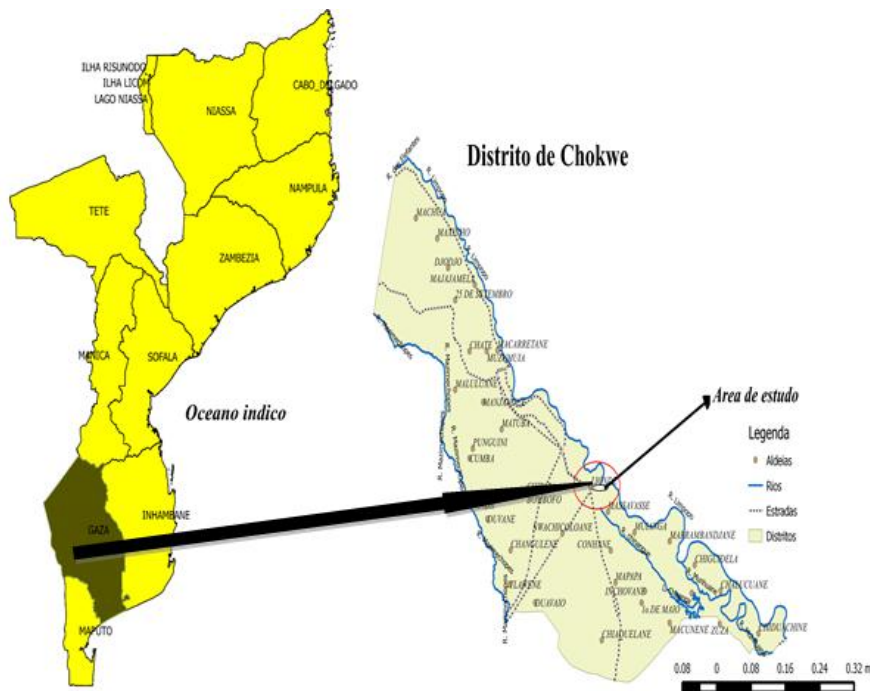


Figura 1: Mapa de Moçambique e de Chókwè

A maior parte da população deste distrito tem como principal actividade económica a prática de agricultura e criação de gado, porém ao nível nacional este distrito regista maior perímetro irrigado com área estimada em 26 000 hectares “90% da área irrigada por gravidade” (FAEF, 2001).

A geomorfologia do distrito do Chókwè apresenta solos que podem ser agrupados em solos das dunas interiores, sedimentos marinhos (do Pleistocénico nas áreas elevadas e Pleistoceno nas depressões ou planícies), sedimentos fluviais “recentes que se desenvolveram sobre os sedimentos recentes do rio Limpopo” (FAEF, 2001).

3.2.3. Análise de dados

Após a recolha de dados de diferentes análises (de campo e laboratoriais) referente a cada parâmetro estudado, os dados foram processamento e interpretado usando o pacote estatístico Microsoft Excel mediante equações recomendadas no manual de método e análise de solo (Embrapa, 2011), e a partir dos cálculos obteve-se diferentes resultados de acordo com a natureza de cada análise.

3.2.4. Procedimento experimental

3.6.1. Seleção, abertura do perfil e colecta de amostras do solo

Nos 30 ha do CEXP abriu-se dois (2) perfis do solo sendo um (1) em cada 15ha, o campo em estudo apresenta uma declividade dispresível e uniformidade de vegetação nativa, os dois perfis do solo foram usado como tamanho de amostra para caracterizar o solo do CEXP em, a abertura dos perfis, a caracterização morfológica dos solos, coleta de amostras deformadas e indeformadas (torrões do solo e anéis volumétricos) obedeceram os procedimentos recomendados no Manual de Descrição e Coleta de Solo em Campo (Dos Santos, *et al*, 2013 e Wijnhoud, 1998).

Foi feita coleta de amostras deformadas em bolsa e etiquetadas e as indeformadas foram colectada em anel de aço (Kopecky), estas coletas foram feitas em todos os horizontes e camadas de cada perfil, porém a abertura de perfil teve uma profundidade aproximadamente a 2 m com vista a garantir a melhor verificação dos horizontes (camada).

Com o perfil do solo aberto permitiu a eficácia no estudo de atributos morfológicos em campo e coleta de amostras (deformadas e indeformadas) para realização de análises físicas, as amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras com malha de 2 mm e obteve-se a fração terra fina seca ao ar (TFSA), que foi utilizada para realização das análises laboratórias.

3.2.5. Análises morfológicas

Para ambos os perfis, em cada horizonte e camada, analisou-se a cor dos solos, sendo determinadas usando a carta mundial padronizada de cores (Manual de Munsell, 2009), a espessura do perfil, dos horizontes e ou camadas do solo foram determinadas através da fita métrica, a análise textural foi feita no campo através do tacto e a estrutura fez-se através de agregados do solo, de acordo com o proposto (Dos Santos, 2013).

3.2.6. Análises físicas

Na caracterização física dos solos, determinou-se: as frações terra fina, cascalho e calhaus usando peneira de malha 2 mm, analisou-se a composição granulométrica da TFSA pelo método do hidrômetro, aplicando 46,5g de dispersante calgon (Hexametáfosfato de sódio e Hidróxido de Sódio) e ácido clorídrico a 10% para a lavagem de sol, proposto por (Gee & Or 2002) e a determinação dos teores de argila dispersa em água (ADA) (Embrapa, 2013), a agitação foi feita por meio de agitador vertical durante 16 horas em rotação. Depois desses

dados fez-se cálculos para determinação do grau de flocculação (%GF) e dispersão (%GD)

usando a fórmula ao lado: $GF = \left(\frac{a-b}{a} \right) \times 100$; onde:

GF = Grau de flocculação; a = Argila total; e b = Argila dispersa em água.

