



**ESCOLA SUPERIOR DE DESENVOLVIMENTO RURAL**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA RURAL**

**Avaliação da Qualidade dos Tijolos Cerâmicos Produzidos para  
Comercialização na Associação Sonho do Indudo – Estudo de caso:  
Povoado do Indudo.**

Licenciatura em Engenharia Rural

**Autor:**

Carlos José

Vilankulo, 2015

Carlos José

**Avaliação da Qualidade dos Tijolos Cerâmicos Produzidos para  
Comercialização na Associação Sonho do Indudo – Estudo de Caso:  
Povoado de Indudo.**

Trabalho de pesquisa aplicada, submetido a  
Escola Superior de Desenvolvimento Rural no  
Departamento de Engenharia Rural para a obtenção  
de grau de licenciatura em Engenharia Rural.

**Supervisora:**

Eng<sup>a</sup>. Darla Arrone

Vilankulo, 2015

## DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu Carlos José, declaro por minha honra, que este trabalho é resultado de uma pesquisa de campo por mim realizado e que nunca foi apresentado em nenhuma instituição para obtenção de qualquer grau acadêmico.

Vilankulo, Maio de 2015

O Estudante

-----  
(Carlos José)

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho, especialmente aos meus queridos pais, Jerry e Kay, que durante o período de cumprimento das minhas obrigações e deveres académicos sempre acreditaram em mim e por estarem presentes sempre que precisei.

Ao irmão, Elias José, por todo apoio incondicional que me prestou ao longo da caminhada estudantil.

Por último, dedicar a todos que trazem conhecimento científico a vida prática na resolução dos problemas do quotidiano, fazendo com que tenha-se perspectiva de um Moçambique melhor.

## **AGRADECIMENTOS**

A credito que para que este relatório pudesse ser elaborado, confluíram esforços de muitas pessoas, que com amizade, carinho e sabedoria, sempre me incentivaram a alcançar o objectivo a que me propus, desejo expressar, neste momento, a gratidão que sinto por todas elas.

Ao meu Deus, por ser mais que Pai, mais que um Salvador; por me fazer ir além, quebrando barreiras, desbravando terras, desafiando o medo. Por ser meu melhor Amigo.

Aos meus queridos pais Jerry e Kay, minhas tias Maravilha e Amélia Titos pelo acompanhamento, encorajamento e educação que sempre transmitem, nunca mediram esforços para que eu pudesse estudar e adquirir um futuro melhor.

As minhas irmãs, amigas: Ornila Clesia Fernando e Isaura Fernando Guambe que sempre estiveram presentes nos momentos difíceis e de gloria, por todo apoio que tem vindo a dar até ao presente momento.

A todos colegas da turma de Engenharia Rural geração 2011, em particular para, Dilério Tinga, Bernaldo Matavel, Armindo Culeco, Hernani Mazive, Carlos Cumbane, Constâncio Nhampossa e Benildo Nhande.

Retribuo com gratidão, a oportunidade que me foi concebida pela Escola Superior de Desenvolvimento Rural e aos seus docentes, em especial ao Departamento de Engenharia Rural na pessoa do Eng. Belarmino Guivala e Eng. Darla Arrone pela orientação cuidadosa ao longo dos dias de trabalho, ao MSc. Lário Herculano, MSc. Bartolomeu Tangune, Dr. René Garcia pelos conhecimentos que foram transmitindo ao longo da formação profissional

A comunidade de Indudo e ao lider comunitario que demonstraram toda a paciência e compreensão, em um momento profissionalmente tão importante pra mim e aos demais que, de alguma forma, contribuíram na elaboração deste relatório.

## LISTAS DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABC Associação Brasileira de Cerâmica.

a.c – Antes de Cristo.

ANICER Associação Nacional da Indústria Cerâmica.

APICER Associação Portuguesa da Indústria Cerâmica.

Cm Centímetro.

Fbk Resistência característica a compressão.

GDJ – Governo do Distrito de Jangamo.

Hz Hertz.

IDEMA – Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente.

ISO – International Organization for Standardization.

Kg Quilograma.

Kgf Quilogramaforça.

LEM Laboratório de Engenharia de Moçambique.

Lda Limitada.

mm Milímetro.

Mpa Mega pascal.

MF Módulo de finura.

NBR Norma Brasileira.

SD Desvio padrão.

SOC Sector Oleiro-Cerâmico.

% Percentagem.

°C Grau celsius

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tijolos maciços .....	5
Figura 2: Tijolos perfurados .....	5
Figura 3: Armazenamento ao ar livre do combustível na indústria ceramista .....	8
Figura 4: Processo de extracção da argila .....	8
Figura 5: Local da estocagem das argilas utilizadas pela cerâmica.....	9
Figura 6: Amassamento da argila feito artesanalmente e mecanicamente .....	10
Figura 7: Parâmetros de controle e as posições onde devem ser medidos.....	13
Figura 8: Parâmetros de controle em relação ao esquadro .....	15
Figura 9: Parâmetros de controle em relação a planeza das faces .....	15
Figura 10: Argila já estocado, pronta para o seu uso.....	20
Figura 11: Preparo da massa.....	21
Figura 12: Conformação das peças .....	21
Figura 13: Secagem e armazenamento de tijolos e processo de laminação de tijolos.....	22
Figura 14: Organizacao dos tijolos dentro do forno e Processo de queima dos tijolos .....	22
Figura 15: Retirada dos tijolos do forno e tijolos preparados para comercialização .....	23
Figura 16: Fluxograma de Produção de tijolos cerâmicos.....	23
Figura 17: Procedimentos de ensaio da resistência à compressão.....	24
Figura 18: Procedimentos de ensaio de absorção de água.....	25
Figura 19: Resistência Característica a Compressão.....	31
Figura 20: Percentual Médio de Absorção de Água .....	32

