

Helena André Meleco

**Avaliação do uso de fibras de coco em argamassas para fabrico de blocos de alvenaria**

Licenciatura em Engenharia de Construção Civil com Habilitações em Construção e Manutenção  
de Edifícios

Universidade Pedagógica de Maputo

Maputo

2023

Helena André Meleco

**Avaliação do uso de fibras de coco em argamassas para fabrico de blocos de alvenaria**

Monografia Científica apresentado ao Departamento de Engenharias, Faculdade de Engenharia e Tecnologia, da Universidade Pedagógica de Maputo, para a obtenção do grau académico de licenciatura em Engenharia de Construção Civil com habilitações em Construção e Manutenção de Edifícios

Supervisor:  
**Engº Rachid Tamele**

Universidade Pedagógica de Maputo

Maputo

2023

**ÍNDICE**

Declaração de honra.....	vi
Dedicatória.....	vii
Agradecimentos .....	viii
Resumo .....	ix
ABSTRACT.....	x
Lista de figuras.....	xi
Lista de tabelas.....	xii
Lista de gráficos .....	xii
Lista de abreviações .....	xiii
CAPÍTULO I .....	14
1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1. Tema e Título .....	15
1.2. Delimitação do Tema .....	16
a) Delimitação contextual .....	16
b) Delimitação espacial e temporal .....	16
1.3. Descrição do distrito.....	16
1.4. Clima, solo e hidrografia.....	17
1.5. Justificativa.....	17
1.6. Problematização e Problema .....	19
1.7. Hipóteses .....	20
1.8. Objectivos.....	20
1.8.1. Objectivo geral .....	20
1.8.2. Objectivos específicos .....	20
CAPÍTULO II.....	21
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	21
2.1. A Habitação no distrito de Inharrime.....	22
2.1.1. Indicadores de bem-estar .....	22
a) Tipo de habitação particular, segundo dados do recenseamento em moçambique no ano 2017.....	22
b) Habitações particulares, por área de residência e material de construção das paredes - Moçambique, 2017 .....	23

2.2.	Processos técnicos de produção de blocos de argamassa.....	24
a)	Teste da garrafa.....	25
2.3.	Produção dos blocos.....	26
2.4.	Controlo da qualidade do bloco .....	29
a)	Teste de inspecção visual.....	29
b)	Teste de roptura.....	29
c)	Teste de queda.....	29
2.5.	Produção de bloco de solo-cimento para alvenaria no distrito de Inharrime .....	30
2.6.	A extracção de inerte fino no distrito de Inharrime .....	30
2.7.	Utilização das fibras de coco.....	31
2.8.	O Coco.....	32
2.9.	Produção de coco em na província de Inhambane .....	33
2.10.	FIBRA DE COCO .....	34
2.12.	COMPOSIÇÃO DO FRUTO .....	34
2.13.	CONSTITUIÇÃO DAS FIBRAS VEGETAIS .....	35
CAPÍTULO III.....		38
3.	METODOLOGIA.....	38
a)	Quanto a natureza .....	38
b)	Quanto aos objectivos .....	38
3.1.	Metodologia de Abordagem.....	38
a)	Método qualitativo .....	38
b)	Método quantitativo .....	38
3.2.	Procedimento técnico para a colecta de dados .....	38
a)	Bibliográfica .....	39
b)	Experimental .....	39
3.3.	Instrumentos e técnicas de colecta de dados .....	39
3.4.	Procedimento de análise de dados.....	40
CAPÍTULO IV.....		41
4.	PESQUISA EXPERIMENTAL.....	41
Processos ou fases para produção de blocos de argamassa com adição da fibra de coco .....		41
4.1.	Caracterização dos materiais utilizados .....	41
a)	Inerte Fino (Areia Grossa) .....	41

b)	Água .....	41
c)	Cimento Portland de Cinzas Volantes (CEM II/A-V 42,5 N-Limak) .....	42
4.2.	Caracterização das ferramentas utilizadas.....	42
a)	Balança.....	42
b)	Prensa manual .....	42
c)	Balde .....	43
d)	Regador .....	43
e)	Pá de pedreiro .....	43
4.3.	Fase de Produção.....	43
a)	Traço .....	43
b)	Armazenamento dos blocos após sua produção.....	43
4.4.	Lote de referência (LF) .....	44
a)	Produção .....	44
4.5.	Produção dos lotes 1, 2 e 3.....	45
a)	Desfibramento.....	45
4.6.	Lote 1.....	46
4.7.	Lote 2.....	47
4.8.	Lote 3.....	49
4.9.	Processo de cura.....	50
4.10.	Apresentação e análise de resultados.....	52
a)	Teste de inspeção visual dos blocos.....	52
b)	Teste de queda.....	54
c)	Teste de roptura.....	54
4.11.	Classificação dos blocos de produção .....	55
4.12.	Tabelas de resultados de ensaios .....	56
4.13.	Gráficos e discussão dos resultados.....	58
4.14.	Produção dos lotes e suas variações .....	60
4.15.	Discussão de resultados .....	61
CAPÍTULO V.....		62
5.	CONCLUSÕES .....	62
5.1.	RECOMENDAÇÕES .....	63
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64

Anexos ..... 68

### **DECLARAÇÃO DE HONRA**

Declaro que esta Monografia é resultado da minha investigação pessoal e da orientação do meu supervisor Eng<sup>o</sup> Rachid Tamele, 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 obtenção de qualquer grau académico.

Maputo aos 27 de Setembro de 2023

---

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho:

Aos meus pais André Narciso Meleco (em memória) e Cristina Delfina Cuna, que desde o primeiro dia que comecei a frequentar a escola, estiveram dispostos a me apoiar em todas decisões por mim tomadas em relação ao percurso académico. A minha mãe deu continuidade a este trabalho de forma absoluta com a mesma força e vontade para que eu chegasse a esta etapa da vida com todas as glórias obtidas até então e dias difíceis que ocorre durante este percurso, e em meio a estas misturas ela sempre esteve ao meu dispor para apoiar me dentro dos objectivos que pretendo alcançar.

As minhas irmãs Yolanda Meleco e Andreia Meleco que sempre estão comigo, dando me sempre apoio moral, psicológico durante a caminhada do percurso académico.

Aos meus amigos que os considero irmãos de outros pais, que Deus deu me a graça de os colocar no meu caminho e são eles: Marlúcia Bambo, Ânia Arnaldo, Diva Nelí, Augusto Zinessa, Jordão Machava entre outros que não pude aqui mencionar mas que dão a mão por mim dentro das suas capacidades, tanto físicas como psíquicas.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus em primeiro pois através da sua graça, têm-me guiado durante todo percurso académico.

Agradeço a todos que de forma directa ou indirecta contribuíram para que meu percurso académico chegasse a esta etapa, são eles: a minha família, os meus amigos e aos meus colegas. Neste parágrafo especial não deixarei de agradecer ao Grupo Elite que de forma crucial apoia me para que esta etapa do trabalho chegue ao fim, dando-me a força moral, académica, financeira e muito mais, é neste grupo que encontrei a minha família académica e profissional, por isso vai o meu muito obrigado a todos membros da família Elite.

A minha mãe Cristina Cuna que sempre esteve ao meu lado de forma incondicional, com todo tipo de apoio que um estudante necessita nesta fase, agradeço te mamã por doar se a mim neste percurso.

Agradeço a instituição LEM (Laboratório de Engenharias de Moçambique) que permitiu, com que fossem feitos ensaios laboratoriais.

Quero de forma especial agradecer a instituição UPM-FET por ter-me agraciado durante o percurso académico com os mais variados docentes qualificados na área de formação e na mesma sequência, não posso esquecer-me de agradecer aos docentes pela qualidade de ensino.

Quero também de forma muito especial agradecer ao **Engº Rachid Fabião Tamele** que desde o primeiro dia mostrou disponibilidade total para me acompanhar neste trabalho, e por toda ajuda que tem me dado.

## **RESUMO**

Com o aumento do índice de construções melhoradas com recurso ao uso blocos de argamassa para alvenaria, cresce cada vez mais a exploração do inerte fino para a produção dos mesmos, que muitas vezes é feito de forma excessiva, causando assim danos ambientais como desabamentos e erosões dos solos. A introdução de blocos de argamassa para alvenaria reforçados com fibra de coco, promovem a introdução de materiais sustentáveis aplicados na construção civil, especificamente em habitações. Estes atenderam as condições mínimas decorridos aos 35 dias de idade, quando expostos a cargas mínimas de roptura, durante os ensaios laboratoriais. A introdução do limite máximo de fibras de coco em argamassa para o fabrico de blocos de alvenaria, demonstrou uma baixa resistência na ordem dos 43% em relação aos blocos sem fibra incorporada. Portanto, a incorporação das fibras de coco em argamassa para produção de blocos para alvenaria oferece uma resistência média satisfatória na ordem dos 50% do material incorporado, bem como o aumento da quantidade de blocos produzidos impactando positivamente no processo de extracção de inertes finos na produção de habitação resiliente.

**Palavras chave:** Blocos vazados de alvenaria, fibra, compressão simples

**ABSTRACT**

With the increase in the rate of improved constructions using hollow masonry blocks, the exploitation of fine aggregate for their production is growing, which is often done excessively, thus causing environmental damage such as landslides and erosion of buildings soils. The introduction of hollow blocks of masonry reinforced with coconut fiber, promote the introduction of sustainable materials applied in civil construction, specifically in housing. These met the minimum conditions elapsed at 35 days of age, when exposed to minimum rupture loads, during laboratory tests. The introduction of the maximum limit of coconut fibers in mortar for the manufacture of masonry blocks, demonstrated a low resistance of around 43% in relation to blocks without incorporated fiber. Therefore, the incorporation of coconut fibers in mortar for the production of hollow masonry blocks offers a satisfactory average resistance in the order of 50% of the incorporated material, as well as the increase in the quantity of blocks produced, positively impacting the extraction process of fine aggregates in the resilient housing production.

**Keywords:** Masonry hollow blocks, fiber, simple compression

## Lista de figuras

<b>Figura 1:</b> Localização Geográfica e Divisão Administrativa do Distrito de Inharrime.....	16
<b>Figura 2:</b> Materiais necessários para mistura, de obtenção de blocos de solo-cimento .....	24
<b>Figura 3:</b> Obtenção de solos para produção de blocos de solo-cimento.....	24
<b>Figura 4:</b> Análise da qualidade dos solos através da sua cor.....	25
<b>Figura 5:</b> Fases do teste da garrafa.....	25
<b>Figura 6:</b> Peneira ou crivo de solo .....	26
<b>Figura 7:</b> Exemplo da quantidade de material para a mistura de agregados para produção de blocos de solo-cimento.....	26
<b>Figura 8:</b> Mistura para obtenção de argamassa para fabrico de blocos de solo-cimento .....	27
<b>Figura 9:</b> Teste rápido de humidade correcta da mistura da argamassa durante a produção de blocos .....	27
<b>Figura 10:</b> Verificação da humidade de mistura de solo-cimento-água de argamassa para fabrico de blocos .....	27
<b>Figura 11:</b> Enchimento, compressão e remoção do bloco .....	28
<b>Figura 12:</b> Colocação do bloco para secar no chão liso .....	28
<b>Figura 13:</b> Fases do processo secagem do bloco de solo-cimento .....	29
<b>Figura 14:</b> Teste de queda.....	29
<b>Figura 15:</b> Produção e armazenamento do bloco de solo-cimento no distrito de Inharrime .....	30
<b>Figura 16:</b> Local de extracção de inerte fino no distrito de Inharrime .....	31
<b>Figura 17:</b> Decomposição e uso da fibra de coco no distrito de Inharrime .....	31
<b>Figura 18:</b> Coqueiro da variedade gigante ou mestiço/comum .....	32
<b>Figura 19:</b> Varição da produção do coco na província de Inhambane.....	33
<b>Figura 20:</b> Esquema e classificação das fibras .....	34
<b>Figura 21:</b> Secção transversal e composição do coco.....	35
<b>Figura 22:</b> Mesocarpo fibroso.....	35
<b>Figura 23:</b> Areia grossa com dimensões de 2 a 4 mm, usada para a produção dos blocos de argamassa.....	41
<b>Figura 24:</b> Cimento Portland de Cinzas Volantes .....	42
<b>Figura 25:</b> Balança .....	42
<b>Figura 26:</b> Prensa manual .....	43
<b>Figura 27:</b> Nivelamento do local de armazenamento dos blocos .....	44
<b>Figura 28:</b> Dosagem e mistura dos materiais para produção do bloco de solo-cimento LF.....	44
<b>Figura 29:</b> Enchimento e bloco solo-cimento para LF .....	45
<b>Figura 30:</b> Processo de molha da casca do coco para retirada das fibras .....	46
<b>Figura 31:</b> Mistura de solo e ligante, pesagem da fibra.....	46
<b>Figura 32:</b> Mistura de solo, fibra e ligante.....	47
<b>Figura 33:</b> Mistura; enchimento; moldagem, e desmoldagem do bloco.....	47
<b>Figura 34:</b> Pesagem da fibra e mistura de agregados para o lote 2 .....	48
<b>Figura 35:</b> Bloco solo-cimento lote 2 .....	48
<b>Figura 36:</b> Pesagem e mistura dos agregados para o lote 3.....	49
<b>Figura 37:</b> Enchimento, compactação e desmoldagem do bloco de solo-cimento .....	50
<b>Figura 38:</b> Bloco solo-cimento-lote 3 .....	50

<b>Figura 39:</b> Irrigação dos blocos de solo-cimento durante o processo de cura .....	51
<b>Figura 40:</b> Processo de cura dos blocos.....	51
<b>Figura 41:</b> Armazenamento blocos após o processo de cura.....	51
<b>Figura 42:</b> Teste de inspecção visual LF .....	52
<b>Figura 43:</b> Teste de inspecção visual L1 (1kg).....	52
<b>Figura 44:</b> Teste de inspecção visual L2 (0.50kg).....	53
<b>Figura 45:</b> Teste de inspecção visual L3 (0,250kg).....	53
<b>Figura 46:</b> Teste de queda dos blocos.....	54
<b>Figura 47:</b> Teste de roptura.....	54
<b>Figura 48:</b> Painel de resultados e balança.....	55
<b>Figura 49:</b> Processo de ensaios de blocos.....	55
<b>Figura 50:</b> Ensaio de compressão simples .....	56