A densidade do solo foi determinada pelo método do anel volumétrico (Grossman e Reinsch, 2002). A densidade da partícula foi determinada pelo método do balão volumétrico (Flint e Flint, 2002). Após obtenção dos resultados calculou-se a porosidade total do solo, e a relação silte/argila, conforme (Embrapa, 1997).

3.2.6.1. Teste de infiltração

Este teste foi realizado usando o método de infiltrometro de anel ou cilindros concêntricos onde foi usado dois cilindros concêntricos e um dispositivo de medição do volume da água no cilindro interno assim sendo o cilindro externo terá 50 cm de diâmetro e o interno terá 30 cm de diâmetro, porém os mesmos foram inteirados a uma profundidade de 15 cm (metade de sua altura), e a taxa de infiltração foi determinada a partir da infiltração acumulada em diferentes tempos, de acordo com o proposto por (Alves *et al*, 2015).

3.2.6.2. Análise de resistência tênsil

Esta análise foi feita usando o método de Penetrômetro de cone (manual), o equipamento foi acionado para perfurar o solo e determinar a densidade das amostras (agregados), para este efeito as amostras foram perfuradas com vista a identificar a força ou tensão de perfuração e por último calculou-se a força de penetração radicular, de acordo com o proposto por (Tormena *et al*, 2007).

4. RESULTADOS

4.1. Análise morfológica

A análise morfológica feita no campo experimental do ISPG avaliada através da observação dos atributos “*in situ*” obteve seguintes resultados:

4.1.1. Cor dos solos

Os resultados de cor do solo dentro dos perfis não divergiram dos padrões estabelecidos na carta mundial padronizada de cores em todos os perfis, assim sendo o (s) horizonte/camadas do perfil 1 (P1A1, P1C1, P1C2, P1C3) apresentaram solo de cor: cinza, cinzento marrom, cinzento-escuro, Amarelo escuro marrom, respetivamente, e verificou-se a ocorrência de mosqueados de tamanhos variados (pequeno, medio e grande) distribuídos em todas camadas, por outro lado no perfil 2 (P2A1, P2A2, P2C1, P2C2 e P2C3), verificou-se, solo de cor: Escuro acinzentado, muito escuro-acinza-acastanhado, escuro-acinzentado-acastanhado, marrom, marrom, respetivamente e a ocorrência de mosqueados também de diferentes tamanhos, como vem representado na tabela 5.

4.1.2. Textura dos solos

Quanto a textura de perfil 1 observou-se solo da textura Argilo-arenosa em P1A1, P1C1 e solos da textura fraco-argilosa em P1C2, P1C3, quanto ao perfil 2 mostrou solo da textura Franco argilo-arenoso nos horizontes (P2A1, P2A2) e as camadas P2C1, P2C2, P2C3 apresentaram textura argilo-arenosa, ver na tabela 5

4.1.3. Estrutura dos solos

Os resultados da estrutura em todos dois (2) perfis quanto a dureza, tamanho e tipo apresentaram: estrutura Granular simples, Granular simples e forte; pequeno, media., grande e muito grande, Bloco angular e subangular; respetivamente como mostra a tabela 5.

4.1.4. Consistência

A consistência seca os agregados do (s) horizonte e camadas dos dois perfis apresentaram consistência extremamente dura, muito dura, ligeiramente duro, solto, macio, e muito friável; na consistência molhada os agregados apresentaram consistência ligeiramente plástica; e quanto a pegajosidade os solos classificaram-se em solos com agregados ligeiramente pegajosos, pegajosos e muito pegajosos, como mostram a tabela 5.

4.1.5. Forma de transição

A forma de transição dos horizontes e camadas de todos perfis comportam-se de forma difusa plana, e ao longo dos primeiros horizontes destacou-se muita ocorrência de macro porosidade e fendas de forma sequenciada em direção a superfície do solo, com este ilustrado na tabela 5.

A tabela abaixo ilustra como os atributos morfológicos estão organizados entre os horizontes /camadas e profundidade em função com a cor do solo, textura e estrutura e Consistência:

Tabela 5: Tabela de atributos morfológicos solo.

Horizontes		Cor Munsell (Matriz)		Estrutura				Consistência			Forma de Transição
Cod.	Prof.	Húmida	Seca	Textura	Grau	Tamanho	Forma	Seca	Húmida	Molhada	
Perfil 1											
A	0 - 65	10YR 4/1	10YR 5/4	Argilo-Arenosa	Gran.simple e forte	Pq, e Md	Granular, Bl..ang.-subangular	Mui. e Ext. Dura	Friavel	lig. Plastico, pegajoso	Difusa-Plana
C1	65 - 90	10YR 4/2	10YR 5/2	Argilo-Arenosa	Gran.simple e fraco	Pq,e Md, Gr	Granular, Bl. subangular	Solto e macio	Solto	lig. Plastico -lig. pegajoso	Difusa-Plana
C2	90 - 120	10YR 5/2	10YR 4/1	Franco-Argilosa	Abundante e fraco	Pq,e Md, Gr	Granular	Macio, lig. Duro	Solto	lig. Plastico-lig..pegajoso	Difusa-Plana
C3	120 -160+	10YR 4/4	10YR 4/4	Franco-Argilosa	Abundante e fraco	Pq,e Md, Gr	Granular, Bl. Subangular	Solto e Macio	Solto	lig. Plastico-mui.pegajoso	Difusa-Plana
Perfil 2											
A1	0 -20	10YR 2/1	7.5YR 3/1	Fr.argilo-arenoso	Gran.simple e forte	Mui.pq.	Bl. angular e subangular	Muito duro	Solto	Não Plastico-lig.pegajoso	Difusa-Plana
A2	20 - 40	10YR 4/1	10YR 3/2	Fr.argilo-arenoso	Gran.simple e forte	Pq, e Md	Bl. angular, subangular, prismática	Muito duro	Solto	Não Plastico-lig.pegajoso	Difusa-Plana
C1	40-60	10YR 4/2	10YR 5/3	Argilo-Arenosa	Gran.simple e forte	Pq,e Md, Gr	Prismática	Duro	Solto	Não Plastico-lig.pegajoso	Difusa-Plana
C2	60-90	10YR 4/3	10YR 5/3	Argilo-Arenosa	Gran.simple e maciço	Pq,e Md, Gr	Prismática	Solto	Solto	Não Plastico-lig.pegajoso	Difusa-Plana
C3	90-130+	10YR 4/3	10YR 5/3	Argilo-Arenosa	Gran.simple e maciço	Pq,e Md, Gr	Prismática	Solto	Solto	Não Plastico-lig.pegajoso	Difusa-Plana

Onde:

Bl = Bloco; Mui = Muito; Pq= Pequeno; Md = Medio; Gr = Grande; ang = angular; lig = ligeiramente.