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dimensões reais dos tijolos ceramicos .....	14
Tabela 2: Limites de tolerância.....	14
Tabela 3: Resultados do ensaio de análise dimensional .....	29
Tabela 4: Resultados do Ensaio de Resistência Característica a Compressão.....	30
Tabela 5: Resultados do Ensaio de Absorção de Água.....	32
Tabela 6: Resultados da verificação visual e da ressonância.....	33
Tabela 7: Resultados de desvio ao esquadro .....	34
Tabela 8: Resultados em relação a planeza.....	35
Tabela 9: Resultados obtidos e conclusão final.....	35

## LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1: Resultados de ensaio da resistência à compressão.....	I
Apêndice 2: Resultados de ensaio da absorção de água.....	II
Apêndice 3: Resultados de ensaio de desvio em relação ao esquadro e Planeza.....	II
Apêndice 4: Tijolo em estudo.....	III



## GLOSSÁRIO

**Comercialização** – processo intermediário entre o produtor e o consumidor.

**Extrusão** – saída esforçada da massa cerâmica da extrusora.

**Extrusora** – equipamento de corte e conformação das peças.

**Jazida** – local onde é extraída a argila.

**Olaria** – fábrica de produção de material cerâmica.

**Oleiro** – pessoa que trabalha com cerâmica.

**Plasticidade** – qualidade adquirido por um material plástico quando humedecido.

**Ressonância** – qualidade do que é ressonante.

**Sazonamento** – tratamento que se dá a argila durante alguns dias depois de lançado, com fim de evitar a evaporação da água de amassamento; cura.

## RESUMO

A busca da qualidade nas obras de construção civil tem levado a discussão de vários factores, dentre os quais, a redução do consumo de argamassa usada na fase de execução da alvenaria de vedação e no revestimento. Nesse sentido a avaliação das características geométricas dos tijolos cerâmicos contribui para a diminuição de desperdício de argamassas usadas em revestimentos nas obras, tornando-se cada vez evidente e incontestável, a crescente aplicação de tijolos cerâmico em construções, o que torna necessário o conhecimento da qualidade da matéria-prima empregue no processo produtivo e do produto final produzido localmente. O objectivo da pesquisa, é avaliar as questões relacionadas com a qualidade dos tijolos cerâmicos sob vários aspectos: características mecânicas e geométricas dos tijolos cerâmicos produzidos para a comercialização na Associação Sonho do Indudo. Para o efeito, foram seleccionados um total de 19 tijolos produzidos pela Associação Sonho do Indudo. O método adoptado para implementação do estudo baseou-se em caracterização da matéria-prima, monitoramento do processo de produção e ensaios do produto final obtido no Laboratório de Engenharia de Moçambique, sendo estes submetidos aos ensaios com idade de 12 dias. Os resultados alcançados com a realização da pesquisa indicaram que, os tijolos estudados apresentam conformidade em relação a resistência a compressão e planeza das faces, por outro lado apresentaram inconformidades nas dimensões, absorção de água e em relação ao desvio ao esquadro, tendo resultado na sua reprovação total. O processo de secagem efectuado a céu aberto, a escassez de conhecimentos precisos a volta das normalizações e respectivas proporções a aplicar a mistura, a não consideração da humidade natural que a argila possuía e a adição de água segundo a experiência do produtor, foram apontadas como as causas da variabilidade dos resultados e perda da qualidade dos tijolos, o que pode tornar os sectores de cerâmica e de construção civil mais sustentáveis.

**Palavras-chave:** *Argila, Tijolos cerâmicos, controle de qualidade.*

# ÍNDICE

<b>Conteúdo</b>	<b>Pág</b>
AGRADECIMENTOS .....	i
LISTAS DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS .....	ii
LISTA DE FIGURAS .....	iii
LISTA DE TABELAS .....	iv
LISTA DE APÊNDICES .....	iv
GLOSSÁRIO .....	v
RESUMO .....	vi
I. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Problema de pesquisa .....	2
1.2 Justificativa.....	2
1.3 Objectivos.....	3
1.3.1 Geral .....	3
1.3.2 Específicos.....	3
1.4 Hipóteses .....	3
II.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 Generalidades dos tijolos cerâmicos .....	4
2.2 Conceitos básicos .....	5
2.3 Classificacao de Tijolos cerâmicos .....	5
2.4 Caracterizaca da Matéria-prima .....	6
2.5 Produção de tijolos cerâmicos.....	8
2.6 Normas Técnicas .....	13