### Lista de tabelas

<b>Tabela 1:</b> Agregados Familiares, Segundo Tipo de Material de Construção da Habitação, no Distrito e na Província e sua Distribuição Percentual-2007 .....	22
<b>Tabela 2:</b> Tipo de habitação particular, segundo dados do recenseamento 2017 em Moçambique .....	22
<b>Tabela 3:</b> Tipo de paredes (QUADRO 6.2a.) .....	23
<b>Tabela 4:</b> Quantidade de coco exportado a partir do distrito de Inharrime para o ano de 2021 ...	33
<b>Tabela 5:</b> Características mecânicas da fibra de coco Fonte: Adaptado de: (CLAUS,2010) .....	36
<b>Tabela 6:</b> Resistência a compressão sem adição de fibra .....	56
<b>Tabela 7:</b> Resistência a compressão com fibra em 100% .....	57
<b>Tabela 8:</b> Resistência a compressão com fibra em 50% .....	57
<b>Tabela 9:</b> Resistência a compressão com fibra em 25% .....	58

### Lista de gráficos

<b>Gráfico 1:</b> Tensões médias de roptura para LF e L1.....	58
<b>Gráfico 2:</b> Tensões médias de roptura para LF e L2.....	59
<b>Gráfico 3:</b> Tensões medias de roptura para LF e L3.....	59
<b>Gráfico 4:</b> Gráfico de variação das tensões médias (Mpa) .....	60
<b>Gráfico 5:</b> Gráfico de variação de produção .....	60

**Lista de abreviações**

EN1-Estrada Nacional N° 1

FET-Faculdade de Engenharias e Tecnologia

g-gramas

INE-Instituto Nacional de Estatística

Kg-quilograma

LEM-Laboratório de Engenharias de Moçambique

Lf- Lote de referência

L1- Lote um

L2- Lote dois

L3- Lote três

MOPHRH-Ministério de Obras Publicas, Habitação e Recursos Hídricos

Mpa- Mega pascais

NM- Norma Moçambicana

NP-Norma Portuguesa

SDAE-Serviço Distrital de Actividades Económicas

t-Tonelada

UPM-Universidade Pedagógica de Maputo

## **CAPÍTULO I**

### **1. INTRODUÇÃO**

As construções melhoradas com recurso ao uso de blocos para alvenaria em habitações apresentam grandes níveis de procura, demanda e aceitação de materiais para sua implementação e de forma natural há exploração de recursos minerais, naturais, hídricos e vegetais. Esta busca tem sido feita de forma excessiva causando danos ao meio ambiente, com a ocorrência de desabamentos e em épocas chuvosas há ocorrência de grandes erosões, principalmente em locais onde é extraída a areia para fabrico de blocos para alvenaria na construção civil.

Para um uso racional da areia grossa no processo de produção de blocos para alvenaria, é necessária a introdução de métodos que possam desacelerar a sua busca excessiva com recurso a introdução de materiais ecológicos, sustentáveis e ao mesmo tempo que estes apresentem uma qualidade superior ou igual aos já fabricados. Portanto, o método a introduzir visa adicionar as fibras vegetais na mistura de argamassas no processo de fabrico de blocos de alvenaria, para redução do impacto de empréstimo da areia grossa na sua produção, e melhorar o seu desempenho para o aumento de vida útil de uma habitação.

No distrito de Inharrime, província de Inhambane existe grande produção do coco, para consumo, venda local e exportação do mesmo para outras províncias do país; no entanto, a sua casca apresenta grandes níveis de resistência que adicionada a argamassas para fabrico de blocos para alvenaria, pode se dar uma utilidade a este, em vez de serem jogadas na rua ou usadas como combustível de cozinha.

O presente trabalho visa avaliar experimentalmente o processo de fabrico de blocos para alvenaria com a inserção das fibras de coco na sua argamassa, com níveis de areia grossa reduzidos de forma a verificar a resistência a compressão.

### 1.1.Tema e Título

O presente trabalho de pesquisa apresenta como seu tema: **avaliação do uso de fibras de coco em argamassas para o fabrico de blocos de alvenaria**, este traz uma abordagem sobre a reutilização de fibras naturais, para reduzir o impacto de empréstimo de solos na aplicação de argamassas, durante a produção de blocos de alvenaria.

A casca de coco que é a fonte de fibra, corresponde a aproximadamente 80 a 85% da massa total do fruto, e no distrito de Inharrime essas cascas são descartadas na rua para uso alternativo de passagem de veículos, usadas como combustível para confeccionar alimentos e/ou deixadas a mercê do meio ambiente para a sua decomposição, que segundo CARRIJO & MAKISHIMA, (2002), *este processo leva de 8 a 12 anos.*

SILVA & JERÔNIMO (2012) acrescentam que, as fibras de coco, quando queimadas produzem substâncias poluidoras do meio ambiente, quando descartadas constituem meio adequado para procriação de animais peçonhentos e insectos vectores de doenças, servindo como agente poluidor do meio ambiente e de risco para a saúde da população.

Em Moçambique, o estudo sobre fabrico de blocos recorrendo a materiais ecológicos carece de uma análise profunda para sua aplicação, pois este pode contribuir para a melhoria das soluções construtivas, inovando e criando de forma reduzir a busca pelas câmaras de empréstimo de areia grossa que apesar de estar em abundância, ao serem retiradas deixam enormes crateras correndo risco de grande ocorrência de desabamentos e erosões.

## 1.2. Delimitação do Tema

### a) Delimitação contextual

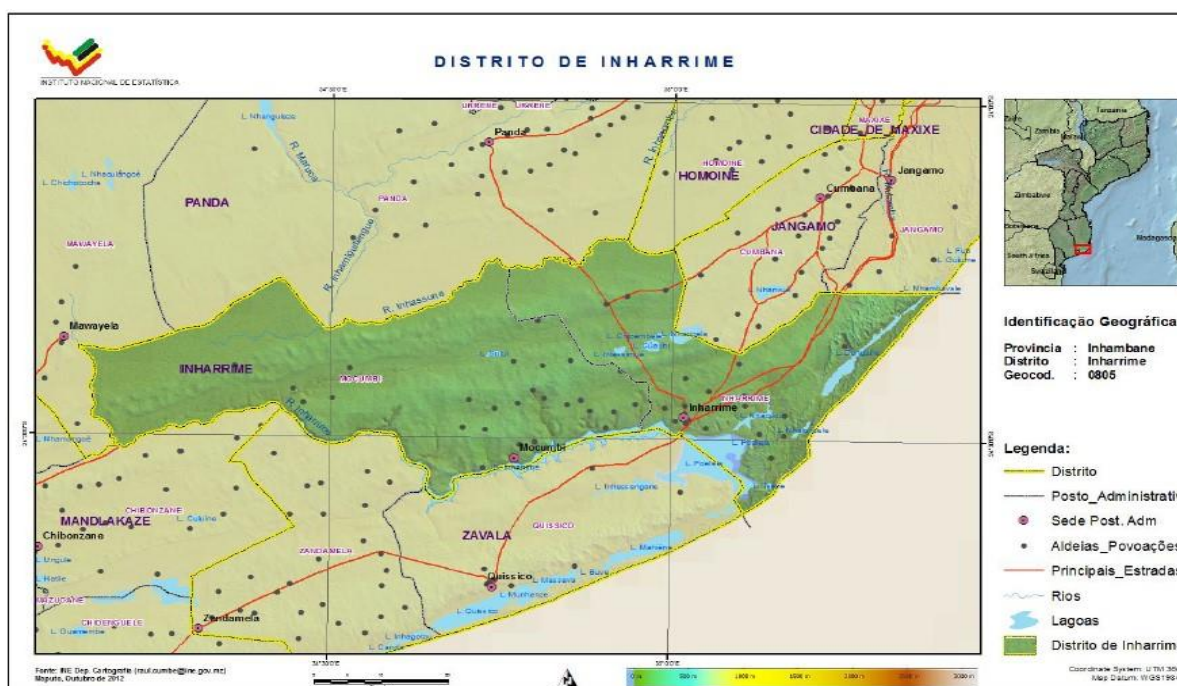
Para o trabalho, pretende-se estabelecer a proporção óptima da fibra de coco que pode ser adicionada a argamassa de produção de blocos para reduzir a quantidade da areia grossa, sem comprometer as propriedades mecânicas dos blocos de argamassa, nas comunidades do distrito de Inharrime.

### b) Delimitação espacial e temporal

A presente pesquisa terá como busca as fibras de coco para a mistura de agregados em argamassas no processo de fabrico de blocos para alvenaria no distrito de Inharrime, província de Inhambane e posteriormente serão submetidos a ensaios laboratoriais, para comparação e verificação de níveis de resistência a compressão, no período de Março de 2021 a Fevereiro de 2022.

## 1.3. Descrição do distrito

O distrito de Inharrime, está situado a Sul da província de Inhambane, é atravessado pela EN1 e tem como limites, a Norte o distrito de Jangamo, a Sul o distrito de Zavala, a Este o Oceano Índico e a Oeste os distritos de Panda e Homoiné, este possui uma superfície de 2.744 km<sup>2</sup> e não tem ilhas.



**Figura 1:**Localização Geográfica e Divisão Administrativa do Distrito de Inharrime

Fonte: INE

#### **1.4.Clima, solo e hidrografia**

O clima do distrito é dominado por zonas do tipo tropical seco, no interior, e húmido, à medida que se caminha para a costa, com duas estações: a quente ou chuvosa que vai de Outubro a Março e a fresca ou seca de Abril a Setembro.

A zona litoral, com solos permeáveis e favoráveis para a agricultura e pecuária, apresenta temperaturas médias entre os 18° e os 33° C. A precipitação média anual na época das chuvas (Outubro a Março) é de 1500mm, com maior incidência nos meses de Fevereiro e Março, em que chegam a ocorrer inundações.

A zona interior do distrito apresenta solos franco-arenosos e areno-argilosos e uma precipitação média anual de 1000 a 1200mm, com temperaturas elevadas, que provocam deficiências de água.

#### **1.5.Justificativa**

Segundo INE (2012) até o ano de 2007, a maior parte das casas eram palhotas feitas de pavimento de terra batida, paredes de caniço ou paus, com cobertura de capim ou colmo estes não passavam por um tratamento (protecção) para sua aplicação, pois apresentavam um período de vida útil curto, porque enfraqueciam devido a pragas (fungos) que aceleravam a sua degradação, tornando a reabilitação algo frequente.

Com as características acima descritas, houve uma necessidade de troca de materiais para habitação no distrito de Inharrime, e este tem mostrado um crescimento no sector com grandes níveis de busca e uso da areia grossa no processo de fabrico de blocos de argamassa para o levantamento de alvenarias. Contudo, os índices de construções têm aumentado devido as trocas comerciais e deslocação constante da população, o fabrico de blocos é feito de forma manual, sem ensaios antes previstos o que coloca em causa a sua resistência. Apesar da sede distrital estar localizada na estrada nacional N1, o que facilita a aquisição de materiais de construção, este possui uma extensão larga e quase todo ele se estende a oeste do mesmo distrito fazendo que a aquisição de materiais para produção de blocos seja de difícil acesso para os residentes das zonas do interior. Portanto este trabalho visa diminuir o impacto do uso da areia grossa na produção de blocos de solo-cimento, assim como diminuir o impacto ambiental em relação ao descarte das fibras de coco durante o processo de descasque, com isso, a pesquisa visa:

- Na sociedade melhorar o desempenho do bloco manual e introduzir a produção do mesmo nas zonas que apresentam dificuldades na evolução da construção, devido aos custos e ao mesmo tempo despertar o uso de materiais ecológicos.
- Na economia aumentar o rendimento no fabrico de blocos tendo em conta a redução de custo em relação ao bloco convencional.
- No meio ambiente, aumentar a sustentabilidade na construção através do uso de fibras naturais reduzindo o impacto da poluição ambiental e racionalizar a exploração de agregados finos.
- Na ciência desenvolver técnicas ecologicamente sustentáveis na indústria da construção civil, e contribuir para a promoção de conteúdos académicos na FET da UP Maputo, na formação de profissionais qualificados para o mercado.
- Como estudante firmar os conhecimentos adquiridos durante a formação e verificar o grau de exactidão a se apresentar face aos problemas que a sociedade dispõe no ramo da construção, diante dos recursos existentes.

### **1.6.Problematização e Problema**

As comunidades do distrito de Inharrime apresentam um forte potencial na produção do coco, a casca do mesmo é matéria-prima para produção do coir, porém, durante o descasque do coco maduro a casca é descartada ou usada como combustível de cozinha o que pode representar um desperdício, além de um mau uso que pode gerar poluição do meio.

As fibras naturais ou artificias são utilizáveis na construção civil como adjuvantes para melhorar algumas propriedades da argamassa e betão. Nas comunidades de Inharrime há uma tendência crescente do uso do bloco para construção de habitações, o que gera um aumento na procura de areia grossa. Para o fabrico deste, tem-se recorrido a areia grossa extraída em câmaras de empréstimo distantes das mesmas, o que implica um aumento no custo de produção do bloco.

A incorporação da fibra de coco na argamassa para o fabrico de blocos pode reduzir consideravelmente o consumo da areia grossa e consequentemente reduzir os custos de produção. Face as situações acima descritas a questão que se coloca é:

*Qual é a proporção óptima da fibra de coco a ser adicionada a argamassa para reduzir a quantidade da areia grossa, sem comprometer as propriedades mecânicas dos blocos de argamassa?*

### **1.7.Hipóteses**

Para o seguinte trabalho de pesquisa abordou se as seguintes hipóteses:

1. Inserção da quantidade da fibra de coco no traço da argamassa para o fabrico de bloco de solo-cimento para alvenaria;
2. A incorporação das fibras de coco no fabrico de bloco de solo-cimento para alvenaria aumenta resistência a compressão;
3. A adição das fibras de coco durante o fabrico de blocos de argamassa resulta no aumento significativo na produção dos mesmos.

### **1.8.Objectivos**

#### **1.8.1. Objectivo geral**

Verificar a proporção óptima da fibra de coco a incorporar na argamassa de fabrico de blocos de argamassa;

#### **1.8.2. Objectivos específicos**

- Analisar a capacidade de resistência a compressão do bloco para alvenaria com a incorporação das fibras de coco;
- Comparar a quantidade da produção do bloco para alvenaria com incorporação da fibra e sem a incorporação da fibra;
- Demonstrar a capacidade de redução do empréstimo de solos durante a produção de blocos de argamassa com a incorporação das fibras de coco.

## CAPÍTULO II

### 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

BORGES et al. (2018) promove um estudo comparativo entre os resultados obtidos com relação à viabilidade da fabricação de tijolos de solo-cimento com adição de fibra de coco, obtendo conclusões satisfatórias, observando o cumprimento de requisitos ambientais e técnicos. NASCIMENTO & GALVÃO (2016) verificaram que a utilização da fibra de coco no compósito contribuiu de forma significativa para o conforto térmico e a resistência, quando utilizada em alvenaria de vedação.