Imagem do Perfil 1



Figura 2: Primeiro perfil da área estudada.

Imagem do Perfil 2



Figura3: segundo perfil da área estudada

4.2. Análise física

As análises físicas avaliadas em laboratório apresentaram os seguintes resultados: O destorroamento das amostras, mostrou um aumento de cascalhos em profundidade, isto é, a quantidade de cascalhos em cada horizonte ou camadas aumenta em profundidade, como está representada na tabela 6.

A humidade residual e fator “f” no perfil 1, o primeiro horizonte apresentou baixa humidade residual e factor de correção comparado com as camadas (P1C1, P1C2 e P1C3), por outro lado o perfil 2 os resultados mostraram um crescimento exponencia de humidade residual e fator “f” em profundidade, isto é, quando mais profundo o horizonte maior será a sua humidade residual e factor de correção, como está representada na tabela 6.

4.2.1. Análise granulométrica

Aos resultados da análise granulométrica (argila total, silte, área fina, areia grossa) apresentaram:

O teor de argila total disponível nos horizontes e camadas dentro do perfil tem um crescerem em profundidade, quanto aos teores de silte e área fina apresentam comportamento inverso a de argila total, e as quantidades e grossa no perfil 1 o horizonte P1A1, o P1C1 e P1C2 tem mesma quantidade de área grossa e a última camada apresentou pouca quantidade, por outro lado no perfil 2 o horizonte P2A1 e P2C3 apresentam mesmas quantidades de areia grossa e o P2A2 e P2C2 a apresentaram menores quantidades comparados com P2A1 e P2C3 e por ultimo a camada P2C1 apresenta quantidade máximo de área grossa, e o grau de floclulação tende a aumentar em profundidade, ver tabela 6.

4.2.2. Argila dispersa em água

Os resultados de argila dispersa em água no perfil 1 apresentaram menor dispersão no (s) horizonte e camada (P1A1, P1C1, P1C2, P1C3) diferentemente da camada P1C1, que mostrou maior dispersão, isto significa que o teor de argila da camada P1C1 pode ser escodo facilmente pela água das chuvas (propenso a erosão), por outro lado os resultados do perfil 2 mostram crescente dispersão de argila em profundidade, como esta representada na tabela 6.

4.2.3. Densidade de solo e partícula e porosidade

Os resultados de densidade de solo nos primeiros horizontes de todos os perfis (P1A1, P2A1, P2A2) apresentou maiores médias em relação as camadas (P1C1, P1C2, P1C3, P2C1, P1C2, P2C3), e a densidade de partícula a presentou comportamento semelhante no perfil 1 a de densidade de solo e no perfil 2 os primeiros dois horizonte, maior quantidade de partículas densas, e quanto a porosidade as camadas superficiais apresentaram maior porosidade comparados com as primeiras como ilustra a tabela 6.

A tabela abaixo ilustra como os atributos físicos estão organizados entre os horizontes /camadas e profundidade em função com frações da amostra total, granulometria da TFSA, argila dispersa em água, grau de floculação, relação silte/ argila, densidade total e porosidade total.

Tabela 6: Tabela de atributos físicos do solo.

Horizontes/ Camadas	Frações da amostra total		Humidade residual	Factor "f"	__Granulometria da TFSA__					Argila dispersa em H2O	Grau de floculação %	_ Densidade -		Porosidade Total %		
	Calhão	TFSA			__Areia__		Total	Silte	Argila total			Silte/Argila	Solo Partícula			
Cod.	Prof. Cm	20-2mm	<2mm			Grossa	Fina	Total	Silte	Argila total			Silte/Argila	Solo Partícula		
g kg ⁻¹																
Perfil 1																
A	0 - 65	10.2	989.8	0.05	1.05	8.4	19.9	28.77	571.7	400.00	350.00	12.5	0.06	1.63	2.6	36.6
C1	65 - 90	28.0	972.0	0.08	1.08	5.0	17.1	22.46	447.9	530.00	480.00	9.3	0.04	1.54	6.2	68.9
C2	90 - 120	79.6	920.4	0.07	1.07	5.1	19.5	22.57	515.4	460.00	380.00	17.4	0.19	1.57	4.7	33.6
C3	120 -160+	82.3	917.7	0.09	1.09	3.6	18.6	22.77	477.9	500.00	350.00	30.0	0.09	1.50	5.1	70.4
Perfil 2																
A1	0 -20	6.79	993.2	0.04	1.04	8.5	25.0	34.26	696.5	270.00	210.00	22.0	0.77	1.74	2.9	38.0
A2	20 - 40	6.3	993.7	0.09	1.09	5.8	18.1	25.85	606.0	370.00	300.00	18.9	0.30	1.61	3.8	40.9
C1	40-60	20.0	980.	0.09	1.09	15.1	10.5	25.97	564.4	410.00	310.00	24.2	0.17	1.58	2.0	18.7
C2	60-90	19.3	980.7	0.10	1.10	6.8	15.6	23.17	527.6	450.00	410.00	8.8	0.19	1.43	2.8	41.5
C3	90-130+	45.2	954.8	0.11	1.11	9.2	13.7	23.44	517.1	450.00	420.00	8.5	0.16	1.54	4.2	60.1

4.2.4. Resistência tênsil

Os resultados de resistência à penetração radicular em função dos horizontes e camada do perfil 1 (tabela 8) mostrou um decréscimo da resistência tênsil em função das profundidade, de modo geral, os horizontes superficiais são os mais resistentes a penetração radicular, por outro lado o perfil 2 mostrou o mesmo comportamento, mas a sua resistência a penetração radicular é inferior a do primeiro perfil.