2.6.1 Critérios de avaliação da qualidade dos tijolos cerâmicos .....	13
III.METODOLOGIA .....	16
3.1 Descrição da área de estudo .....	16
3.1.1 Situação geográfica e Limites.....	16
3.1.2Caracterização climática.....	16
3.1.3 Cultura e sociedade.....	16
3.1.4 Solo.....	16
3.1.5 Habitação e condições de vida.....	17
3.2 Método de amostragem .....	17
3.3 Materiais e equipamentos usados .....	18
3.4 Técnicas de colecta de dados .....	18
3.5 Processo de fabrico de tijolos cerâmico .....	19
3.6 Avaliação do produto acabado .....	24
3.6.1 Determinação das dimensões dos tijolos .....	24
3.6.2 Determinação da resistência à compressão .....	24
3.6.3 Determinação do índice de absorção de água.....	25
3.6.4 Análise visual e da ressonância do produto acabado.....	26
3.7 Análises estatísticas.....	26
IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1 Avaliação da matéria-prima.....	28
4.1.1 Resultados do ensaio tacto-visual da matéria-prima.....	28
4.2 Avaliação do processo de produção .....	29
4.3 Avaliação do produto acabado .....	29
4.2.1 Resultados do ensaio de análise dimensional.....	29
4.2.2 Resultados da resistência à compressão .....	30

4.2.3 Resultados do Ensaio de Absorção de Água .....	31
4.2.4 Análise visual e da ressonância .....	33
4.2.5 Resultados de desvio em relação ao esquadro .....	34
4.2.6 Resultados de planeza das faces ou flecha (F) .....	35
4.3 Resultado geral .....	35
V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	36
5.1 Conclusões .....	36
5.2 Recomendações .....	37
VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	38

## I. INTRODUÇÃO

Os tijolos cerâmicos, são popularmente conhecidos e utilizados pelo homem desde 4000 anos a.c. sendo estes destacados pela sua durabilidade e facilidade de sua fabricação, dada a abundância da matéria-prima que o origina, a argila. O mercado oferece uma vasta opção de tijolos e materiais de construção diversificada que pode variar de preço e qualidade da sua obra, (DANTAS, 2006).

A indústria da construção civil a nível mundial apresenta uma grande demanda em quantidade e diversidade de materiais comparada a outras indústrias. Sendo assim, é apontada como a que consome recursos naturais e gera resíduos (DIAS, 2007), o que resulta em grande impacto ao ambiente natural. O sector apresenta um número bastante expressivo de edificações que empregam tijolos cerâmicos como elementos de vedação ou estruturais, principalmente pela facilidade de produção destes materiais (GRIGOLLETI, 2003).

Devido a esses factores, a preocupação com a qualidade dos serviços executados nas obras de construção civil tem levado a discussão de vários temas, dentre os quais, a redução do consumo de argamassa usada na execução do revestimento da alvenaria de vedação e a redução do desperdício de tijolos cerâmicos, (SATTLER, 2003).

O desperdício de materiais, o custo elevado de produção e a mão-de-obra desqualificada são apontados por ARAÚJO (2007) como factores a serem resolvidos para o desenvolvimento sustentável da indústria da construção civil. A cadeia produtiva do sector conta com uma grande variedade de factores e agentes intervenientes, além dos produtos parciais gerados ao longo do processo de produção (POZZOBON & RIZATTI, 1998). Estes produtos incorporam diferentes níveis de qualidade que afectam a qualidade do produto final. A busca da qualidade no sector significa envolver a qualidade de seus processos e produtos parciais, neste caso o serviço de alvenaria e os tijolos cerâmicos utilizados, com a qualidade do produto final.

Os produtos cerâmicos são muito usados como material de construção e muitas vezes são produzidos em "olarias" que utilizam procedimentos empíricos para dosagem e fabricação, os quais podem afectar as características das obras e o atendimento às normas segundo DIAS (2007), irregularidades e falta de uniformidade dos tijolos cerâmicos são causas de perda comuns nas obras, principalmente comprometendo a alvenaria. Os tijolos cerâmicos que apresentam defeitos sistemáticos, tal como trincas devido á retracção, denotam problemas que

podem existir com a matéria-prima, na conformação, secagem e queima das peças, (ARAÚJO, 2007).

### **1.1 Problema de pesquisa**

Os tijolos cerâmicos, comercializados pela Associação Sonho do Indudo na comunidade de Mutamba produzidos a partir de uma estrutura organizacional funcionando de forma rudimentar, utilizando equipamentos de baixa produtividade, mão-de-obra não qualificada e sem controlo de qualidade durante o processo de produção (extracção e preparo da matéria-prima; conformação, secagem e queima) contribui desta forma na qualidade inadequada dos tijolos (dimensão, resistência á compressão, índice de absorção de água, presença de trincas e fragmentos de raízes de plantas e maior consumo de argamassa), sendo, que quando o processo de produção dos tijolos, atender aos requisitos mínimos correspondentes as normas específicas proporcionam uma adequação na construção em termos de bom desempenho das alvenarias que afectam directamente as estruturas, instalações, esquadrias, revestimentos e impermeabilização resultando no aumento da vida útil e na minimização dos custos de execução e manutenção das edificações.

Contudo tem-se a seguinte questão:

- *Será que os tijolos cerâmicos produzidos para a comercialização na Associação Sonho do Indudo apresentam a qualidade recomendada e exigida pelas normas?*

### **1.2 Justificativa**

Segundo ANICER (2009) os produtos cerâmicos são tradicionalmente usados como materiais de construção em larga escala na construção civil. Este amplo emprego dos produtos cerâmicos justifica-se pelas qualidades intrínsecas destes materiais, tais como resistência e durabilidade, bem como pela tradição e facilidade nos processos de fabricação. Neste sentido uso da cerâmica oferece varias vantagens tais como: abundância da matéria-prima, sua utilização não carece de processos de transformação dispendiosa em termos energético, apresenta um bom comportamento térmico, é reciclável e reutilizável.