Conforme afirma OLIVEIRA (2011), *as fibras de coco apresentaram grande potencial para aplicações, funcionando como reforço em solo-cimento. Também foi observado que os corpos de prova de solo-cimento estudados atenderam às condições mínimas de resistência decorridos aos 28 dias de idade.* Uma observação pertinente feita por OLIVEIRA (2011) é que se constatou que as fibras reagiram como obstáculos, impedindo a propagação de fissuras. Também foi relatado que, de posse dos resultados, foi possível concluir que o material à base de solo-cimento-fibra atende aos requisitos ambientais, bem como possui características que o promovem como material viável para utilização na construção civil, mais especificamente para produção de tijolos modulares destinados para habitações

ABDULLAH et al. (2011) diz que *as fibras de coco podem ser utilizadas como elemento de reforço ou ainda ser utilizadas substituindo a areia.* Afirma ainda que, *até um limite ótimo, o aumento no teor de fibra aumentará o módulo de ruptura e a resistência à compressão.* O mesmo ainda levanta a possibilidade de que *pesquisas que não atingiram resultados satisfatórios tenham adicionado a percentagem de fibra em substituição de certa quantidade de cimento, e não substituindo a areia pela fibra.*

RAJ (2017) também afirma que, *com o aumento do teor de fibras, a resistência à compressão aumenta até um limite ótimo de acréscimo.* Ainda observa que esse tipo de elemento pode ser positivo também para áreas susceptíveis à abalos sísmicos, uma vez que as propriedades do tijolo constituído de solo-cimento-fibra permitem que o material forneça sinais de ruptura que levem à percepção antes que o elemento alcance ruína.

## 2.1.A Habitação no distrito de Inharrime

### 2.1.1. Indicadores de bem-estar

Tipo de Material	Distrito		Província	
	Número	%	Número	%
<b>Tipo de Paredes das Casas</b>	<b>20,907</b>	<b>100.0</b>	<b>291,123</b>	<b>100.0</b>
Bloco de cimento	2200	10.5	37,314	12.8
Bloco de tijolo	51	0.2	703	0.2
Madeira/zinco	487	2.3	11,740	4.0
Bloco de adobe	110	0.5	2,027	0.7
Caniço/paus/bambú/palmeira	12,854	61.5	176,468	60.6
Paus maticados	5,169	24.7	60,775	20.9
Lata/cartão/papel/saco/casca	21	0.1	887	0.3
Outros	15	0.1	1,209	0.4
<b>Tipo de Cobertura das Casas</b>	<b>20,907</b>	<b>100.0</b>	<b>291,123</b>	<b>100.0</b>
Laje de betão	151	0.7	1,982	0.7
Telha	6	0.0	141	0.0
Chapa de lusalite	108	0.5	3,831	1.3
Chapa de zinco	6,404	30.6	108,243	37.2
Capim/colmo/palmeira	14,194	67.9	173,769	59.7
Outros	44	0.2	3,157	1.1
<b>Tipo de Pavimento das Casas</b>	<b>20,907</b>	<b>100.0</b>	<b>291,123</b>	<b>100.0</b>
Madeira/parquet	41	0.2	474	0.2
Mármore/granulito	13	0.1	238	0.1
Cimento	5,520	26.4	101,452	34.8
Mosaico/tijoleira	54	0.3	1,304	0.4
Adobe	13,529	64.7	157,284	54.0
Sem nada	1,639	7.8	28,731	9.9
Outros	111	0.5	1,640	0.6

**Tabela 1:** Agregados Familiares, Segundo Tipo de Material de Construção da Habitação, no Distrito e na Província e sua Distribuição Percentual-2007

Fonte: INE

#### a) Tipo de habitação particular, segundo dados do recenseamento em moçambique no ano 2017

	Distrito de Inharrime	
	Total (26869)	Total em %
Casa convencional com casa de banho e cozinha dentro de casa	284	1.1
Casa convencional sem casa de banho ou cozinha dentro de casa	534	2.0
Flat/apartamento	55	0.2
Palhota	9888	36.8
Casa improvisada	479	1.8
Casa de mista	8566	31.9
Casa básica	6984	26.0
Parte dum edifício comercial	21	0.1
Outro	58	0.2

**Tabela 2:** Tipo de habitação particular, segundo dados do recenseamento 2017 em Moçambique

Fonte: INE

**b) Habitações particulares, por área de residência e material de construção das paredes  
- Moçambique, 2017**

	Distrito de Inharrime		Posto administrativo - Inharrime sede		Posto administrativo - Mocumbi	
	Total (26869)	Total em %	Total (20796)	Total em %	Total (6073)	Total em %
Bloco de cimento	6507	24.2	5381	25.9	1126	18.5
Bloco de tijolo	107	0.4	93	0.4	14	0.2
Madeira/ Zinco	1377	5.1	1112	5.3	265	4.4
Bloco de Adobe	157	0.6	73	0.4	84	1.4
Caníço/Paus/ Bambu/ Palmeira	13429	50.0	10919	52.5	2510	41.3
Paus maticados (pau a pique)	4493	16.7	2461	11.8	2032	33.5
Lata/Cartão/ Papel/Saco/ Casca	479	1.8	468	2.3	11	0.2
Outros	320	1.2	289	1.4	31	0.5
Desc	0	0	0	0	0	0

**Tabela 3:** Tipo de paredes (QUADRO 6.2a.)

**Fonte:** INE

As habitações com paredes de alvenaria construídas em bloco de cimento no o distrito de Inharrime era de 10.5 % e as casas onde as paredes eram caniço/paus/bambu/palmeira era de 61.5 % (INE 2007).

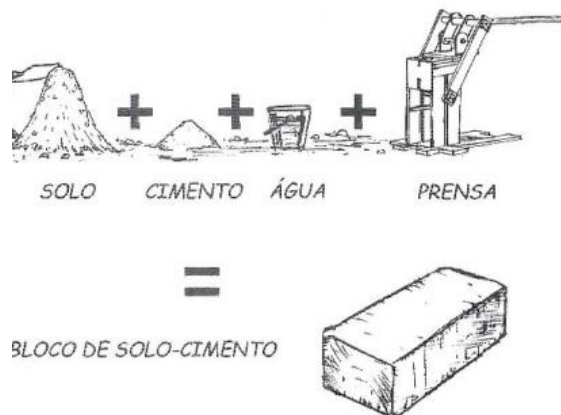
Com o crescimento habitacional em 2017 as habitações com parede de alvenaria construídas em blocos de cimento aumentaram em 13.7% e as habitações caniço/paus/bambu/palmeira teve uma redução de 11.5%. (INE, 2017)

Em função dos dados apresentados é possível entender que com o passar do tempo, há um crescimento das pequenas empresas que se dedicam a produção do bloco, pois população local tende a aderir ao uso de blocos vazados em substituição do material convencional na construção

das suas residências, o que implica maior procura na exploração do inerte fino. Assim sendo urge a necessidade de busca de soluções com vista a minimizar o impacto negativo da exploração em grande escala do inerte fino.

## 2.2. Processos técnicos de produção de blocos de argamassa

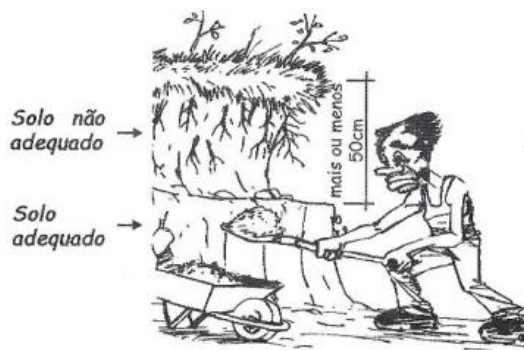
Para produção de blocos de argamassa, é necessário que haja os seguintes elementos: Cimento, Areia, Água e uma prensa (manual ou automática).



**Figura 2:** Materiais necessários para mistura, de obtenção de blocos de solo-cimento

**Fonte:** MOPHRH

Para fazer um bloco de solo-cimento, é necessário escolher um bom solo. Devemos cavar pelo menos 50 cm para obtermos um solo adequado.



**Figura 3:** Obtenção de solos para produção de blocos de solo-cimento

**Fonte:** MOPHRH

Existem análises de solos que se pode fazer para uma escolha adequada de solos para produção de blocos de solo-cimento. Uma das análises é avaliar o solo através da sua cor:

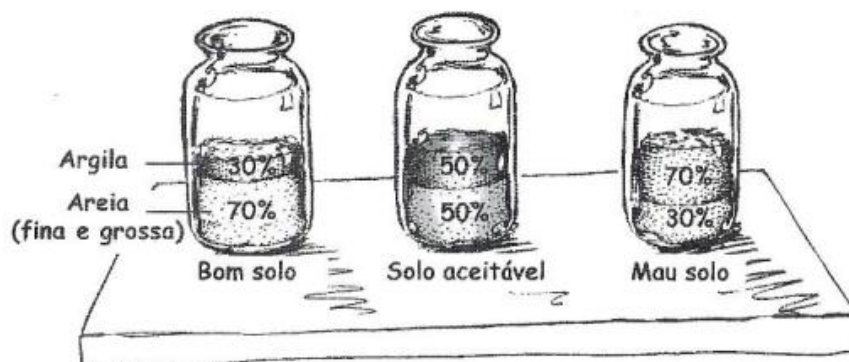


**Figura 4:** Análise da qualidade dos solos através da sua cor

Fonte: MOPHRH

#### a) Teste da garrafa

Para execução deste teste, deita-se um solo num frasco transparente até a metade, e no espaço restante deita-se água limpa, agita-se bem e deixa-se a garrafa descansar por 6 horas. Este irá separar-se consoante as partículas e grãos diferentes (**processo de sedimentação**), mostrando camadas de: areia grossa, areia fina, argila e água. Os melhores solos são aqueles que apresentam resultados com cerca de 30% de argila.

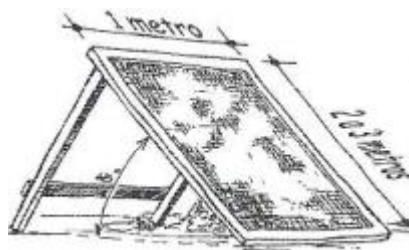


**Figura 5:** Fases do teste da garrafa

Fonte: MOPHRH

Após a verificação dos solos através dos testes de campo, este deverá ser espalhado e deixa-se secar por um dia para diminuir a humidade, facilitando a peneiração, mistura com o cimento e a retirada de matéria orgânica (paus, folhas mortas, etc).

É necessária a retirada de grãos maiores de pedra que existem no solo, e este é feito através de um crivo de 0,5cm com as dimensões de 1x2(m) ou 1x3(m) como mostra a fig abaixo.



**Figura 6:** Peneira ou crivo de solo

**Fonte:** MOPHRH

Para uso da peneira devemos atirar o solo no crivo, este rolará para baixo e o solo limpo se acumula de baixo do crivo.

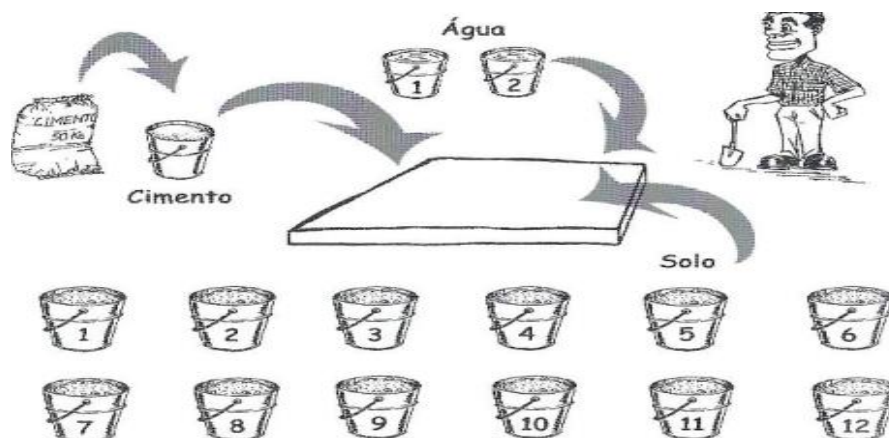
**Nota:** Deve se colocar o crivo na mesma posição durante a produção, quanto mais vertical estiver, mais finos serão os grãos (MOPHRH:2019)

### 2.3. Produção dos blocos

Para produção de blocos de solo-cimento é necessário a determinação de um traço, e este pode ser feito consoante o tipo de solo a se usar. O traço mais usado para a produção de blocos é 1:12 que significa 1 volume de cimento para 12 unidades de areia. Este traço é usado prevendo 2 unidades de água para colocar durante a mistura, como indica figura abaixo.

**Nota:** para evitar problemas de medição, deve se medir usando o mesmo recipiente para cimento e areia.

**Nota:** dependendo do tipo de solo o traço pode variar



**Figura 7:** Exemplo da quantidade de material para a mistura de agregados para produção de blocos de solo-cimento

**Fonte:** MOPHRH

Após determinação das quantidades de materiais a adicionar no processo, deve-se misturar o solo com cimento até que este tenha única cor, e de seguida espalha se a mistura a uns 30cm de altura para que se coloque água de todos lados até ficar tudo molhado.

**Nota:** a água não deve ser salgada e deve ser livre de impurezas, senão vai enfraquecer o bloco (MOPHRH:2019)

Depois mistura se bem o solo e cimento com água até obter se uma cor e humidade uniforme.



**Figura 8:** Mistura para obtenção de argamassa para fabrico de blocos de solo-cimento

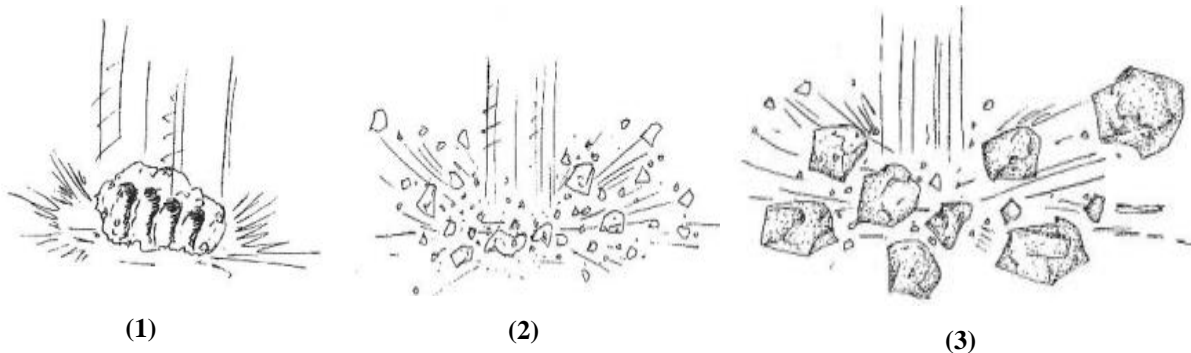
Fonte: MOPHRH

Para saber se atingiu a humidade certa, deve retirar um pouco do solo misturado usando a palma da mão, e apertar com força. Deixa se cair o bolo da massa a uma altura de 1 metro.