A tabela abaixo apresenta a resistência tênsil em função da profundidade dos horizontes e camadas:

Tabela 7: Tabela de resistência tênsil

Horizontes e Camadas	Resistência tênsil (mm)	Resistência tênsil (N)
Perfil 1		
P1 A1	86.667	169.2
P1 C1	54.000	204.1
P1 C2	74.333	156.7
P1 C3	68.333	17.133
Perfil 2		
P2 A1	73.667	75.933
P2 A2	95.000	78.267
P2 C1	42.000	50.2
P2 C2	72.667	46.367
P2 C3	59.000	51.333

4.2.5. Teste de infiltração

Os resultados de teste de infiltração referente o realizado em diferentes coordenadas dos perfis indicam que o perfil 1 teve menor velocidade de infiltração comparado com o perfil 2 (tabela 9).

A tabela abaixo apresenta a representação de infiltração acumulada e velocidade de infiltração em função dos perfis.

Tabela 8: Tabela de taxa de infiltração

Código	$\sum Y$	$\sum X$	$\sum XY$	$\sum X^2$	A	B=m	K	Iac cm	VIB mm/h	Tempo min
Perfil 1	30.811	77.804	64.313	163.819	0.130	0.331	1.35	10.2	0.185	500
Perfil 2	47.357	100.633	104.141	210.924	-1.172	1.053	0.067	32.2	1.33	440

5. DISCUSSÃO

5.1. Morfologia de solo

De acordo com os resultados da cor do solo e a presença dos mosqueados em função dos horizontes e camadas, (tabela 5), indicam que existe uma predominância de cor escura, escuras, cinzas, cinza-acastanhado, amarelo-acastanhado e marrom distribuídos dentro do perfil, e a distribuição dos mosqueados aumenta em função de profundidade, esta descrição não difere muito dos resultados de Amilai, (2008) em seu estudo de Evolução e diferenciação de sistemas agrários defende que Chókwè apresenta solos acastanhado-acinzentados escuros, de mesmo modo existe uma discordância nos resultados obtidos por Gouveia e Azevedo (1949) e seu estudo de Características e distribuição dos solos de moçambique, defendem que o distrito de Chókwè apresenta solos cinzentos ricos em concreções calcárias.

5.1.2. Estrutura dos solos

A descrição estrutura dos perfis, em função dos horizontes e camadas (tabela 5) observou-se diversidade da Grau estrutural (Pouca, Comum, Abundante), tamanho (pequena., Media., Grande., muito grande) e tipo estrutural (granular, prismática bloco angular e subangular). Esses resultados assemelham-se com os do Lima, (2014) no seu estudo de caracterização de vertissolos do nordeste brasileiro, tendo obtido estruturas granular, moderado e forte, blocos e prismática, e prismática composta por blocos subangulares e angulares nos horizontes subsuperficiais.

5.1.3. Textura

A descrição textural dos perfis, obtidos em análise “*in situ*” neste experimento em função dos horizontes e camadas (tabela 5) apresentou texturas, argilo-arenosa, franco-argilosa, franco argiloso-arenoso, porém constatou-se a presença de fendas com 75cm de profundidades em torno dos primeiros horizontes e camadas, o que se confirmam pelo sistema de classificação da Embrapa, (2013) que estes grupos de solos fazem parte da ordem dos Vertissolos.

Por outro lado resultados do estudo de Corrêa, et al, (2003) nos mostram que os vertissolos apresentam textura muito argilosos em todo o perfil, com maiores teores de argila em profundidade, porém possivelmente estes teores de argila pode ter proporcionada pela perda seletiva desta fração na superfície devido a ocorrência de fendilhamento e a presença de “*slickensides*” portanto os observados indicam que a perturbação parece ter sido suficiente para promover a homogeneização textural destes solos.

5.1.4. Consistência, forma de transição e Macroporosidade

Para os resultados de consistência em função de teor de humidade os perfis não mostraram grande diferença, tendo mostrado uma ocorrência de agregados de consistência seca classificada em solto e macio, ligeiramente duro, duro muito duro, extremamente duro; e a consistência húmida classificada em Solto para todos os horizontes e camadas excepto (P1A1) que se classificou em muito friável, (ver tabela 5).

De modo geral, a consistência molhada mostrou uma diferença entre os horizontes/camadas onde o P1A1 classificou-se em ligeiramente plástico-pegajoso, P1C1 e P1C2 mostrou ligeira plasticidade e ligeira pegajosidade, e a última camada de P1C3 apresentou ligeira plasticidade e muito pegajoso, portanto por a consistência molhada no perfil 2 apresentou consistência homogênea entre os horizontes e camadas (tabela 5).

A forma de transição entre horizontes e camadas dentro do perfil (tabela 6), comportam-se de forma difusa-plana, porém, quanto a ocorrência de macros poros os primeiros horizonte apresentaram maior quantidade, e esta quantidade tende a decrescer em função da profundidade.

Muitos estudos como a (FAO, 2014) e Lima, et al; (2014) demonstram que a consistência entre os perfis de um vertissolo tem sido homogênea embora o conteúdo e tipo de argila seja diferente, portanto a consistência tem variado de dura a extremamente dura (seco), de firme a muito firme (húmido) e por vezes de ligeiramente plástica, pegajosa á muito plástica e muito pegajoso (molhado).