A competição entre empresas aumenta e os consumidores, com mais opções, tornam-se cada vez mais exigentes com a qualidade do produto. Neste intenso movimento, crescem as atenções quanto á qualidade (que num conceito moderno encontra-se sempre associada à produtividade), apontada como factor decisivo da competitividade, com isso, as empresas

produtoras de materiais para construção necessitam acompanhar esta evolução, produzindo unidades que cumpram as normas e especificações do produto, visando sempre a satisfação do cliente, (PICHI, 2010).

### **1.3 Objectivos**

#### **1.3.1 Geral**

- Avaliar a qualidade dos tijolos cerâmicos produzidos para comercialização na Associação Sonho do Indudo.

#### **1.3.2 Específicos**

- Caracterizar a matéria-prima usada na produção de tijolos cerâmicos.
- Descrever o processo produtivo dos tijolos cerâmicos.
- Realizar ensaios de parâmetros de controle de qualidade do produto final obtido.

### **1.4 Hipóteses**

Em resposta ao problema focal identificado e ciente da necessidade que envolve a qualidade dos tijolos cerâmicos para a construção no país, são consideradas as seguintes hipóteses de pesquisa:

Hipótese nula ( $H_0$ ):

Se o controlo de qualidade dos tijolos cerâmicos produzidos para comercialização na Associação Sonho do Indudo, não se levar em consideração a caracterização de toda matéria-prima usada no processo de produção, não haver a devida verificação do processo de produção, e não se recorre a realização dos ensaios de parâmetros de controle da qualidade do produto final obtido, não possibilita que haja melhoria na qualidade dos tijolos cerâmicos produzidos.

Hipótese alternativa ( $H_1$ ):

Se o controlo de qualidade dos tijolos cerâmicos produzidos para a comercialização na Associação Sonho do Indudo for efectuado tendo em consideração a caracterização de toda matéria-prima usada no processo de produção, haver a devida descrição do processo produtivo e com a realização dos ensaios de parâmetros de controle da qualidade do produto final obtido, possibilita que haja melhoria na qualidade dos tijolos cerâmicos produzidos.



## II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Generalidades dos tijolos cerâmicos

O uso de tijolos está registado na Bíblia, sendo utilizado na construção da Torre de Babel. Este registo encontra-se no livro de Génesis, capítulo 11, versículos 2 a 4.

O homem teria passado a usar tijolos secos ao sol quando as pedras naturais começaram a ficar escassas. O registo mais antigo de um tijolo foi encontrado nas escavações arqueológicas na cidade de Jericó, no Oriente Médio, datado do período Neolítico inicial, (ANICER, 2002).

A abundância de matéria-prima natural, fontes alternativas de energia e disponibilidade de tecnologias práticas embutidas nos equipamentos industriais, fizeram com que as indústrias cerâmicas desenvolvessem rapidamente e muitos tipos de produtos dos diversos segmentos cerâmicos atingissem nível de qualidade mundial com apreciável quantidade exportada (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA, 2002b).

Segundo SILVA (2000), afirma que terra crua se trata de um material que normalmente é encontrado disponível, geralmente não requer compra, transportes caros, e nem transformação de carácter industrial, dispensando gastos de energia para a sua produção, e não provocando, portanto, poluição do ar e desflorestamento.

CYTRIN (1957), citado por BOUTH (2005), diz que, “construção em terra foi a primeira solução encontrada pelo homem primitivo para construção de abrigos eficientes contra o meio ambiente hostil, em locais que apresentavam dificuldades de manuseio de pedras e madeiras.

No século XIX o tijolo se tornou muito importante, pois o processo de fabricação sofreu avanços tecnológicos consideráveis: os fornos rudimentares foram, em grande parte, substituídos pelos circulares e tipo túnel; marombas e prensas se tornaram rotina no processo industrializado. A padronização dos tamanhos das peças começou com o comprimento, altura e largura, assim como das modulações; o tijolo passou a ser considerado um elemento básico para todas as estruturas. O processo de industrialização dos produtos cerâmicos possibilitou a arquitectura criar estilos novos (ARGILÉS, 1993).

## 2.2 Conceitos básicos

Segundo BAUER (1998) chama-se tijolo cerâmico à pedra artificial obtida pela moldagem, secagem e cozedura de argilas ou de misturas contendo argilas.

Segundo BAR (2003), tijolo é um produto cerâmico, avermelhado, geralmente em forma de paralelepípedo e amplamente usado na construção civil, artesanal ou industrial.