**Figura 9:** Teste rápido de humidade correcta da mistura da argamassa durante a produção de blocos

Fonte: MOPHRH



**Figura 10:** Verificação da humidade de mistura de solo-cimento-água de argamassa para fabrico de blocos

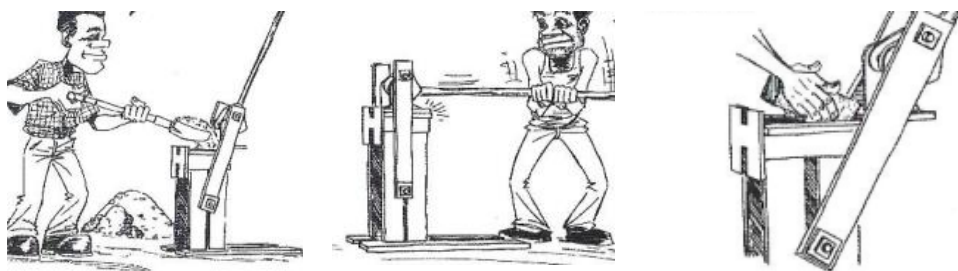
Fonte: MOPHRH

- (1) Se a massa não se desfazer é porque tem muita água;
- (2) Quando se parte em muitos pedacinhos é porque não tem água suficiente;
- (3) Quando se parte em pedaços um pouco maiores é porque tem água suficiente.

Se necessário aumenta se água ou espalha se a massa para secar e faz se novamente os testes para obter a humidade certa.

**Nota:** prepara se a massa para usar dentro de uma hora, após esse tempo a qualidade do bloco estará comprometida.

O enchimento, a compressão e a remoção dos blocos são as fases que se seguem após a verificação da humidade da massa.

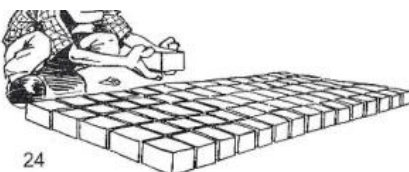


**Figura 11:**Enchimento, compressão e remoção do bloco

**Fonte:** MOPHRH

**Nota:** a quantidade de massa a adicionar na prensa deve ser regulada para que o bloco tenha as mesmas características

Após a remoção, o bloco deve ser colocado com cuidado no chão liso para secar, a seca determina a qualidade do bloco.



24

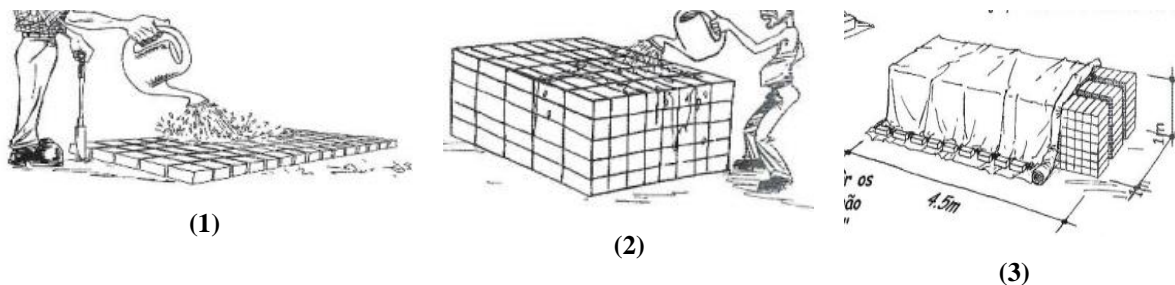
**Figura 12:**Colocação do bloco para secar no chão liso

**Fonte:** MOPHRH

Quanto mais for lenta a secagem, melhor será a qualidade do bloco, por isso deve se evitar deixar os blocos, expostos ao sol e ao vento.

Molha se os blocos duas vezes ao dia, durante os primeiros dois dias. Depois de 2 dias pode se amontoar os blocos (organizar um por cima do outro) sem exceder a altura de 1 metro e a largura

de 4,5metros. Depois cobre se com um plástico e continua se a deitar água duas vezes ao dia durante 7dias. Depois de 7 dias de rega, deixamos a secar amontoado e coberto por mais 21 dias.



**Figura 13:**Fases do processo de secagem do bloco de solo-cimento

**Fonte:** MOPHRH

- (1) Rega do bloco na fase inicial 2 vezes ao dia;
- (2) Rega do bloco na segunda fase, amontoado e rega continua 2 vezes ao dia;
- (3) Secagem do bloco durante 21 dias coberto com um plástico.

#### **2.4. Controlo da qualidade do bloco**

Para um controlo da qualidade do bloco, existem alguns testes para avaliação que se pode fazer no local de produção. São estes: teste de inspeção visual, teste de roptura, teste de queda.

##### **a) Teste de inspeção visual**

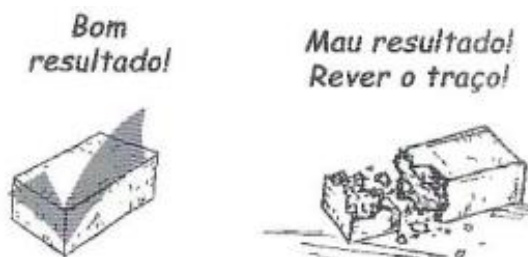
É verificado neste teste a existência ou não de pontas partidas, deformações ou outros defeitos no bloco, porque esses defeitos podem impedir a boa colocação dos blocos nas paredes e prejudicar a resistência da construção. Ver no Anexo 2

##### **b) Teste de roptura**

Um bom bloco, deve aguentar o peso de uma pessoa adulta. Ver no Anexo 2

##### **c) Teste de queda**

Neste teste, deixa se cair o bloco a uma altura de 1,5 m se o bloco não partir este pode se usar, e se o bloco partir, é necessária a revisão do traço.



**Figura 14:**Teste de queda

**Fonte:** MOPHRH

### **2.5. Produção de bloco de solo-cimento para alvenaria no distrito de Inharrime**

O distrito de Inharrime possui mais 50 estaleiros de produção de blocos de alvenaria espalhados pelo distrito, a maior parte fornece serviços de produção e entrega dos mesmos.

Com o aumento do crescimento da população os estaleiros de produção do bloco de solo-cimento para alvenaria alimentam mais de 80% da população do mesmo distrito.



**Figura 15:**Produção e armazenamento do bloco de solo-cimento no distrito de Inharrime

**Fonte:** Autora

### **2.6.A extracção de inerte fino no distrito de Inharrime**

Por ser uma componente primária para produção do bloco de argamassa a extracção do inerte fino no distrito de Inharrime, aumentou a sua demanda com o crescimento habitacional da população, porém a sua extracção é feita a beira dos rios de maneira de desordenada, deixando assim crateras e erosões.



**Figura 16:**Local de extracção de inerte fino no distrito de Inharrime

**Fonte:** Autora

### 2.7.Utilização das fibras de coco

A fibra de coco no distrito de Inharrime é muitas vezes deixada a merce do meio ambiente, para sua decomposição ou usada como combustível para fogueiras.



**Figura 17:**Decomposição e uso da fibra de coco no distrito de Inharrime

**Fonte:** Autora

## 2.8. O Coco

*O coqueiro, possui o **nome científico:** *Cocos nucifera* L. e é da **família:** *Palmae*, sua origem ainda gera controversas, portanto uns dizem que este surgiu na Índia e espalhou-se através de embarcações de trocas comerciais e outros julgam que este é originário da África em países como Cabo Verde e Moçambique que já era costume fazer o uso dos seus subprodutos. (DE ARAÚJO, 2017)*

*Os cocos secos são colhidos predominantemente do grupo do coqueiro gigante conhecido também como mestiço e/ou comum. Esses coqueiros apresentam porte elevado, podendo atingir até 35 m de altura, na maturidade produtiva. Iniciam a produção em condições ideais com 5 a 7 anos de vida, podendo atingir até 70 anos. Sua colheita ocorre entre 11 a 12 meses após a floração, sendo a produção destinada tanto ao uso in natura quanto à industrialização, na obtenção de produtos como coco ralado, leite de coco, doce, farinha, fibras, entre outros produtos e subprodutos (MARTINS; DE JESUS JÚNIOR, 2014).*



**Figura 18:**Coqueiro da variedade gigante ou mestiço/comum

**Fonte:** Autora

Seus frutos possuem divergência de tamanho, tendo capacidade para produção entre 50 a 80 frutos por planta ao ano. Uma das características dessa variedade é a variação morfológica, principalmente, na cor, na forma e tamanho do fruto e por apresentar fácil adaptação aos diversos tipos de solos e climas (SIQUEIRA et al., 2002; SANTANA, 2012)

No interior do distrito é comum notar a presença desta variedade no interior das habitações devido ao seu tempo de estabilidade na produção dos seus frutos.

### 2.9. Produção de coco em na província de Inhambane

A província de Inhambane é uma das maiores produtoras e exportadora o coco em Moçambique, portanto alguns indicadores de produção para o ano de 2019 a 2020 indicam uma variação no crescimento da produção em 1,2% como indica a tabela abaixo.

Indicadores de Produção, 2020			
Cultura de Rendimento, 2020			
Cultura(t)	2019	2020	Var. %
Coco	368 417,6	372 930,0	1,2
Castanha de Cajú	12 053,8	18 473,8	53,3
Citrinos	439 824,0	440 875,0	0,2
Banana	350,0	423,0	20,9
Manga	13 250,0	14 011,0	5,7
Algodão	6,7	47,6	610,4

Serviço Provincial de Actividades Económicas

**Figura 19:** Variação da produção do coco na província de Inhambane

**Fonte:** INE

Segundo a tabela acima que mostra o crescimento na exportação do coco é possível verificar que no período em referência houve um aumento de produção de fibras de coco na ordem de 1,2% que pode reflectir na quantidade de desperdício de fibra em casos da não reutilização em outras actividades a referidas anteriormente. Considerando o crescimento da procura do coco a nível mundial torna se necessário repensar na inovação sobre a reutilização do material remanescente após seu consumo.

No distrito de Inharrime o registro de produção de coco e outros insumos agrícolas foi iniciada no mês de Abril do ano 2021, portanto nota ainda um défice no controle de produção e exportação do coco. Como não existe um controle muito acurado este chegou a produzir e exportar no ano de 2022 até o mês de Novembro.

A tabela abaixo ilustra as quantidades de coco exportadas para outras províncias a partir do distrito de Inharrime.

Abr.	Mai.	Jun.	Jul	Ago	Set	Out	meses
37650	2216750	216750	99000	71000	71000	71000	t

**Tabela 4:** Quantidade de coco exportado a partir do distrito de Inharrime para o ano de 2021

**Fonte:** SDAE-Inharrime

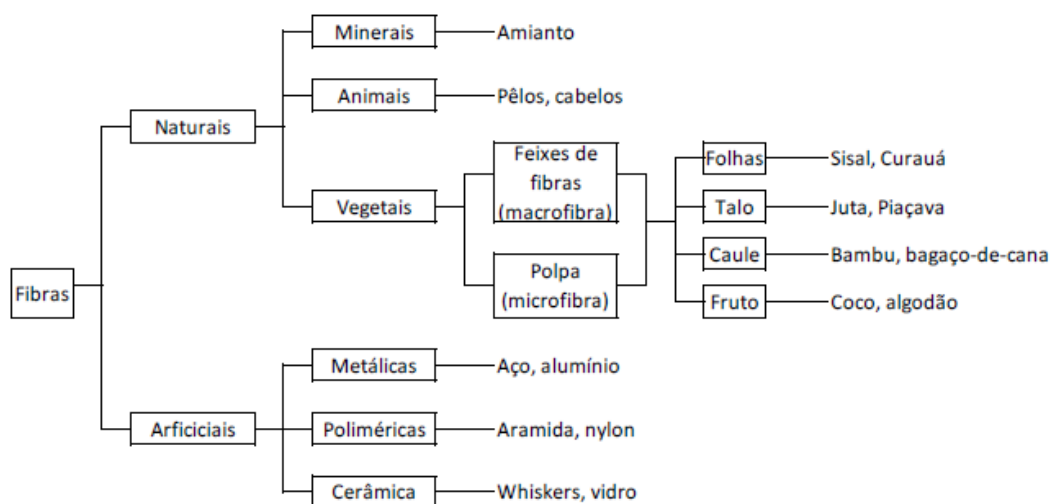
## 2.10. FIBRA DE COCO

Um coco fornece cerca de 70 gramas de fibra, sendo que, do processo de desfibramento, somente 25% da casca é revertida em fibras multidimensionais aproveitáveis, o restante é formado principalmente por fibras de comprimento reduzido e pó de coco que têm sido utilizados experimentalmente como adubo (DUARTE; IMAI; NII, 2009).

BRITO (2004) descreveu que as cascas dos frutos são, geralmente, utilizadas como combustível para caldeiras e até mesmo processado para beneficiamento de fibras sendo estas utilizadas na indústria para fabricação de cordas, estofamentos de carros, almofadas, dentre outros produtos.

## 2.11. Classificação das fibras

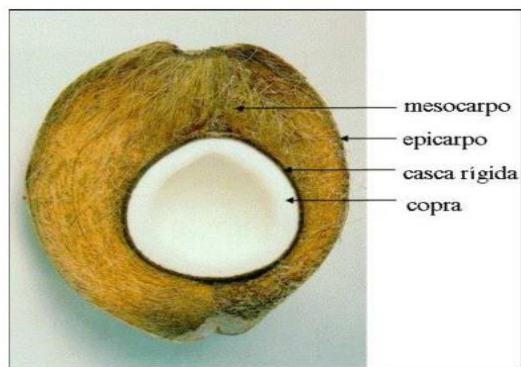
As fibras podem ser de origem natural e artificial (sintéticas) como indica a figura abaixo



**Figura 20:** Esquema e classificação das fibras  
(Adaptado de PERSON, 2000).

## 2.12. COMPOSIÇÃO DO FRUTO

O coco, fruto formado a partir de uma semente chamada drupa, é constituído basicamente por um epicarpo, que consiste em uma camada externa fina e lisa que forma a sua casca. O mesocarpo, camada intermediária fibrosa de onde obtém-se a fibra. O endocarpo, uma camada lenhosa e dura e a castanha chamada de albúmen sólido, que é a parte do fruto de maior valor comercial, além da água de coco. O fruto chega a alcançar o peso médio de 3 a 4 Kg e a quantidade de água diminui à medida que o coco amadurece (FAGURY, 2005)



**Figura 21:**Secção transversal e composição do coco

**Fonte:** (PASSOS, 2005)

### 2.13.CONSTITUIÇÃO DAS FIBRAS VEGETAIS

A fibra de coco extraída do mesocarpo, parte espessa fibrosa do fruto (FIG Abaixo) apresenta uma elasticidade superior a outras fibras vegetais, além de uma elevada capacidade de resistir à humidade e a altas variações nas condições climáticas. É constituída de materiais lignocelulósicos, sendo suas principais características a baixa densidade, a boa flexibilidade no processamento e a facilidade de modificação perante agentes químicos, além de fonte de recursos renováveis, biodegradáveis e não abrasivos (PANNIRSELVAM *et al.*, 2005; VALE; SOARES; CASAGRANDE, 2007).