5.2. Física de solo

5.2.1. Terra fina, cascalho

A obtenção de terra fina e cascalho em função dos horizontes de cada perfil (tabela 6) mostrou um crescimento exponencial de quantidade de cascalho em profundidade, porém, quanto a quantificação cascalhos em função dos perfis o perfil 1 apresenta maior quantidade de cascalho.

5.2.2. Humidade residual e fator “ f ”

A humidade residual em todos os perfis (tabela 6), mostrou baixo teor de humidade nos primeiros horizonte/camadas (P1A1, P1C1 e P2A1) devido a presença de baixo teor de argila e maior teor de areia grossa, por outro lado os horizontes/camadas mais profundas (P1C2 e P1C3, P2A2, P2C1, P2C2, P2C3) mostraram alto teor de humidade resultante de alto teor de argila, por outro lado no perfil 2 o primeiro horizonte (P2A1) apresentou humidade residual muito baixa, e o (s) horizonte e camadas (P2A2, P2C1, P2C2, P2C3) mostraram maiores teores de humidade residual.

Quanto os resultados da umidade residual tanto do fator “ f ” em função dos horizontes e camada dos dois (2) perfis estudados (tabela 6) mostraram um tende de crescimento exponencial em profundidade, porem em todo a camada P1C1 destacou-se com maiores valores diante do seu sucessor.

5.2.3. Análise granulométrica (área grossa e fina, silte e argila)

De modo geral, os resultados mostram que o perfil 2 apresenta maiores quantidades de areia grossa nos horizontes superficiais e menor teor de argila e silte.

Quanto ao grau de flocculação indica que os horizontes/ camadas superficiais são menos interpresados (as) diferentemente com os mas profundos, isto, indica que os subhorizontes mais profundos apresentam alta estabilidade dos agregados do que os horizontes /camadas superficiais.

Estes resultados vão de acordo com o Sistema brasileiro de classificação de solos (EMBRAPA, 2006) que defende que nos subhorizontes mais afastados da superfície e com menor teor de matéria orgânica apresenta alto grau de flocculação o que evidencia a pouca mobilidade das argilas e a alta resistência à dispersão.

Portanto tomando como base os resultados da análise granulométrica dos solos em estudo auxiliado através de triângulo de **determinação** textural, notou-se que os solos do Campo Experimental do ISPG em função de horizonte e camada fazem parte da textura Argila-siltosa, como esta ilustrado na figura abaixo.

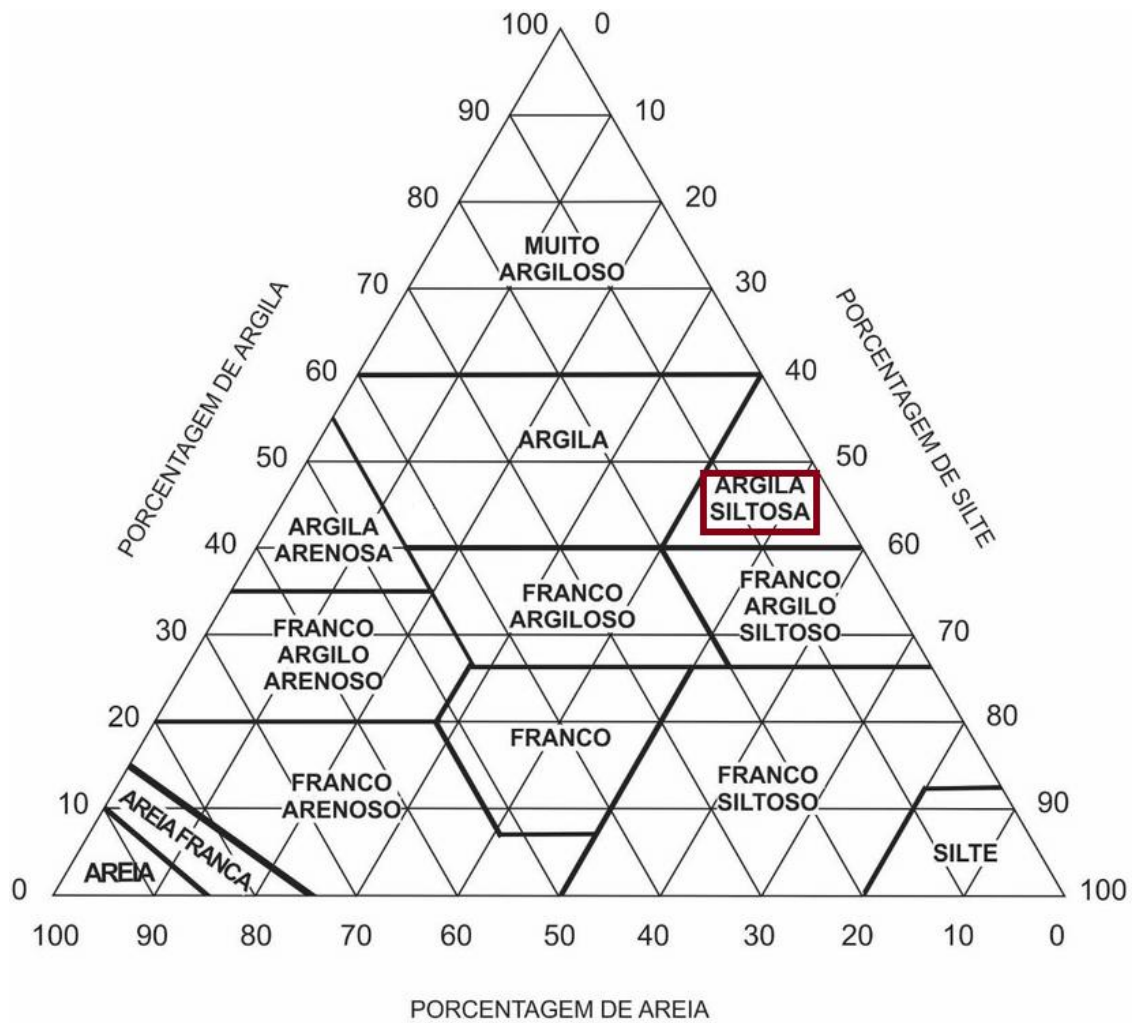


Figura 4: Triângulo textural.