## 2.3 Classificação de Tijolos cerâmicos

Para a Associação Portuguesa da Indústria Cerâmica (APICER, 2000), os tijolos cerâmicos podem ser classificados de acordo com suas características, quanto ao tipo de aplicação e quanto ao número de furos:

### 2.3.1 Quanto às características, destacam-se:

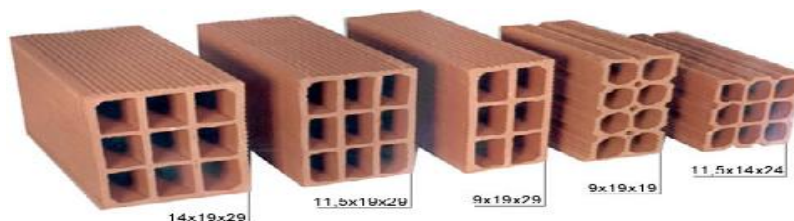
- Maciço – o volume de argila cozida não é inferior a 85% de seu volume total aparente;



*Figura 1: Tijolos maciços*

*Fonte: Oliveira (2003)*

- Perfurado – apresenta furos ou canais de formas e dimensões variadas, paralelos às suas maiores arestas;



*Figura 2: Tijolos perfurados*

*Fonte: Oliveira (2003)*

### **2.3.2 Quanto ao tipo de aplicação (APICER, 2000):**

- Face à vista – destinados a permanecer aparentes no interior ou exterior da edificação;
- Enchimento – sem função resistente, suportando apenas seu peso próprio;
- Estruturais – com função de sustentar a construção.

### **2.3.3 Quanto ao número de furos (APICER, 2000):**

- Tijolo cerâmico de 2 furos,
- Tijolo cerâmico de 3 furos,
- Tijolo cerâmico de 4 furos,
- Tijolo cerâmico de 6 furos,
- Tijolo cerâmico de 8 furos,
- Tijolo cerâmico de 9 furos,
- Tijolo cerâmico de 12 furos e
- Tijolo cerâmico de 16 furos.

## **2.4 Caracterização da matéria-prima empregue no processo fabril dos tijolos cerâmicos.**

Segundo DAFICO (1994), a principal matéria-prima para a produção de tijolos cerâmicos é a argila. As indústrias de cerâmica empregam duas ou mais argilas para a obtenção de uma massa com as características desejadas.

### **2.4.1 Argila**

Argila é um material natural, terroso, de granulometria fina, que geralmente adquire, quando humedecido em água, certa plasticidade ou como um minério extraído de uma jazida que apresenta um material sedimentar de grão muito fino (inferior a 0,005mm), derivado duma rocha constituída essencialmente por silicatos de alumínio hidratados. A decomposição de granito e rochas magmáticas tem como resultado o quartzo, (SANTOS, 1989).

A cor é um dos indicadores importante para se estimar a constituição da argila. Uma cor escura indica a presença de material orgânico e uma cor avermelhada indica a presença de óxidos de ferro. Outro indicador é o cheiro que ela contém após a extracção, caso o cheiro for intensificado pode-se confirmar que a argila tem matéria orgânica na sua constituição, (MOREIRA, 2009).

### 2.4.1.1 Classificação

A complexidade e variabilidade das argilas deve-se à variação qualitativa a quantitativa dos minerais argilosos e dos minerais não argilosos respectivos, à variação da distribuição dimensional das partículas minerais que as formam às suas características texturais. Todos estes factores dificultam a classificação das argilas conduzindo à ideia de que não existem duas argilas iguais. Apresentam-se de seguida duas classificações usuais que têm em conta quer o modo de formação quer a composição e usos industriais das argilas (FREITAS, 1997).

### 2.4.1.2 Classificação genética

Tem em conta a relação entre os processos de formação das argilas e o seu modo de ocorrência, (FREITAS, 1997).

- a) **Argilas residuais ou primárias:** Quando ocorrem no lugar em que se formam, a partir duma rocha mãe (magmática, metamórfica ou sedimentar).
- b) **Argilas sedimentares ou secundárias:** Quando ocorrem a distância maior ou menor do local de formação a partir duma rocha mãe (magmática, metamórfica ou sedimentar).

### 2.4.2 Água

Segundo OLIVEIRA (2004), a água é uma componente importante e com forte influência sobre a qualidade final do produto acabado, para o processo de produção ela deve ser isenta ou com níveis baixos de substâncias que possam prejudicar as reacções de hidratação da argila. Se a água estiver em óptimas condições para o consumo humano é considerada ideal para produção de tijolos.

### 2.4.3 Lenha

O principal combustível para o processo da queima no sector da indústria ceramista continua sendo a lenha ou seus derivados, no qual podemos dizer que a lenha é qualquer pedaço de madeira que pode ser utilizado como combustível, apesar da expectativa de escassez prevista para os próximos anos (SOUZA, 2013).

Segundo normas estabelecidas pelo IDEMA, as indústrias ceramistas só podem utilizar as lenhas da algaroba e do cajueiro, pois são os tipos de árvores no qual é permitido fazer o processo de retirada do meio ambiente, (MEDEIROS, 2004).



**Figura 3:** Armazenamento ao ar livre do combustível na indústria ceramista

*Fonte:* Souza (2013)

## 2.5 Produção de tijolos cerâmicos

### Etapa I: Extração das argilas

Segundo ARAÚJO (2009), o plano de extração normalmente prevê a remoção de estéreis, isto é, a vegetação, o solo arável e outros materiais maléficis ao processo, além disso a argila é separada em montes em função das diferentes camadas encontradas no solo.



**Figura 4:** Processo de extração da argila

*Fonte:* Araujo (2009)

Grande parte das argilas utilizadas na indústria cerâmica é natural, sendo encontradas em depósitos dispersos pela crosta terrestre. Cada produto cerâmico requer um tipo próprio de matéria-prima, portanto, antes de qualquer coisa se deve proceder à escolha da jazida. O teor de argila, a composição granulométrica, a profundidade da barreira, a humidade e outros factores influem no resultado do produto final, (OLIVEIRA, 1994).