**Figura 22:**Mesocarpo fibroso

**Fonte:** Autora

**Quanto à sua composição**, as fibras são formadas basicamente de celulose, hemicelulose, lignina, pectina e minerais. A celulose é o principal constituinte estruturante, sendo um polissacarídeo linear de alto peso molecular formado principalmente de glicose, responsável pela estabilidade e

resistência das fibras. A hemicelulose é um polissacarídeo formado pela polimerização de vários açúcares (glicose, xilose, galactose, arabinose e manose), actua como ligante entre a celulose e a lignina (PASSOS, 2005).

A lignina é um polímero complexo responsável pela formação da parede celular. Sua concentração nas fibras influencia na estrutura, na morfologia, na flexibilidade e taxa de hidrólise. Fibras com alto teor de lignina são de excelente qualidade e alta flexibilidade (PASSOS, 2005).

A pectina, um polissacarídeo com função aglutinante, é um dos constituintes da parede celular. Já os componentes minerais são os responsáveis pela formação das cinzas após a incineração das fibras (PASSOS, 2005).

As fibras das cascas de coco possuem uma quantidade menor de celulose, contudo, o percentual de lignina é grande, cerca de duas a quatro vezes maiores que os valores existentes nas fibras de juta e sisal, tornando-as extremamente vantajosas frente às outras fibras. O teor de lignina nas fibras varia em função da idade do fruto, girando entre 20% nas fibras de coco jovem e de aproximadamente 35% no fruto maduro (PASSOS, 2005).

As principais características a serem avaliadas nas fibras são: qual tipo de celulose está presente (cada tipo de celulose tem a sua geometria e a geometria das células influencia nas propriedades físicas); qual é a idade da fibra; qual é a relação entre as quantidades de celulose, hemicelulose e lignina e, finalmente, qual é o nível de cristalização das fibrilas que formam as fibras. As propriedades mecânicas das fibras de coco estão descritas no Quadro abaixo

Comprimento da fibra	15 a 33 cm
Diâmetro da fibra	0,05 a 0,4 mm
Cor	Marrom claro a escuro
Toque	Áspero, duro
Alongamento	Muito alto
Densidade	Muito baixa
Higroscopicidade	Tolerância de 13%
Lignificação	Forte
Tingibilidade	Boa

**Tabela 5:**Características mecânicas da fibra de coco

Fonte: Adaptado de: (CLAUS,2010)

Segundo NETO & PARDINI (2006) apresentam de forma sucinta as principais vantagens das fibras vegetais são:

- Baixa massa específica;

- Maciez e abrasividade reduzida;
- Baixo custo;
- Reciclabilidade, atoxicidade e biodegradabilidade;
- Estímulo a empregos na zona rural;
- Baixo consumo de energia em sua produção.

Entre as desvantagens e limitações pode se citar as seguintes características:

- Baixas temperaturas de processamento
- Acentuada variabilidade em suas propriedades mecânicas e baixa estabilidade dimensional;
- Sensibilidade a efeitos ambientais (variações de temperatura e humidade)
- Presença de secções transversais de geometria complexa e não uniforme;
- Propriedades mecânicas quando comparadas as fibras sintéticas (fibras de carbono e de vidro)

## CAPÍTULO III

### 3. METODOLOGIA

*A investigação científica depende de um conjunto de procedimentos para que seus objectivos sejam atingidos* (GIL, 1999, p.23). No entanto, a elaboração da seguinte pesquisa os seus instrumentos de base foram a pesquisa bibliográfica e experimental.

Com base no que foi dito anteriormente, passa-se a apresentar as etapas de realização do trabalho:

#### a) Quanto a natureza

É de natureza aplicada pois tem como objectivo gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais-Avaliação do uso de fibras de coco em argamassa para fabrico de blocos de alvenaria

#### b) Quanto aos objectivos

A pesquisa é exploratória pois para (GIL, 2007) *este tipo de pesquisa tem como objectivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses.*

#### 3.1. Metodologia de Abordagem

Considerou-se os métodos qualitativo e quantitativo, onde:

a) **Método qualitativo** de acordo com Gil (1999), *este método permite aprofundar a investigação em questões relacionadas ao fenómeno em estudo e das suas relações.* Com isso, este visa comparar e avaliar a qualidade dos blocos com e sem inserção das fibras de coco durante o processo de produção em ensaios laboratoriais a que serão submetidos.

#### b) Método quantitativo

Este método de abordagem quantifica, tanto as modalidades de colecta de informações quanto o tratamento delas por meio de técnicas estatísticas (RICHARDSON, 1999).

Para o autor este tem a missão de comparar as quantidades de blocos produzidos com inserção das fibras de coco em relação aos blocos simples durante o processo de produção dos mesmos.

#### 3.2. Procedimento técnico para a colecta de dados

Os procedimentos utilizados para a colecta de dados foram os seguintes:

### **a) Bibliográfica**

A pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos (GIL, 2002).

O autor procurou informações sobre a matéria em questão para recolha de dados necessários para planificação do experimento em que os blocos com inserção das fibras de coco serão submetidos. Portanto, foi com esta base que realizou-se um plano de preparação e implementação de produção e posteriores ensaios, com recurso a normas e técnicas de produção de blocos de argamassa, para a sua avaliação final.

### **b) Experimental**

A pesquisa experimental pode criar condições de um facto ser estudado, para observá-lo sob controlo, utilizando um local apropriado, aparelhos e instrumentos de precisão (PRODANOV & FREITAS, 2013).

O autor veio expor ao detalhe como foram determinados e planificados os ensaios a realizar, assim como a monitorização dos seus resultados, constando ainda, no plano de ensaios, os recursos e as quantidades de materiais necessários.

### **3.3. Instrumentos e técnicas de colecta de dados**

Para a realização deste trabalho, este observará os seguintes instrumentos e técnicas:

- **Observação, auscultação e registo no acto da recolha de materiais;**

Constou-se neste ponto a deslocação para do distrito de Inharrime para procurar perceber como é feita a extracção da areia grossa naquele ponto do distrito e como são fabricados os blocos de argamassa.

- **Recolha de material para a mistura dos agregados;**

Para complementar a fase experimental foram recolhidas na vila do distrito de Inharrime e transportadas fibras de coco seco, para distrito de Marracuene, tendo sido armazenadas em 3 sacos de 50kg cada.

- **Reportagem fotográfica**

Para melhor ilustração serão apresentados todos os passos subsequentes através de fotografias, acompanhadas de suas efectivas descrições.

### **3.4.Procedimento de análise de dados**

Com base em normas nacionais e procedimentos técnicos para produção de blocos de argamassa, artigos e estudos disponibilizados na web, serão feitas análises de resultados de ensaios laboratoriais no Laboratório de Engenharias de Moçambique (LEM) que vão definir a eficácia da incorporação das fibras de coco em blocos de argamassa, como um caminho para a redução de empréstimo dos solos. A síntese dos dados recolhidos será feita com base em programas electrónicos como word office e excel, de forma a produzir fluxogramas, diagramas e gráficos de causa e efeito.

## CAPÍTULO IV

### 4. PESQUISA EXPERIMENTAL

Neste capítulo pretende-se avaliar os lotes de produção do bloco de solo-cimento com incorporação das fibras de coco com diferentes percentagens, para análise de resistência a compressão simples e comparações feitas entre as diferentes quantidades neles introduzidos.

A designação que se pretende durante a produção é bloco solo-cimento Tipo V com as dimensões indicadas no **Anexo 7**.

Para análise e comparação dos resultados dos ensaios, os valores de resistência a compressão, estarão dispostos na tabela do **Anexo 8**.

#### **Processos ou fases para produção de blocos de argamassa com adição da fibra de coco**

Segundo as fases explicadas no capítulo anterior, o objectivo da fase experimental é produzir blocos de argamassa com adição de fibras de coco como meio de redução do uso da areia grossa.

#### **4.1. Caracterização dos materiais utilizados**

##### **a) Inerte Fino (Areia Grossa)**

O inerte fino usado para o fabrico de blocos de argamassa para alvenarias foi retirado das bermas do rio Incomáti, no distrito de Moamba na província de Maputo, a 75km da capital do país Maputo, a que está ligada pela EN4. Este possuía grãos com diâmetro entre 2 a 4 mm.



**Figura 23:** Areia grossa com dimensões de 2 a 4 mm, usada para a produção dos blocos de argamassa

**Fonte:** Autora

##### **b) Água**

A quantidade de água usada na pesquisa experimental é de uma rede de abastecimento de água “Kumbeza, Lda. Águas localizado na EN1, KM 15 distrito de Marracuene, bairro Cumbeza, N°

273, Célula A, Q2. Esta estava limpa, cristalina, isenta de óleos e graxas e potável (utilizada para o consumo humano). A unidade de medida da água foi o litro.

**c) Cimento Portland de Cinzas Volantes (CEM II/A-V 42,5 N-Limak)**



**Figura 24:**Cimento Portland de Cinzas Volantes

**Fonte:** Autora

**4.2. Caracterização das ferramentas utilizadas**

**a) Balança**

Balança para pesagens, com limites de erro até  $\pm 0.5g$ , com capacidade max. de 40kg.

Esta foi usada para determinar o peso da fibra de coco para posterior adicionar a mistura.



**Figura 25:**Balança

**Fonte:** Autora

**b) Prensa manual**

Foi usada uma prensa manual com as seguintes dimensões 40x15x20 (cm)



**Figura 26:**Prensa manual

**Fonte:** Autora

**c) Balde**

Material usado como instrumento de medição dos componentes da argamassa e dosagem de água. Com capacidade max. de 10 litros, (equivalente a 0,01m<sup>3</sup>). **Ver no Anexo 3**

**d) Regador**

Este foi usado como, instrumento para rega. **Ver no Anexo 3**

**e) Pá de pedreiro**

Usada para mistura de argamassa durante o processo de fabrico de blocos. **Ver no Anexo 3**

**4.3.Fase de Produção**

Para produção de blocos de argamassa com adição fibra de coco, foram determinados alguns parâmetros a conhecer:

**a) Traço**

Para o processo de fabrico de blocos foi determinado um traço de 1:8 para as seguintes quantidades de fibra 1kg, 0.50kg e 0.250kg respectivamente.

Neste processo foram igualmente determinados lotes de produção para as quantidades de fibra acima descritas. Estas foram divididas em lotes e posteriormente serão comparados com o lote de referência que não possui fibra incorporada.

**b) Armazenamento dos blocos após sua produção**

Para o armazenamento do bloco, após sua desmoldagem foi necessário preparar o local. Foram usadas pequenas quantidades de inerte fino (areia) para o seu nivelamento e posterior armazenamento dos blocos. Com ajuda de um ancinho estes foram espalhados para um melhor

depósito. Este processo ajuda ainda para que o bloco depois de desmoldado, não cole na superfície onde foi colocado. Ver na **Figura 27**



**Figura 27:** Nivelamento do local de armazenamento dos blocos

**Fonte:** Autora

#### **4.4. Lote de referência (LF)**

##### **a) Produção**

A produção dos blocos de solo-cimento designados como lote de referência (Lf) servem como base para comparar com os demais lotes citados no texto abaixo. Portanto para sua produção foi usado o traço acima sem qualquer adição de fibra de coco.



**Figura 28:** Dosagem e mistura dos materiais para produção do bloco de solo-cimento LF

**Fonte:** Autora



**Figura 29:**Enchimento e bloco solo-cimento para LF

**Fonte:** Autora

#### **4.5.Produção dos lotes 1, 2 e 3**

Para melhor estudo e análise, as quantidades foram designadas em percentagens, para facilitar a comparação durante a obtenção de resultados após os ensaios.

O processo de aplicação das fibras para os lotes que se seguem correspondem a:

$$1kg = 100\%$$

$$0.50kg = 50\%$$

$$0.250kg = 25\%$$

Para a incorporação das fibras de coco na produção dos blocos de solo-cimento foi necessário:

##### **a) Desfibramento**

Para retirada das fibras, foram imersas as cascas de coco, por um período de vinte quatro horas para a redução de sais presentes e remoção de todas impurezas como mostra a figura seguinte. Este processo também tem como objectivo facilitar o seu desfibramento por esta apresentar uma resistência elevada quando seca.



**Figura 30:** Processo de molha da casca do coco para retirada das fibras

**Fonte:** Autora

#### 4.6. Lote 1

Para o lote 1 foram introduzidos 1 kg de fibra para o traço de referência e este foi misturado na mistura do inerte fino e ligante segundo as regras e orientações acima demonstradas nos processos técnicos de produção de blocos de argamassa.



**Figura 31:** Mistura de solo e ligante, pesagem da fibra

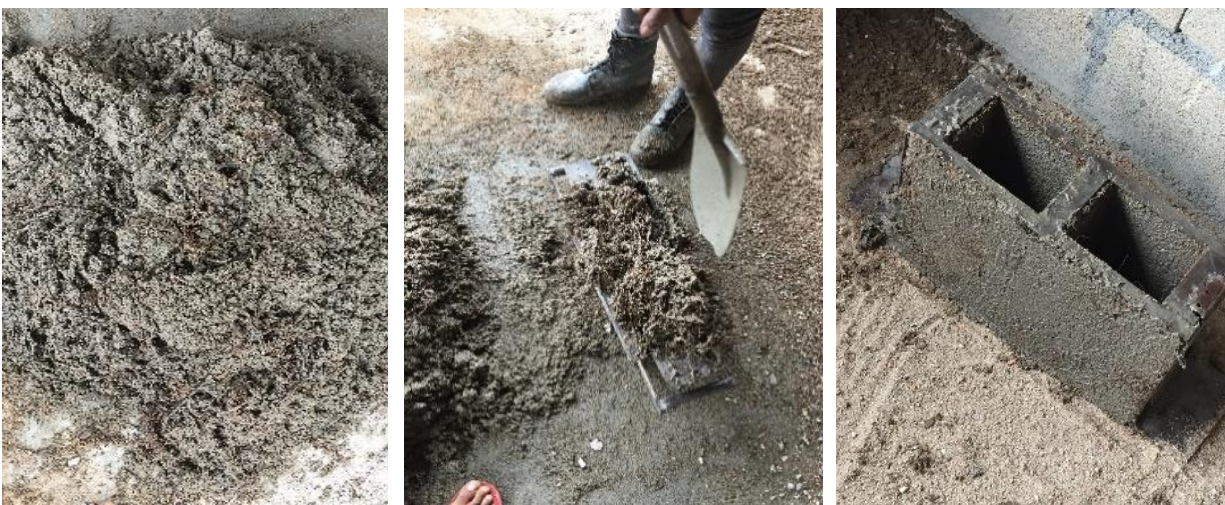
**Fonte:** Autora



**Figura 32:**Mistura de solo, fibra e ligante

**Fonte:** Autora

Após o processo acima referido, deu-se continuidade a moldagem do mesmo, como mostra a figura abaixo.