5.2.4. Argila dispersa em água

Os resultados de teor de argila dispersa em água (tabela 6), indicam que no perfil 1 a camada P1C1 apresenta maior dispersão em relação ao P1A1, P1C2, P1C3, estes horizontes assemelham-se entre si, em teores de dispersão, este perfil apresentou um comportamento diferente com o perfil 2 onde a capacidade de dispersão cresce em profundidade.

De acordo com os estudos de Sousa (1996) citado por Lima, (2014) mostra que o elevado teor de argila dispersa associado com a predominância das frações de areia total podem ser a principal causa do adensamento observado nos horizontes coesos quando seco ou com baixa humidade, pelo facto de ciclo de adensamento e secagem atuarem continuamente em função dessa frações influenciando.

5.2.5. Resistência tênsil

De acordo com os resultados ilustrado pelo gráfico abaixo, mostram que a tensão a penetração radicular dos horizonte e camadas do perfil 1 apresenta maior resistência, todavia, em todo caso, os gráficos indica que a força de penetração tende a subir nos primeiros horizonte e decresce em função da profundidade, sobre tudo este factor deve estar relacionado com a densidade e o teor de humidade residual e pela força de coesão que atuam entre as partículas de solo.

Deste modo, esta resistência de força de coesão é comum em vertissolo o mesmo foi indicado por Gomar, *et al* (2008) em seu estudo de Resistência à penetração de vertissolo a diferentes humidades e uso do solo, nos mostra que os vertissolos apresentam alta resiliência física resultado dos altos conteúdos de carbono orgânico e aos teores de argila. No entanto, quando a preparação desse solo é com alta umidade apresentam grandes alterações de deformação e compactação.

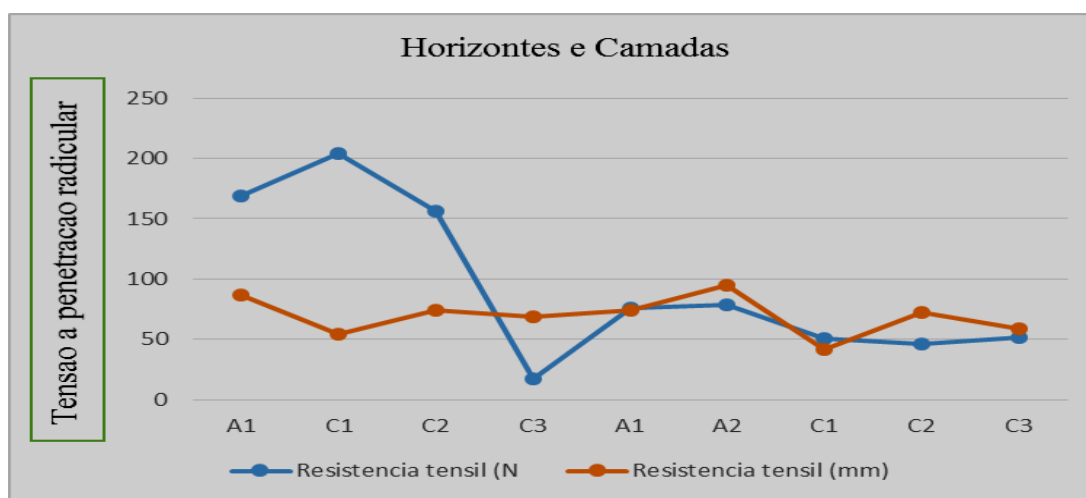


Figura 5: gráfico da tensão a penetração por horizontes/camadas

5.2.6. Infiltração

Os resultados de teste de infiltração deste experimento (tabela 8) mostraram uma diferença no comportamento da velocidade de infiltração de cada perfil, tendo apresentado P1 (VIB = 0.185, e P2 (VIB= 1.33), de modo geral tanto como o primeiro, assim como o segundo ambos apresentam velocidade de Infiltração básica (VIB) inferior a 5 este VIB é considerado baixo, sobretudo este fenómeno de estar relacionado com a variável densidade do solo como mostra a tabela 7, os valores de densidade de solo mínima e máxima situam-se entre 1.499 e a 1.742 respectivamente.

Este resultado não difere-se com os do Mancuso et al; (2014) em estudo de Características da taxa de infiltração e densidade do solo em distintos tipos de cobertura de solo em zona urbana, onde demonstrou que houve uma variação nas taxas de infiltração tendo em conta o uso de solo, porém, os solos com maior densidade apresentam as menores taxas de infiltração e de mesmo modo os solos expostos apresentaram menor taxa de infiltração.

6.CONCLUSÃO

Partindo do pressuposto do contexto geológico, climático (precipitação menor que evapotranspiração) do distrito de Chókwè, com isto, pode-se concluir que os solos do campo experimental do ISPG apresentam: maior adensamento nas primeiras camadas sob superficiais e baixa porosidade, com diversidade da dureza estrutural (forte, granular simples e macio), e diferente tamanho (pequena, media, grande, muito grande) e com maior predominância de estrutural, granular, prismático bloco angular e subangular, e apresenta maior ocorrência de carbonatos ao longo dos horizontes, porém, os horizontes apresentam cores: escura, escura-cinzas, cinza- acastanhado, amarelo-acastanhado e castanho-escuro distribuídos entorno do perfil. A física do solo apresenta maior densidade e muito teor de argila e areia grossa e fina em profundidade. Esta ocorrência é resultante do escoamento superficial para o subsolo através de fenda através de água das chuvas onde ocorre a percolação por via de fendas atravessando a superfície do solo.

7.RECOMENDAÇÕES:

Com o presente estudo recomenda-se que para preservação dos solos do Campo Experimental deve se boas práticas de manejo e conservação dos solos com vista a não alteração das suas características físicas.

9. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, C.F.G.; Barros, D.T.S.; Lima, D.F.; Lúcio, J.C.B.; Vieira, J.P.S.; Barros, A.C., 2015. Infiltração e velocidade de infiltração de água no solo pelo método do infiltrômetro de anel no agreste alagoano, XXV CONIRD – Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem 08 a 13 de novembro, UFS - São Cristóvão/SE.
- Alves, M.C.; Suzuki, L.G.A.S.; Suzuki, L.E.A.S., 2007. Densidade do solo e infiltração de água como indicadores da qualidade física de um latossolo vermelho distrófico em recuperação, R. Bras. Ci. Solo, 31:617-625.
- Amilai, C.M., 2008. Evolução e diferenciação de sistemas agrários: Situação e perspectivas para a agricultura e agricultores no perímetro irrigado de Chokwe/Moçambique. Serie PGDR-Tese n ° 14 Porto Alegre, dados internacionais de catalogação na publicação (CPI) responsável: Biblioteca Gládis W. do Amaral. Faculdade de Ciências Económicas da USRGS.
- Andreoli, V.A.; Andreoli, F.N.; Justi, J.J., 2014. Formação e características dos solos para o entedimento de sua importância agrícola e ambiental, Coleção Agrinho 512.
- Betim, L.S., 2013. Caracterização da condutividade hidráulica dos solos e estudo da vulnerabilidade à contaminação dos aquíferos da sub-bacia do córrego Palmital - Viçosa/MG Viçosa Minas Gerais – Brasil, f. 129-140.
- Bicalho, I.M., 2011. Um estudo da densidade do solo em diferentes sistemas de uso e manejo, ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.12.
- Campos, R.C.; Demattê, J.A.M., 2004. Cor do solo: uma abordagem da forma convencional de obtenção em oposição à automatização do método para fins de classificação de solos.
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-0683200400050000
8. Rev. Bras. Ciênc. Solo vol.28 no.5 Viçosa Sept./Oct.
- Comissal, H.P., 2011. Glossário de ciências agrárias. Alcance editores; Maputo.

- Corrêa, M.M.; Ker, J.C.; Mendonça E. S.; Ruizh. A.; Bastos, R. S., 2003. Atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos da região das várzeas de Sousa. R. Bras. Ci. Solo, 27:311-324.
- Dambrós, L.A. Prado, P.; Oliveira, L.M.T.; Silva, D.B.; dos Santos, P.R.G.; Júnior, P.A.S., 2007. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Manual técnico de pedologia - 2ª edição, Rio de Janeiro-Brasil.
- Dos Santos, H.T.; Klein, V.A.; Klein, C.; Graebin, G.J., 2012. Variações do método do torrão impermeabilizado para avaliar qualidade física de solos sob plantio direto. Ecosustentabilidade, XXII mostrade iniciacacao científica, wwwupf.br/mk.
- Dos Santos, J.L.; dos Santos, L.G.; de Souza, V.N.; Bahia, B.L.; Rodrigues, T.F., 2013. Caracterização física e química de um planossolo localizado no semiárido baiano, enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p. 6 2 5.
- Dos Santos, R.D.; Lemos, R.C.; dos Santos, H.G.; Ker, J.C.; dos Anjos, C.L.H., 2005. Manual de descrição de coleta de solo no campo, 5ª Edição (Revisão ampliada viscosa; sociedade Brasileira de ciência de solo.
- EMBRAPA (Centro Nacional de Pesquisa de Solos), 2006, Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, ISBN 85-85864-19-2.
- Embrapa., 1997. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2. Ed. Ver. Atual. Rio de Janeiro, 212p.
- Embrapa., 2013. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3ª edição. Brasília, DF, 353p.
- FAEF., 2001. Programa Competir: região agrícola do Chókwè diagnóstico da fileira agrícola, FAEF – UEM, Maputo.
- FAO., 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Reference Base for Soil Resources: International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps.
- Ferreira, G.B.; Silva, M.S.L.; Chaves, V.C.; Cunha, T.J.F.; Cavalcanti, A.C.; Martins, C.S.; Leite, A.P.; ALVES, C.A., 2008. Caracterização morfológica dos solos do Centro

de Treinamento do Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada – IRPAA, FertBio- Desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental.

Ferro, C.V., 2005. Avaliação das Mudanças de Cobertura Florestal no Distrito do Chókwè, pp. 4 – 8. UEM – FAEF. Maputo.

Flint, A.L.; Flint, L.E., 2002. Particle density. In: DANE, J. H.; TOPP. G. C. (Ed.). Methods of soil analysis. Madison: Soil Science Society of America. pt. 4, p. 229-240.

Freitas, P.L.; Polidoro, J.C.; Santos, H.G.; Prado, R.B.; Calderano, S.B.; Gregoris, G.; Manzatto, C.V.; Dowich, Bernardi, A.C.C., 2014. Identificação e caracterização físico-química de latossolos de textura arenosa e média da região oeste da bahia, Cadernos de Geociências, v. 11, n. 1-2, nov. ISSN 2238-4960.

Gee, G.W.; G.W.; e Or, D. Particle-size analysis. In: DANE, J.H. & TOPP, G.C., 2002. eds. Methods of soil analysis. Physical methods. Madison, Soil Science Society of America. Part 4. p.255-293.

Gomar, E.P.; Reichert, J.M.; Reinert D.J., 2008. Resistência à penetração de vertissolo a diferentes humidades e uso do solo, (INIA) Instituto Nacional de Investigacion Agropecuaria Uruguay. eperez@tb.inia.org.uy 2- UFSM/DS, 97105-900, Santa Maria, RS. reichert@ccr.ufsm.br

Gonçalves, A.D.M.A.; Libardi, P.L., 2013. análise da determinação da condutividade hidráulica do solo pelo método do perfil instantâneo, R. Bras. Ci. Solo, 37:1174-1184.