Com isso, é importante que sejam realizados ensaios de granulometria e análise química, com o objectivo de verificar a adequação da matéria-prima ao produto que se pretende obter, porém, actualmente são poucas as empresas que realizam estes ensaios e geralmente a escolha é feita através da experiência do oleiro.

A extracção é realizada a céu aberto e geralmente as empresas possuem suas próprias jazidas. Em algumas regiões são formadas cooperativas entre as empresas para realizar a extracção, o que geralmente traz uma diminuição no custo da matéria-prima. A extracção é feita através de retro escavadeiras e escavadeiras e o transporte da jazida para a fábrica é realizado através de caminhões basculantes, (ARAÚJO, 2009).

## **Etapa II: Estocagem**

Nesta fase, a argila é estocada a céu aberto por um período mínimo de seis meses, sendo ideal por um (1) ano de descanso, exposta ao processo de intemperismo com o sol e chuva, sofre alterações químicas e decomposição, promovendo alívio de tensões nos produtos conformados, auxiliando na plasticidade, na trabalhabilidade, na homogeneização e distribuição da humidade nas massas cerâmicas, beneficiando o processamento posterior da argila. O processo de sazonalidade deverá estar associado à operacionalização, permitindo garantir a produção em épocas de chuvas, quando a extracção e o transporte da argila ficam prejudicados. Por isso, é necessário que a quantidade de argila acumulada nos montes seja suficiente para atender à produção, (RODRIGUES, 2002).



**Figura 5:** Local da estocagem das argilas utilizadas pela cerâmica

**Fonte:** Souza (2013)

### **Etapa III: Preparo da massa**

A matéria-prima, após o sazonalamento, é retirada para dar início a fase de preparação que compreende todos os processos de alterações para depuração, divisão, homogeneização e obtenção da humidade adequada para moldagem. O processo de beneficiamento da matéria-prima pode ser realizado por meios naturais ou mecânicos. Sendo que por meios naturais, exigem grandes áreas e tempos longos, (FACINCANI, 2002).

No tratamento por meios mecânicos, que compreende as fases de trituração, peneiramento, amassamento, mistura e laminação, o procedimento mais importante é realizado no amassamento e mistura do material. A função principal das máquinas amassadoras-misturadoras é misturar adequadamente os diversos tipos de argilas em uma composição para proporcionar maior homogeneidade à massa cerâmica, (FACINCANI, 2002).



*Figura 6: a) Amassamento feito artesanalmente*

*b) Amassamento mecanicamente.*

*Fonte: Souza, 2013*

### **Etapa IV: Conformação das peças**

Nesta etapa existem diversos processos de conformação para peças cerâmicas: colagem, prensagem, extrusão e torneamento. A selecção de um ou outro depende fundamentalmente da geometria e características do produto desejado. A massa, ainda húmida ( $W=22\%$ ) e na fase plástica, é colocada numa extrusora a vácuo, também conhecida como maromba, onde é compactada e forçada, por um pistão (eixo helicoidal), a passar através da boquilha. Obtém-se, então, uma coluna extrudada, com secção transversal no formato e dimensões desejados, que é, em seguida, cortada, obtendo-se, assim, as peças: tijolos, (NORTON, 2006).

De acordo com PINHEIRO (2009), as formas para a fabricação dos tijolos podem variar no tipo de material (madeira, ferro), tamanho, forma e quantidade de tijolos a serem

produzidos. Contudo, dentre os materiais, o mais aconselhável é a madeira devido sua grande facilidade na mudança de formas e tamanhos dos tijolos.

## **Etapa V: Secagem e Queima**

### **1. Secagem**

Após a moldagem, os tijolos cerâmicos passam obrigatoriamente por um processo de secagem, que tem a finalidade de eliminar a maior quantidade possível da água empregada na mistura. Sob o efeito da secagem todas as argilas apresentam uma retracção, que é variável em função do tipo de argila, do teor de humidade empregado na mistura e do grau de adensamento da massa cerâmica.

A secagem é feita de dois modos:

a) **Secagem natural**: processo lento, feito ao ar livre em proximidade aos fornos para aproveitamento do calor circulante, por um período de 6 a 12 dias, dependendo da humidade relativa do ar no local de secagem onde exige grandes áreas e as peças são colocadas em telheiros extensos. Este processo é mais utilizado para pequenas produções ou quando se dispõem de sol o ano todo e mão-de-obra de baixo custo, (RODRIGUES, 2001).

b) **Secagem forçada** é a mais utilizada actualmente, sendo os secadores dimensionados e regulados em função das propriedades da matéria-prima, do tipo de componentes produzidos e das características do processo produtivo. A secagem forçada pode ser realizada através de secadores semi-contínuos (intermitentes), estáticos e contínuos. A temperatura no início da secagem deve ser de aproximadamente 40°C aumentando gradativamente até chegar a 100°C, (FACINCANI, 2002).