**Figura 33:**Mistura; enchimento; moldagem, e desmoldagem do bloco

**Fonte:** Autora

#### 4.7.Lote 2

Para o lote 2 foram introduzidos 0,5 kg de fibra para o traço de referência e este foi misturado na mistura do inerte fino e ligante segundo as regras e orientações acima demonstradas nos processos

técnicos de produção de blocos de argamassa. Este ainda seguiu todos processos de mistura, moldagem e desmoldagem demonstrados no lote 1.



**Figura 34:** Pesagem da fibra e mistura de agregados para o lote 2

**Fonte:** Autora



**Figura 35:** Bloco solo-cimento lote 2

**Fonte:** Autora

#### 4.8.Lote 3

Para o lote 3 foram introduzidos 250 g de fibra para o traço de referência e este foi misturado na mistura do inerte fino e ligante segundo as regras e orientações acima demonstradas nos processos técnicos de produção de blocos de argamassa. Este ainda seguiu todos processos de mistura, moldagem e desmoldagem demonstrados no lote 1.



**Figura 36:** Pesagem e mistura dos agregados para o lote 3

**Fonte:** Autora



**Figura 37:**Enchimento, compactação e desmoldagem do bloco de solo-cimento

**Fonte:** Autora



**Figura 38:**Bloco solo-cimento-lote 3

**Fonte:** Autora

#### 4.9. Processo de cura

O período do processo de cura dos lotes foi de 28 dias. Durante o processo de secagem os lotes, estes estavam em local coberto livre de raios solares e exposição ao vento, portanto o seu processo de cura foi mais lento.



**Figura 39:** Irrigação dos blocos de solo-cimento durante o processo de cura

**Fonte:** Autora

Após 7 dias de rega, estes foram deixados secar sem irrigação por mais 21 dias.



**Figura 40:** Processo de cura dos blocos

**Fonte:** Autora

Depois de 21 dias de secagem, todos blocos foram removidos e amontoados sem exceder a altura de 1 metro e a largura de 4,5 metros. **Ver na figura abaixo.**



**Figura 41:** Armazenamento blocos após o processo de cura

**Fonte:** Autora

#### 4.10. Apresentação e análise de resultados

Antes de serem encaminhados ao LEM, os blocos de solo-cimento passaram por um teste de inspeção visual e teste de roptura para verificação de deformações e outros defeitos.

##### a) Teste de inspeção visual dos blocos



**Figura 42:** Teste de inspeção visual LF

**Fonte:** Autora



**Figura 43:** Teste de inspeção visual L1 (1kg)

**Fonte:** Autora



**Figura 44:** Teste de inspeção visual L2 (0,50kg)

**Fonte:** Autora



**Figura 45:** Teste de inspeção visual L3 (0,250kg)

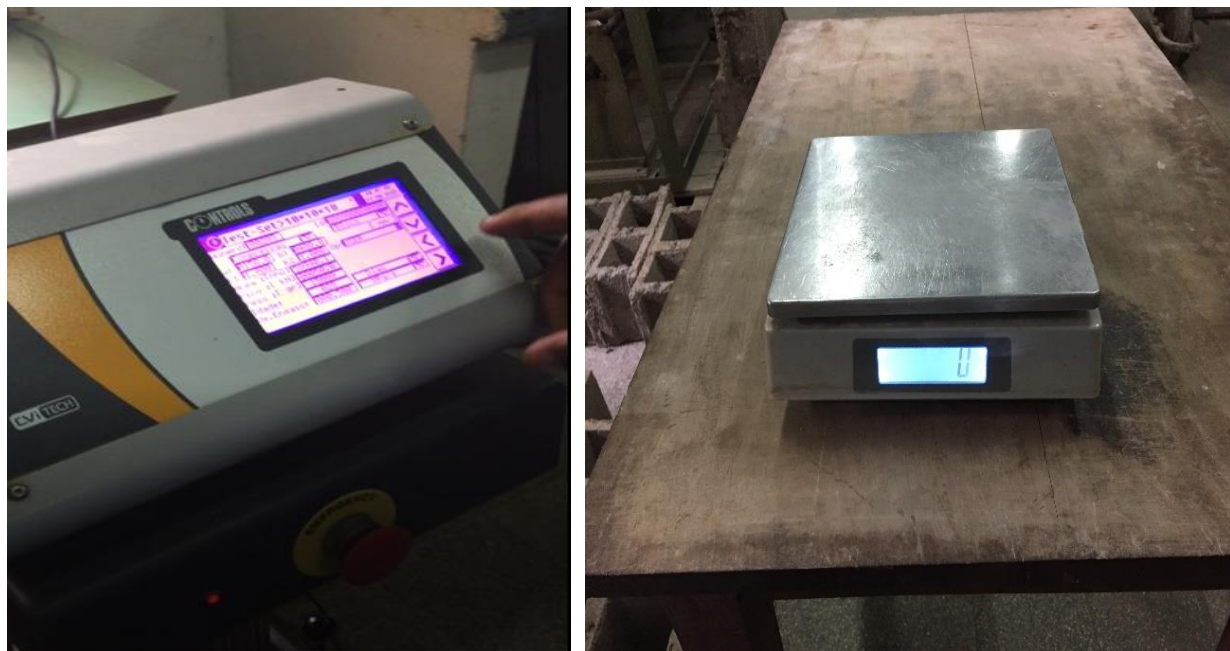
**Fonte:** Autora

**b) Teste de queda****Figura 46:** Teste de queda dos blocos**Fonte:** Autora**c) Teste de roptura****Figura 47:** Teste de roptura**Fonte:** Autora

#### 4.11. Classificação dos blocos de produção

Nesta etapa os blocos foram encaminhados ao LEM onde foram submetidos ao ensaio de compressão simples.

Em todos lotes foram ensaiados 6 corpos de prova com as designações acima referidas.



**Figura 48:** Painel de resultados e balança

**Fonte:** Autora



**Figura 49:** Processo de ensaios de blocos

**Fonte:** Autora



**Figura 50:**Ensaio de compressão simples

**Fonte:** Autora

#### 4.12. Tabelas de resultados de ensaios

Referência		Datas		Idade em dias	Peso  Kg	Secção  (10 <sup>3</sup> mm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura 10 <sup>3</sup> N	Tensão de rotura N/mm <sup>2</sup>
Laboratório	Req.	Fabrico	Ensaio					
1		31/12/21	04/02/22	35	8232	60	378.7	13.04
2		31/12/21	04/02/22	35	8304	60	405.1	14.56
3		31/12/21	04/02/22	35	8276	60	382.9	14.39
4		31/12/21	04/02/22	35	8325	60	416.9	13.56
5		31/12/21	04/02/22	35	8295	60	393.6	14.83
6		31/12/21	04/02/22	35	8318	60	413.9	13.32

**Tabela 6:**Resistência a compressão sem adição de fibra

Referência		Datas		Idade em dias	Peso  Kg	Secção  (10 <sup>3</sup> mm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura 10 <sup>3</sup> N	Tensão de rotura N/mm <sup>2</sup>
Laboratório	Req.	Fabrico	Ensaio					
1		31/12/21	04/02/22	35	5832	60	296.2	9.35
2		31/12/21	04/02/22	35	5845	60	298.7	9.37
3		31/12/21	04/02/22	35	5837	60	287.1	9.22
4		31/12/21	04/02/22	35	5841	60	273.2	9.18
5		31/12/21	04/02/22	35	5886	60	299.0	10.06
6		31/12/21	04/02/22	35	5846	60	298.9	10.02

**Tabela 7:** Resistência a compressão com fibra em 100%

Referência		Datas		Idade em dias	Peso  Kg	Secção  (10 <sup>3</sup> mm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura 10 <sup>3</sup> N	Tensão de rotura N/mm <sup>2</sup>
Laboratório	Req.	Fabrico	Ensaio					
1		31/12/21	04/02/22	35	7835	60	482.1	16.79
2		31/12/21	04/02/22	35	7932	60	431.7	15.82
3		31/12/21	04/02/22	35	7745	60	447.9	16.02
4		31/12/21	04/02/22	35	7857	60	438.9	15.93
5		31/12/21	04/02/22	35	7891	60	483.2	16.22
6		31/12/21	04/02/22	35	7798	60	450.3	15.98

**Tabela 8:** Resistência a compressão com fibra em 50%

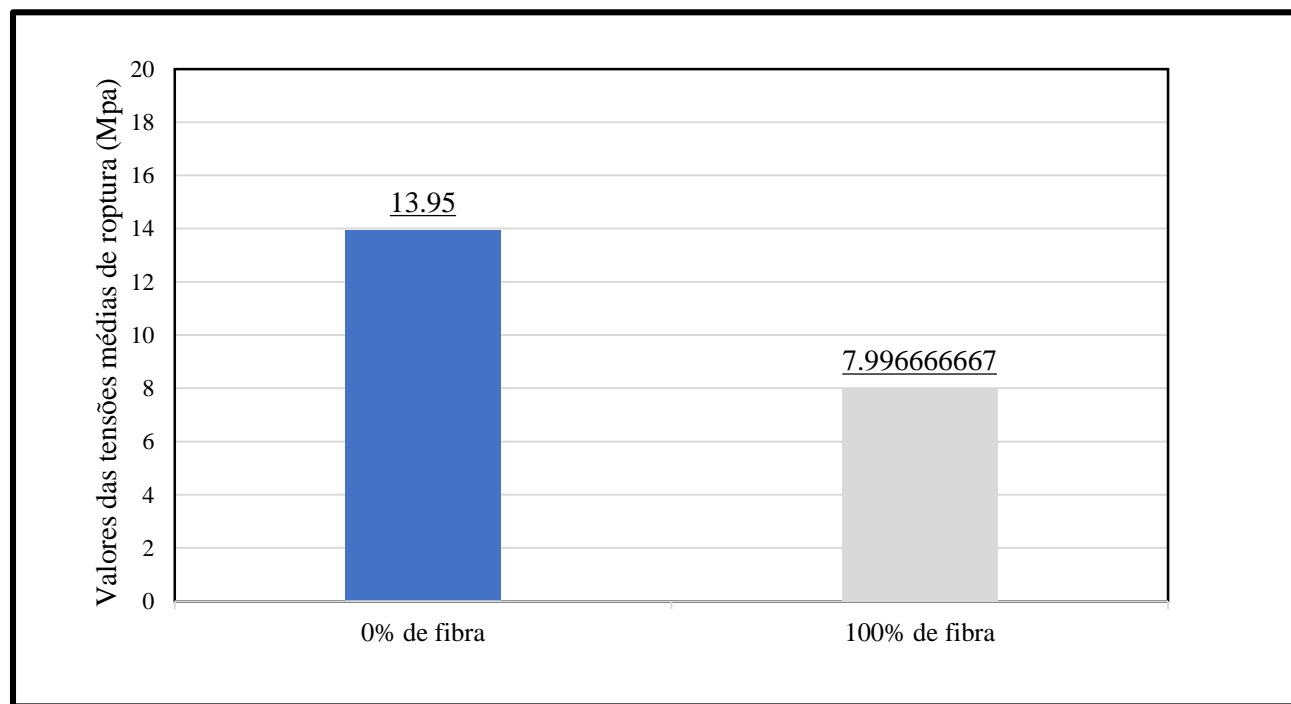
Referência		Datas		Idade em dias	Peso  Kg	Secção  (10 <sup>3</sup> mm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura 10 <sup>3</sup> N	Tensão de rotura N/mm <sup>2</sup>
Laboratório	Req.	Fabrico	Ensaio					
1		31/12/21	04/02/22	35	6835	60	374.2	12.42
2		31/12/21	04/02/22	35	6849	60	382.6	12.85
3		31/12/21	04/02/22	35	6902	60	389.1	12.72
4		31/12/21	04/02/22	35	6854	60	383.9	12.72
5		31/12/21	04/02/22	35	6869	60	379.8	12.37
6		31/12/21	04/02/22	35	6873	60	385.6	12.91

**Tabela 9:** Resistência a compressão com fibra em 25%

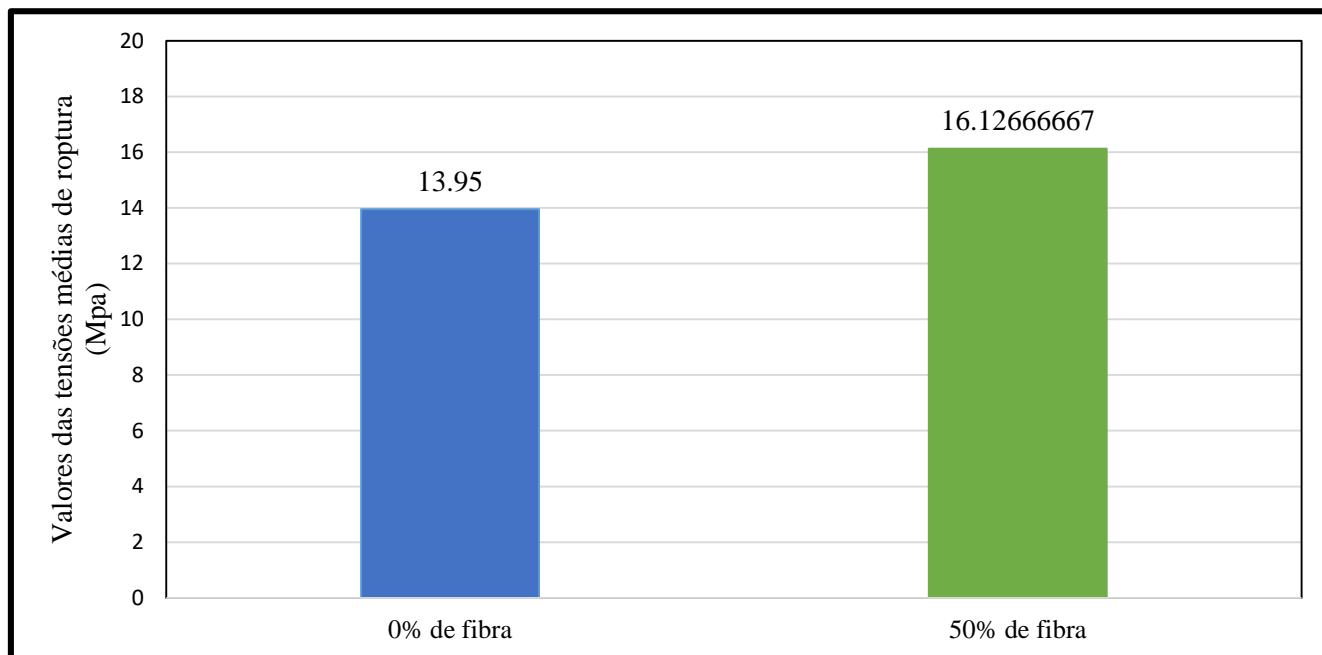
#### 4.13. Gráficos e discussão dos resultados