Gonçalves, H.H.S.; Marinho, F.A.M.; Futai, M.M., 2014. Mecânica dos solos e fundações.

Gouveia, D.H.G.; Azevedo, A.L., 1949. Características e distribuição dos solos de moçambique, trabalhos do centro de investigação científica algodoeira, Separata do n.º 57 de documentário trimestral moçambique, ISRIC libzary mz.

Grossman, R.B.; Reinsch, T.G., 2002. Bulk density and linear extensibility. In: DanE, J. H.; Topp. G. C. (Ed.). Methods of soil analysis. Madison: Soil Science Society of America, pt. 4, p. 201-225.

- Juhász, C.E.P.; Cursi, P.R.; Cooper, M; Oliveira, T.C.; Rodrigues, R.R., 2006. Dinâmica físico-hídrica de uma toposseqüência de solos sob savana florestada (cerradão) em assis, sp. R. Bras. Ci. Solo, 30:401-412.
- Lima, G.K., 2014. Caracterização de vertissolos do nordeste brasileiro, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre. CDD 631.4.
- Lima, H.V., 2014. Identificação e caracterização do comportamento físico se solos coesos no estado de Ceara. Tese de (doutorado) Escola superior de agricultura Luiz de Queiró, CDD.631.44
- Llanillo, R.F.; Guimarães, M.F.; Filho, J.T., 2013. Morfologia e propriedades físicas de solo segundo sistemas de manejo em culturas anuais, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, n.5, p.524–530, Campina Grande, PB, UAEA/UFCG - ,Protocolo 139.11 – 27/06/2011 • Aprovado em 15/02/2013.
- Lourente, E.R.P.; Mercante, F.M.; Alovise, A.M.T.; Gomes, C.F.; Gasparini, A.S.; Nunes, C.M., 2009. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de cerrado, e-ISSN 1983-4063 - www.agro.ufg.br/pat - Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 41, n. 1, p. 20-28.
- Luciano, R.V.; Albuquerque, J.A.; Costa, A.; Batistella, B.; Warmling, M.T.m 2012. Atributos físicos relacionados à compactação de solos sob vegetação nativa em região de altitude no sul do brasil, R. Bras. Ci. Solo, 36:1733-1744.
- Mancuso, M.A.; Flores, B.A.; DA Rosa, G.M.; Schroeder, J.K.; Pretto, P.R..P.m 2014. Características da taxa de infiltração e densidade do solo em distintos tipos de cobertura de solo em zona urbana, Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Ambiental.
- Manual Munssel soil-color Blook, charts 2009 year revised/2013. Production 4300 44th street-Grand, Rapids, MI49512-Tel:877-888-1720.munsell.com.

- Marcolin, C.D.; Klein, V.A., 2009. Determinação da densidade relativa do solo por uma função de pedotransferência para a densidade do solo máxima, DOI: 10.4025/actasciagron.v33i2.6120.
- MELLO IVO, W.M.P.; MIELNICZUK, J., 1998. Influência da estrutura do solo na distribuição e na morfologia do sistema radicular do milho sob três métodos de preparo, R. Bras. Ci. Solo, 23:135-143.
- Moreira, L.J.S., 2012. Caracterização de solos, concreções e nódulos ferruginosos em uma topossequência na chapada do apodi – ce, 76 f. : il., color., enc; 30 cm.
- Neves, C.M.M.; Faria, O.B.; Rotondaro, R.; Salas, P.C.; Hoffmann, M., 2005. Eleição de solos e métodos de controlo em construção com terra – práticas de campo, projeto xiv.6 proterra.
- PEDDC (Plano Estrategico de Desenvolvimento do Distrito de Chokwe)., 2012. Projecto piloto para o Desenvolvimento Agícola no Distrito de Chókwè, Gaza.
- Pires, L.F.; Rosa, J.A.; Timm, L.C., 2011. Comparação de métodos de medida da densidade do solo, DOI: 10.4025/actasciagron.v33i1.5507.
- Queiroz, M.M.F.; Rusteberg, B.; Gheyi, H.R.; Guerra, H.O.C., 1999. Estudo da condutividade hidráulica de um solo aluvial em lisímetros, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.3, n.2, p.161-166, Campina Grande, PB, DEAg/UFPB.
- Reinert, D.J.; Reichert, J.R., 2006. Propriedades física do solo, Universidade Federal De Santa Maria Centro De Ciências Rurais.
- Ribeiro, K.D.; Menezes, S.M.; Mesquita, M.G.B.F.; Sampaio, F.M.T., 2007. Propriedades física do solo, influencia pela distribuição de polos, de seis classes de solos da regioao de lavras-MG, Ciênc. agrotec., Lavras, v. 31, n. 4, p. 1167-1175.
- Richart, A.; Filho, J.T.; Brito, O.R.; Llanillo, R.F.; Ferreira, R., 2005. Compactação do solo: causas e efeitos, Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 26, n. 3, p. 321-344.
- Sans, L.M.A.; Santana, D.P., 2002. Cultivo do milho Clima e Solo, ISSN 1679-0162 Sete Lagoas, MG.

- Sitoe, T.A., 2055. Agricultura familiar em moçambique estratégias de desenvolvimento sustentável, Maputo.
- Timberlake, J.; Jordao, C.; Serno, G., 1986. Serie terra e água do Instituto Nacional de Investigação Agronómica, “ Levantamento de Pastagens e Solos de Chókwè”, comunicação nº.50, 1986.12, Maputo, Moçambique.
- Tormena, C.A.; Fidalski, J.; Júnior, W.R., 2007. Resistência tênsil e friabilidade de um latossolo Sob diferentes sistemas de uso, R. Bras. Ci. Solo.
- Wijnhoud, J.D., 1998. Guia de referencia para o inventario sistematico de solos em Mocambique, serie terra e agua do Instituto Nacional de Investigacao Agronomica (INIA), nota tecnica nº 78, ISN 21060.