### **2. Queima**

A queima é a etapa mais importante de todo processo produtivo. É nesta fase que se manifestam várias propriedades das argilas através das transformações físicas, químicas e mecânicas causadas pela acção do calor. Pode se utilizar como elemento de queima várias fontes de energia: madeira (serragem), rejeito de madeira (cascas), óleo, carvão vegetal, carvão mineral e gás natural. O processo de queima é demorado em virtude da humidade residual após a secagem e da grande massa de material no interior do forno, (RODRIGUES,



2002). Dependendo do tipo de forno utilizado para queima (túnel ou Hoffmann) as peças são colocadas em pilhas e distribuídas ao longo do forno, ou em vagões, separadas por espaços vazios, que servem para circular o calor gerado pela câmara de combustão.

No processo da queima estão presentes quatro fases, (SENAI, 2006):

- a) Pré-aquecimento, caracterizado por um aquecimento gradual para retirada de água nas peças, sem provocar defeitos na peça cerâmica causados por contracções diferenciais durante a expulsão da humidade remanescente, num período de 8 a 13 horas chegando até 650°C;
- b) Fogo forte ou caldeamento, que se inicia por volta de 650° e pode ser elevada em maior ritmo até 950°C ou 1000°C. É nessa fase que se verificam as reacções químicas que proporcionam ao corpo cerâmico as características de dureza, estabilidade, resistência aos vários agentes físicos e químicos, como também a coloração pretendida;
- c) Patamar, a temperatura máxima de queima é mantida por um determinado período de tempo, dessa forma, a câmara aproxima ao máximo o gradiente de temperatura por todo o forno;
- d) Resfriamento, realizado de forma gradual e cuidadosa para evitar ocorrência de trincas, através da chaminé ou do aproveitamento de calor para os secadores, num período em torno de 38 a 50 horas.

## **Etapa VI: Transporte e armazenagem**

Após a secagem e a queima, os tijolos permanecem sobre paletes de madeira ou de aço, local onde são cuidadosamente manuseados e transportados manualmente ou por empilhadoras, para uma paleta maior de madeira num processo denominado cubagem, (SILVA, 2001).

A área para o armazenamento dos tijolos deve ser limpa e livre de humidade, só devem ser empilhados no máximo dois paletes um sobre o outro ou então sete fiadas para os tijolos que são arrumados manualmente. Recomenda-se que os tijolos sejam identificados e separados de acordo com o seu tipo e sempre que houver ameaças de chuva os mesmos deverão ser protegidos.

## 2.6 Normas Técnicas

### 2.6.1 Critérios de avaliação da qualidade dos tijolos cerâmicos

Entre as diversas propriedades que podem ser analisadas, consideradas fundamentais e constituem os parâmetros de controle da qualidade dos tijolos. Estas são:

#### a) Resistência à compressão

Segundo MEHTA (2003), este ensaio verifica a capacidade de carga que os tijolos cerâmicos suportam quando submetidos a forças exercidas perpendicularmente sobre suas faces opostas e determina se as amostras oferecem resistência mecânica adequada, simulando a pressão exercida pelo peso da construção sobre os tijolos.

Independentemente da classificação, todas as amostras de tijolos cerâmicos têm de atender ao requisito mínimo de 1,0 MPa conforme com a norma NBR 7171/1992.

#### b) Precisão Dimensional

A análise dimensional, é empregue para certificar as três principais dimensões dos tijolos, nomeadamente a largura (L), altura (H) e comprimento (C). Assim é muito importante realizar o controle das dimensões para manter estas dentro dos limites estabelecidos pela norma (NBR 15270-2/2005).



*Figura 7: Parâmetros de controle e as posições onde devem ser medidos.*

*Fonte: Araújo (2009)*

**Tabela nº 1: Dimensões reais dos tijolos cerâmicos**

Demissão	Designação	Dimensões reais (mm)		
		Largura	Altura	Comprimento
Normalizado				
30x20x7	M-7	70	189	290
30x20x10	M-10	88	189	290
30x20x12	M-12	106	189	290
30x20x15	M-15	146	189	290
30x20x20	M-20	200	189	290

*Fonte: ABNT – NBR 15270-2/2005*

**Tabela nº 2: Limites de Tolerância**

	Tolerância individual	Tolerância média
Largura (L)	±5 mm	±3 mm
Comprimento (C)		
Altura (H)		
Desvio em relação ao esquadro (D)	±3 mm	±3 mm
Planeza das faces (F)		

*Fonte: ABNT – NBR 15270-2/2005*

### c) Índice de Absorção

O índice de absorção permite definir a quantidade de água que um tijolo é capaz de absorver e serve como um indicador de qualidade. O índice representa a proporção, em relação a sua massa é capaz de absorver. É um indicador importante pois a penetração de água e outros agentes agressivos por absorção leva a várias patologias e deve ser controlado.

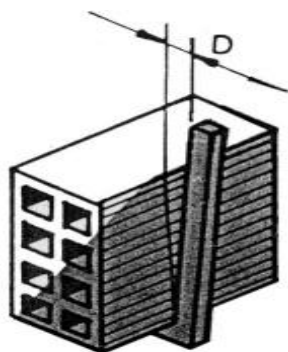
A norma NBR 7171/1992, considera adequada uma faixa bastante elástica para taxa de absorção da água, de 8% a 25% em massa. Esta propriedade está relacionada à permeabilidade do componente e à relação entre sua superfície e a argamassa de assentamento e revestimento, no momento da aplicação.