**Nota:** sendo um 1kg a quantidade máxima de fibra introduzida

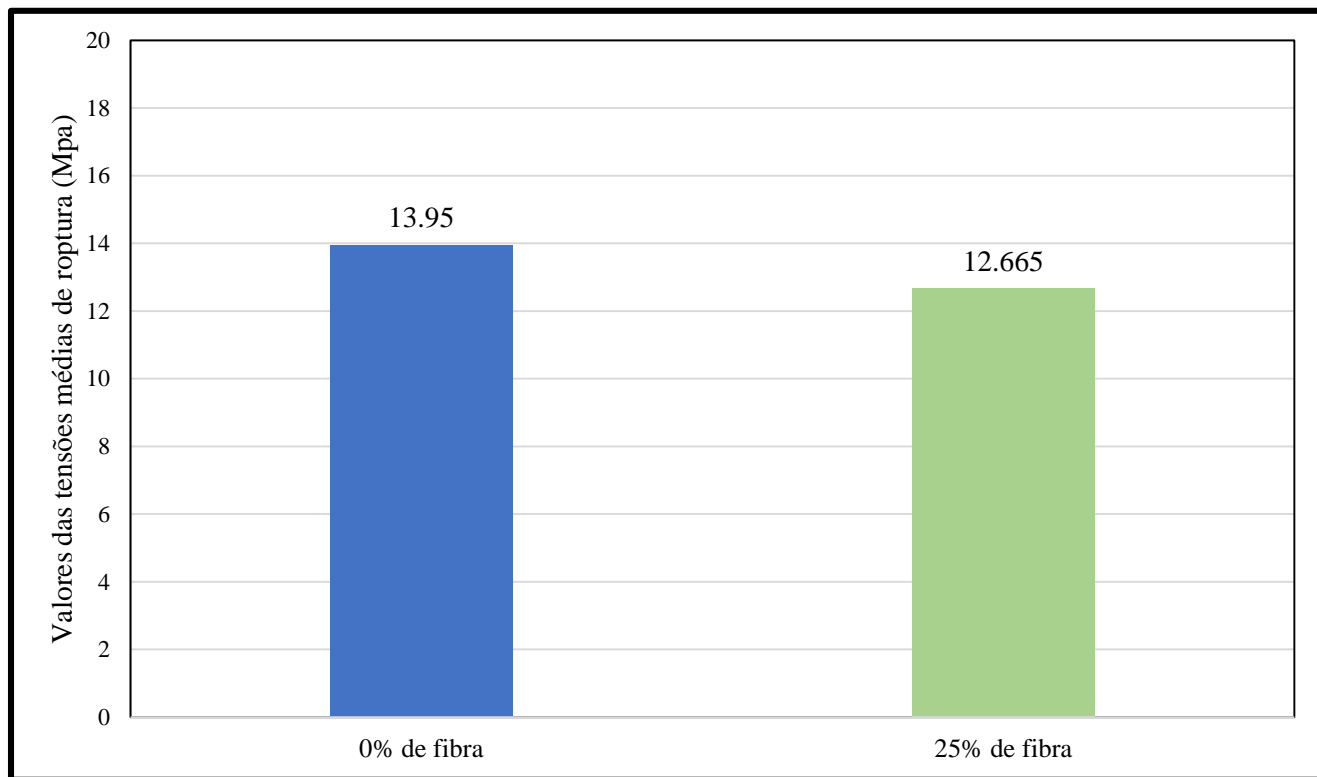
**Nota:** sendo LF uma variável fixa sem quantidade de fibra incluída



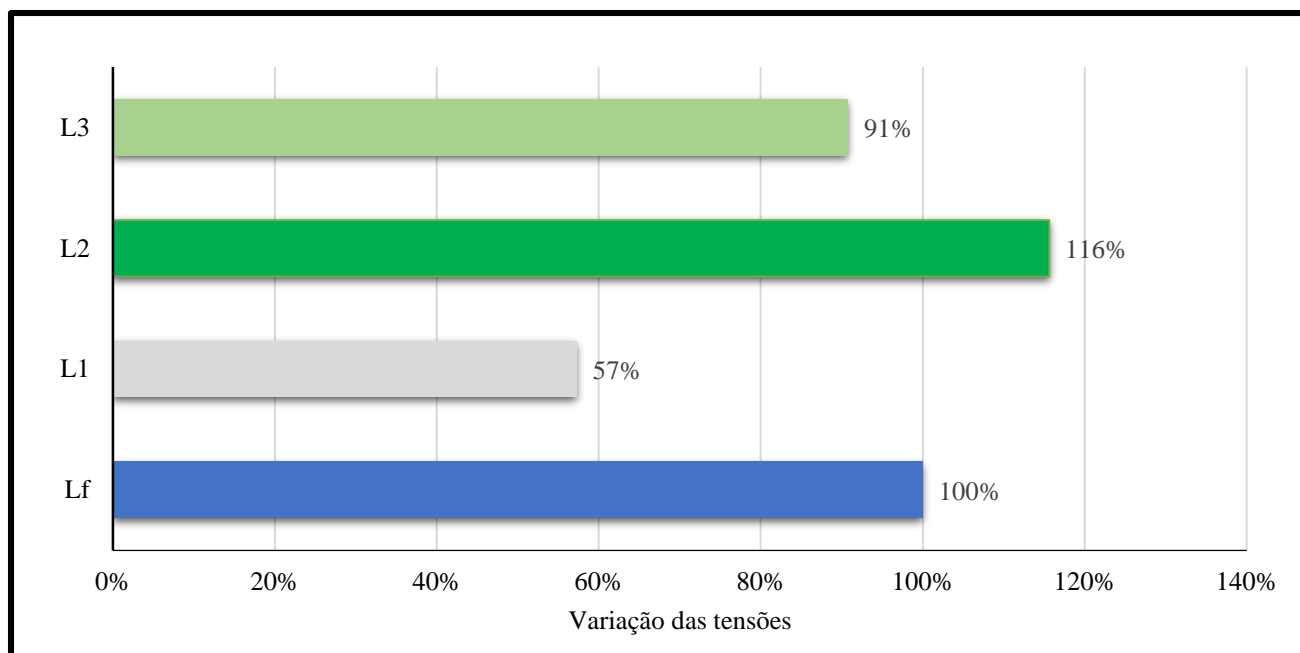
**Gráfico 1:** Tensões médias de roptura para LF e L1



**Gráfico 2:** Tensões médias de roptura para LF e L2

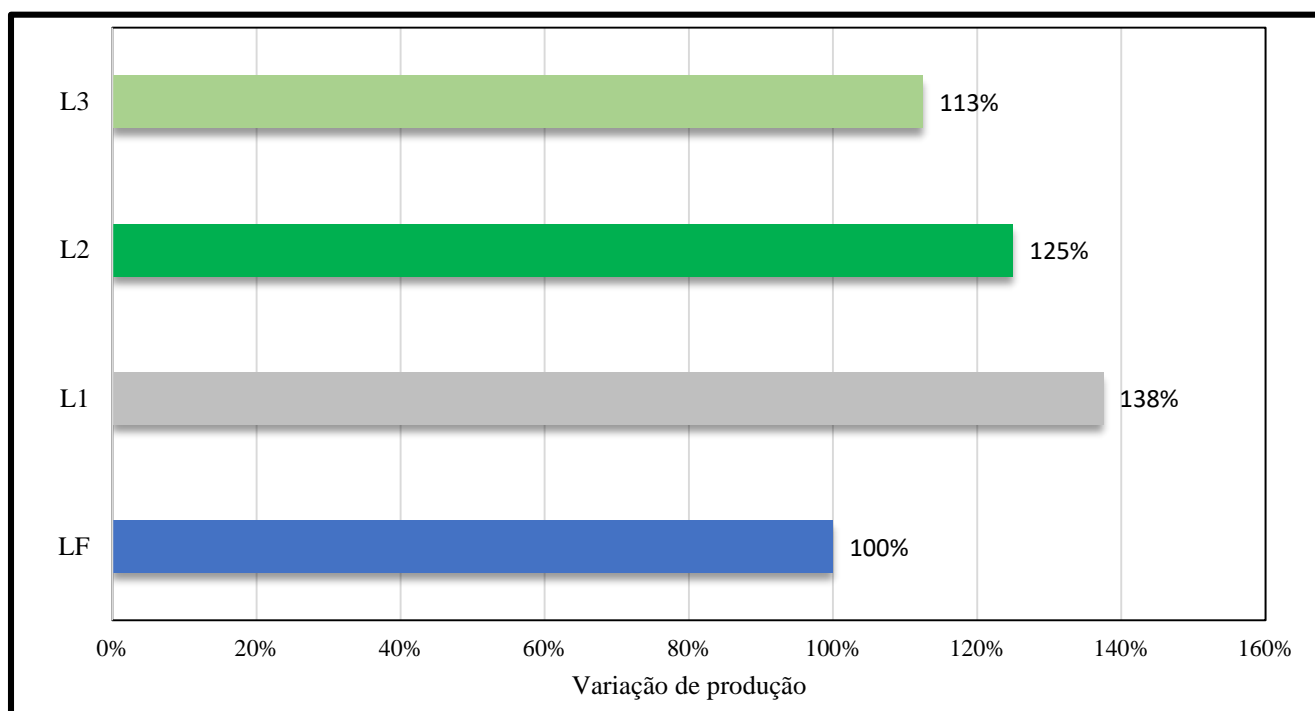


**Gráfico 3:** Tensões medias de roptura para LF e L3



**Gráfico 4:**Gráfico de variação das tensões médias (Mpa)

#### 4.14. Produção dos lotes e suas variações



**Gráfico 5:**Gráfico de variação de produção

#### 4.15. Discussão de resultados

De acordo com os resultados obtidos das tensões médias de roptura, comparadas com a variável fixa dos corpos de prova, **a análise de resistência a compressão simples** de blocos solo-cimento para alvenaria com incorporação de fibra de coco demonstrou uma redução dos 100% para os 57% as suas tensões médias de roptura para carga máxima de fibra incorporada. Para carga média, estas demonstraram um crescimento de 100% para os 116% de tensões médias de roptura. E para o último caso, em que foi incorporado a carga mínima de fibra de coco, houve uma redução da tensão média de roptura de 100% para 91%.

Importa referir que para estes resultados para análise de compressão simples para os lotes de prova apresentados, a tensão média de roptura que apresentou resultados satisfatórios, foi o Lote 2 com carga média de fibra incorporada, ultrapassando assim a tensão média de roptura fixa apresentada. Todos lotes variáveis do trabalho acima descrito, possuíram uma certa quantidade de fibra incorporada durante a produção de blocos de solo-cimento para alvenaria, em detrimento da variável fixa, portando para todos os corpos de prova apresentados, durante o processo de ensaio a compressão simples obteve se os seguintes resultados:

- O lote 1 de blocos de solo-cimento para alvenaria, com a carga máxima de fibra de coco incorporada (1kg), apresentou um crescimento de produção na ordem dos 100% para 138%.
- O lote 2 de blocos de solo-cimento para alvenaria com a carga média de fibras de coco (0.5kg) incorporada apresentou um crescimento de produção na ordem de 100% para 135%.
- E por último o lote 3 de blocos de solo-cimento para alvenaria com a carga mínima de fibra de coco incorporada (0.250kg) apresentou um crescimento de produção na ordem dos 100% para 113%.

A ordem máxima de produção, foi o de 100% para 138% referente ao lote variável L1. Este apresentou o maior número de lote de produção após a incorporação das fibras de coco em 50%. Dos resultados apresentados, a tendência crescente de resistência a compressão simples em relação a variável fixa de produção é satisfatória para o lote 2 e para o aumento de produção de blocos de solo-cimento alvenaria é satisfatória para o lote 1 devido o maior a maior percentagem de produção apresentada.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSÕES

De acordo com o objectivo da pesquisa-**verificar a proporção óptima da fibra de coco a incorporar na argamassa de fabrico de blocos de argamassa**, é possível concluir que o traço de argamassa com 0,5kg ou com 50% de fibra de coco incorporado em blocos de solo-cimento para alvenaria, tem o melhor desempenho em relação ao traço da argamassa com material incorporado acima e abaixo dos 50%. Não só, mas também, a argamassa com material incorporado em 50% aumentou o volume de produção de blocos em 25% cujo impacto pode reflectir positivamente na redução da exploração massiva do inerte fino e contribuir na protecção das áreas abrangidas pelo trabalho de extracção do mesmo.

Com a inclusão das fibras de coco em argamassas, se vai propagar a prática de uso de materiais ecológicos atingindo assim um dos objectivos de desenvolvimento sustentável, pois haverá redução de desgaste ambiental com reutilização do material.

A produção de blocos de solo-cimento com fibra de coco incorporado também é de extrema importância na melhoria da qualidade e resiliência habitacional, pois com incorporação desse material será notório o aumento de vida útil de habitações no distrito.

Ainda que a fibra apresente níveis elevados de resistência a compressão, é necessária uma atenção minuciosa no âmbito da sua aplicação, pois verificou-se que a sua aplicação em 100% no traço da argamassa de blocos de solo-cimento para alvenaria reduziu os níveis de resistência a compressão simples, quando submetidos a ensaios laboratoriais.

## 5.1. RECOMENDAÇÕES

Para uma aplicação sustentável é necessário o uso de material com um grau elevado de credibilidade e uma realização profunda de estudos e ensaios comparativos de materiais a serem usados e nessa senda, recomenda se:

- Fragmentar as fibras antes da incorporação na argamassa como forma de facilitar a sua mistura;
- Efectuar ensaio em absorção de água para os lotes variáveis acima e abaixo dos 50% para verificar a resistência a humidade dos mesmos;
- Analisar comparativamente a vida útil do lote fixo em relação aos lotes variáveis;
- Verificar comparativamente os efeitos de incorporação de outras fibras naturais (sisal, banana, etc.) no traço de blocos de solo-cimento para alvenaria.
- Analisar comparativamente os custos de produção do bloco para alvenarias sem e com adição das fibras de coco.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CASTILHOS, L.F. *Aproveitamento da fibra de coco* Instituto de Tecnologia do Paraná-TECPAR. 2011
- [2] FERNANDES, J. C. *Fabricação e caracterização de compósitos de concreto com adição de fibra de coco para confecção de pisos permeáveis*, Programa de mestrado profissional em materiais do Centro Universitário de Volta Redonda –UniFOA. Volta redonda, 2018. 70p
- [3] FINDLAY, E.A.G; COSTA, M. A & GUEDES, S. P.L.C..*Guia para elaboração de projetos de pesquisa*. 2<sup>a</sup> ed.Univille, Universidade da região de Joinville, 2006
- [4] GIL, A. C. *Como elaborar projectos de pesquisa*. 4<sup>a</sup> ed. São Paulo: Atlas, 2002
- [5] GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 5<sup>a</sup> ed. São Paulo: Atlas, 1999
- [6] MARCONI, M. A. & LAKATOS, E. M.. *Fundamentos de metodologia científica*, 4<sup>a</sup> ed, São Paulo: Atlas, 2001
- [7] MARCONI, M. A. & LAKATOS, E. M.. *Fundamentos de metodologia científica*. 5<sup>a</sup> ed, São Paulo; Editora Atlas S.A, 2003
- [8] RICHARDSON, Roberto Jarry. *Pesquisa Social: Métodos e técnicas*. 3<sup>a</sup> ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- [9] PRODANOV, C C. & FREITAS, E C. *Metodologia do trabalho Científico. Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico*, 2<sup>a</sup> edição, Universidade Feevale, Brasil, 2013.
- [10] GEHARDT, T. E; SILVEIRA, D. T. *Métodos de pesquisa*. 1<sup>a</sup> ed. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. UFRGS.2009
- [11] UNIVERSIDADE PEDAGÓGICA. *Normas para produção e Publicação de Trabalhos Científicos na Universidade Pedagógica*. Maputo. 2009
- [12] UNIVERSIDADE PEDAGÓGICA. *Regulamento Acadêmico para os cursos de Graduação e de Pós-Graduação*. Maputo. 2014
- [13] Dissertação de Engenharia Mecânica. Centro de Tecnologia. Natal, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2017.94p.

### Outros documentos consultados

- [14] ABDULLAH et al. *Composite Cement Reinforced Coconut Fiber: Physical and Mechanical Properties and Fracture Behavior*. School of Materials Engineering, University Malaysia Perlis. 2011
- [15] CARRIJO, O.A.LIZ, R.S. MAKISHIMA, N. *Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola*. In: **Horticultura Brasileira**, 4. ed, Brasília, vol 23,2002, pp.533-535.
- [16] MARTINS; DE JESUS JÚNIOR. *Produção e Comercialização de Coco no Brasil Frente ao Comércio Internacional: Panorama 2014*. 1ª Edição, Embrapa Tabuleiros Costeiros. Aracajú SE, 2014
- [17] MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS, HABITAÇÃO E RECURSOS HÍDRICOS. *Manual de produção de blocos de Solo-cimento*. Direcção nacional de Urbanização e Habitação. Maputo.2019
- [18] MINISTÉRIO PARA A COODERNAÇÃO DA ACCÇÃO AMBIENTAL. *Projecto de Avaliação Ambiental Estratégica da Zona Costeira – Moçambique* In: Perfil ambiental e mapeamento do uso actual da terra nos distritos da zona costeira de Moçambique. Versão preliminar, preparado por: Projectos e estudos ambientais. Inhambane 2012
- [19] NETO, F.L; PARDINI,L.C; *Compósitos estruturais. Ciência e tecnologia*. 1ª Ed.2006
- [20] PASSOS, P, R, A. *Destinação sustentável de cascas de coco (cocos nucifera) verde: obtenção de telhas e chapas de partículas*. Tese em ciências de Planeamento Energético. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.157p.
- [21] RAJ, Shabham. *Coconut fibre-reinforced cement-stabilized rammed earth blocks*. In: *Department of Civil Engineering*, National Institute of Technology. 4ed Agartala, Índia.2017.pp 208-216
- [22] SILVA et al. “*Análise técnica para o reaproveitamento da fibra de coco na construção civil*”. In: *Ambiência Guarapuava*: 3 ed. 2015 pp 669-683
- [23] Silva et al. *Resistência à compressão de argamassas em função da adição de fibra de coco*. In: Silva, E. J. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 12ed, vol18, 2014. pp 1268-1273

### **Publicações periódicas**

[24] GOVERNO DO DISTRITO DE INHARRIME *Plano estratégico de desenvolvimento do distrito de Inharrime 2011-2015, 2012 (plano quinquenal)*

[25] INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA *Estatísticas do distrito de Inharrime*, MAPUTO, 2012. Disponível na Internet em: [www.ine.gov.mz](http://www.ine.gov.mz)

[26] MINISTÉRIO DA ADMINISTRAÇÃO ESTATAL Perfil do distrito de Inharrime província de Inhambane. Ed. Ministério de Administração Estatal. Inhambane. 2005. Disponível na Internet em: <http://www.govnet.gov.mz/>

### **Normas consultadas**

[27] Norma Moçambicana NM 34 2007: Fabricação do bloco maciço e bloco vazado de solo-cimento com utilização de prensa hidráulica, procedimento. 1ed In: Termo de Homologação N° 06/2007 de 2007-08-06. 2007

[28] 1ed In: Termo de Homologação N° 05/2005 de 2005-06-28. 2007

[29] Norma Moçambicana NM 36 2007: Bloco de solo cimento – Especificações. 1ed In: Termo de Homologação N° 08/2007 de 2005-08-06. 2007

[30] Norma portuguesa: Cimento: Parte 1: Composição, especificações e critérios de conformidade para cimentos correntes. In: Termo de Homologação N° 62/2001, de 2001-01-31. Versão Portuguesa da EN 197-1:2000. Abril de 2001

### **Sites da internet consultados**

[31] CLAUS, Carlos. Ciência das fibras: coco. 2010. Disponível em: [em: <http://pt.scribd.com/doc/38712098/Fibra-do-coco>](http://pt.scribd.com/doc/38712098/Fibra-do-coco). Acesso em: 25 maio 2011.

[32] DUARTE, Denise; IMAI, Estela Mari; NII, Patricia Megumi. Fibras naturais e sua aplicação na arquitetura. São Paulo: USP, 2009. Disponível em: . Acesso em: 25 maio 2011.

[33] FAGURY, Régia Vânia Guilliod. Avaliação de fibras naturais para a fabricação de compósitos: açaí, coco e juta. 2005. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2005. Disponível em: Disponível em:

<[http://www.ufpa.br/ppgem/Documentos/Dissertacoes/Regina%20Vania/dissertacao\\_regina%20vania.pdf](http://www.ufpa.br/ppgem/Documentos/Dissertacoes/Regina%20Vania/dissertacao_regina%20vania.pdf)

[34] PANNIRSELVAM, P. V. et al. Desenvolvimento de projecto para produção de fibra de coco com inovação de tecnologia limpa e geração de energia. Revista Analytica, São Paulo, n. 15, p. 56-61, mar. 2005. Disponível em: . Acesso em: 25 maio 2011.

[35] SIQUEIRA, L. A.; ARAGÃO, W. M.; TUPINAMBÁ, E. A. A introdução do coqueiro no Brasil: importância histórica e agrônômica. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 24 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 47). Disponível em: . Acesso em: 08 dez 2013.

**ANEXOS**

<b>Anexo 1:</b> Teste da garrafa.....	69
<b>Anexo 2:</b> Teste de inspecção visual e teste de roptura .....	69
<b>Anexo 3:</b> Balde, regador e pá de pedreiro .....	69
<b>Anexo 4:</b> Crivo .....	70
<b>Anexo 5:</b> Composição do cimento .....	70
<b>Anexo 6:</b> Requisitos mecânicos e físicos expressos como valores característicos especificados. 71	
<b>Anexo 7:</b> Tipos e dimensões nominais.....	71
<b>Anexo 8:</b> Valores de resistência a compressão.....	71
<b>Anexo 9:</b> Resultados dos ensaios de compressão simples de blocos vazados com 0% de fibra... 72	
<b>Anexo 10:</b> Resultados dos ensaios de compressão simples de blocos vazados com 100% de fibra .....	73
<b>Anexo 11:</b> Resultados dos ensaios de compressão simples de blocos vazados com 50% de fibra 74	
<b>Anexo 12:</b> Resultados dos ensaios de compressão simples de blocos vazados com 25% de fibra 75	



**Anexo 1:** Teste da garrafa

Fonte: a autora



**Anexo 2:** Teste de inspeção visual e teste de roptura

Fonte: MOPHRH



**Anexo 3:** Balde, regador e pá de pedreiro

Fonte: a autora



#### Anexo 4: Crivo

Fonte: a autora

Tipo	Produto (Tipo de cimento)		Composição (percentagem em massa <sup>a)</sup> )									Constituintes adicionais minoritários
			Constituintes principais									
			Clinker K	Escória de alto-forno S	Sílica de fumo D <sup>b)</sup>	Pozolana		Cinza volante		Xisto cozido T	Calcário	
Natural P	Natural calcinada Q	Siliciosa V				Calcária W	L	LL				
Cimento Portland de cinza volante	CEM II/A-V	80-94	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	0-5

- a) Os valores do quadro referem-se à soma dos constituintes principais e dos adicionais minoritários.  
 b) A incorporação de sílica de fumo é limitada a 10 %.

#### Anexo 5: Composição do cimento

Fonte: NP EN 197-1 200

Classe de resistência	Resistência à compressão MPa				Tempo de início de presa min	Expansibilidade mm
	Resistência aos primeiros dias		Resistência de referência			
	2 dias	7 dias	28 dias			
42,5 N	≥ 10,0	-	≥ 42,5	≤ 62,5	≥ 60	≤ 10

**Anexo 6:** Requisitos mecânicos e físicos expressos como valores característicos especificados

**Fonte: NP EN 197-1 2001**

Designação	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura(cm)
Tipo I	20	9.5	8
Tipo II	23	11	11
Tipo III	24	22	11.5
Tipo IV	24	14	11.5
Tipo V	30	14	9
Tipo VI	20	9.5	5
Tipo VII	23	11	5

**Anexo 7:** Tipos e dimensões nominais

Fonte: NM 36:2007

Designação	Resistência a compressão (Mpa)	
	Valor mínimo individual	Valor médio
Tipo I	1,0	1,2
Tipo II	1,0	1,2
Tipo III	2,2	2,6
Tipo IV	2,8	3,0
Tipo V	2,0	3,0
Tipo VI	1,7	2,0
Tipo VII	1,7	2,0

**Anexo 8:** Valores de resistência a compressão

Fonte: NM 36:2007



LABORATORIO DE ENGENHARIA DE MOCAMBIQUE  
DEPARTAMENTO DE MATERIAIS DE CONSTRUCAO

Ensaio de cubos de betao a compressao

LNEC E226

Entidade Requiritante: Helena André Melice

Obra a que se destinat. Resultado dos blocos com fibra de coco

Registo n

Local da colocacao do betao:

200x200x400

RESULTADOS

Bloco com 1kg fibra

Referencia		Dates		idade (dias)	Slump (mm)	Peso (kg)	Seccao (mm)	Carga a rotura (10N)	Tensao de rotura (Mpa)	Tensao de rotura media (Mpa)
Reg	LEM	Fabrico	Ensaio							
	1	31/12/21	04/02/22	35		5232	60	296,2	9,25	
	2	"	"	35		5245	60	298,7	9,37	
	3	"	"	35		5237	60	287,1	9,22	7,99
	4	"	"	35		5241	60	272,2	9,18	
	5	"	"	35		5226	60	299,0	10,06	
	6	"	"	35		5246	60	292,9	10,02	

Anexo 10: Resultados dos ensaios de compressão simples de blocos vazados com 100% de fibra

**LABORATORIO DE ENGENHARIA DE MOCAMBIQUE  
DEPARTAMENTO DE MATERIAIS DE CONSTRUCAO**

LNEC E226

Ensaio de cubos de betao a compressao

Entidade Requisitante: *Helena Nuchi Mabe*

Obra a que se destinat. *Montado dos blocos com fibra de coco* Registo n

Local da colocacao do betao: *200x200x400*

RESULTADOS *Bloco com 0,5 kg - fibra*

DOS ENSAIOS

Referencia		Dates		data (dias)	Slump (m)	Peso (kg)	Seccao (T Omm)	Carga rotura (TON)	Tensao rotura (Mpa)	Tensao rotura media (Mpa)
Reg	LEM	Fabricao	Ensaio							
	1	31/12/2012	01/02/2013	35		7835	60	422,1	16,79	
	2	"	"	35		7932	60	431,7	15,92	
	3	"	"	35		7745	60	413,9	16,02	16,13
	4	"	"	35		7867	60	428,9	15,93	
	5	"	"	35		7891	60	423,2	16,22	
	6	"	"	35		7798	60	400,3	15,98	

Anexo 11: Resultados dos ensaios de compressão simples de blocos vazados com 50% de fibra

LABORATORIO DE ENGENHARIA DE MOCIMBOQUE  
DEPARTAMENTO DE MATERIAIS DE CONSTRUCAO

LNEC E226

Ensaio de cubos de betao a compressao

Entidade Requisitante: *Helius Andre Melo*

Registo n

Obra a que se destinat. *Resíduo dos blocos com fibra de coco*

Local da colocacao do betao:

*200 x 200 x 400*

RESULTADOS

*Bloco com 0,250kg de fibra*

DOS ENSAIOS

Referencia		Dates		dad(dias)	Slump(m)	Peso(kg)	Seccao(Ømm)	Carga de ruptura(10N)	Tensao de rotura(Mpa)	Tensao de rotura media(Mpa)
Reg	LEM	Fabricao	Ensaio							
	1	<i>30/12/20</i>	<i>04/01/21</i>	35		6835	60	374,2	12,42	
	2			35		6849	60	382,6	12,85	
	3			35		6902	60	389,1	12,72	12,66
	4			35		6854	60	383,9	12,32	
	5			35		6869	60	379,8	12,37	
	6			35		6873	60	385,6	12,91	

Anexo 12: Resultados dos ensaios de compressão simples de blocos vazados com 25% de fibra