A faixa considerada ideal, segundo SILVA (2001), é de 18 a 20%. Baixa taxa de absorção representa alta resistência mecânica, mas valores menores que 10% dificultam a adesão entre

o tijolo e a argamassa, enquanto que a taxa de absorção muito alta indica que o material é muito poroso e permeável, prejudicando o desempenho quando utilizado aparente.

**d) Desvio em relação ao esquadro (NBR 15270-3/2005)**

Deve-se medir o desvio em relação ao esquadro entre as faces destinadas ao assentamento e ao revestimento do tijolo, empregando-se um esquadro metálico e uma régua metálica com graduação de 1 mm. Cada amostra é composta por 5 tijolos.

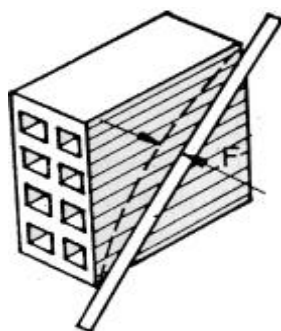


*Figura 8: Parâmetros de controle em relação ao esquadro.*

Fonte: Moreira (2009)

**e) Planeza das faces (flecha ou empenamento) (NBR 15270-3/2005)**

Consiste em determinar a planeza das faces destinadas ao revestimento através da flecha na região central de sua diagonal, empregando-se réguas metálicas com graduação de 1 mm. Cada amostra é composta por 5 tijolos.



*Figura 9: Parâmetros de controle em relação a planeza das faces*

Fonte: Moreira (2009)

### **III.METODOLOGIA**

#### **3.1 Descrição da área de estudo**

##### **3.1.1 Situação geográfica e Limites**

A Associação Sonho do Indudo localiza-se no povoado de Indudo, localidade de Jangamo e tendo como Limites: a Norte limitada pelos povoados de Malaiça Nhanala e Hacula; a Oeste é limitado pelo rio Mutamba; a Sul limitada pelo povoado de Guicunela Guifugo e a Este é limitada pelo povoado de Guinjara, (GDJ, 2011).

O abastecimento de água potável na comunidade é deficiente sendo que maior parte usa como alternativa para captação de água usada para consumo, poços ou furos e rio; não apresenta cobertura de energia eléctrica, recorrendo a uso do painel solar.

As principais actividades socioeconómicas desta comunidade são: agricultura e a cerâmica; sendo praticada fundamentalmente pelo sector familiar, que encontra como principais limitações na área agrícola, queda das chuvas, a falta de animais de tracção, a seca, as pragas, a falta de sementes e de utensílios agrícolas, e na cerâmica apresenta como limitações deficiência de equipamentos para produção de tijolos e assistência técnica.

##### **3.1.2 Caracterização climática**

Segundo o DNAL (2005), o clima predominante do distrito de Jangamo é tropical húmido, influenciado pelos ventos do canal de Moçambique, com duas estações ao longo do ano: a chuvosa, a partir de Outubro a Março, e a seca o resto do ano, que pode ser considerado também como clima da comunidade de Mutamba; a precipitação média anual nesta localidade é variável com maior intensidade em algumas zonas.

##### **3.1.3 Cultura e sociedade**

A língua local é a Guitonga e Matsua, sendo que o português é tido como uma língua auxiliar que não é muito falada na localidade. Em relação à religião, existe varias crenças sendo mais frequentadas a Católica e Assembleia de Deus, praticada pela maioria da população, (GDJ, 2011).

##### **3.1.4 Solo**

O tipo de solo mais predominante na comunidade é o arenoso, com boa permeabilidade e com presença de solo argiloso nas margens do rio Mutamba, (GDJ, 2011).

### **3.1.5 Habitação e condições de vida**

O tipo de construção nesta comunidade são as barracas de construção precária, com recurso a estacas e caniço e cobertura a macute; seguido de material misto, empregando estacas de simbires, caniço, cimento e cobertura a chapas de zinco. A cerâmica que é uma das actividades principal da comunidade encontra-se dividida em associações para a produção de tijolo e olarias, tais como: SOFATIVA, Associação Sonho de Indudo, Associação Josina Machel, Associação 25 de Setembro parada actualmente e Associação 7 de Setembro também conhecida por Associação das viúvas de Mutamba.

As condições de habitação da comunidade ainda encontra-se deficiente, apesar de maior parte da população encontrar-se na actividade da cerâmica, com destaque na produção de tijolos de argila. Os tijolos de argila produzidos na comunidade, que tem como finalidade a venda, poucos ou quase nada são usadas para construção de vivendas para os próprios produtores, que vivem em condições deficientes, tendo como o caniço e palha os recursos mais usados na construção.

### **3.2 Método de amostragem**

Para a realização deste trabalho foram identificados 87 produtores de tijolos cerâmicos, sendo 6 os mais reconhecidos no mercado de Mutamba. A escolha dessa quantidade foi baseada nos produtores pesquisados, que se interessaram em participar desse trabalho.

Inicialmente, foi feita uma primeira visita na qual foi aplicada uma entrevista para conhecer o sistema de produção e o tipo de tijolo mais vendido.

Com base na entrevista foi observado que o tipo de tijolo mais procurado pelos consumidores era o de vedação com dimensões de (7x15x24) cm.

Foram recolhidas 19 amostras de tijolos cerâmicos com dimensões (7x15x24) cm, na Associação Sonho do Indudo (que vem funcionando a 10 anos produzindo estes materiais, com um numero de 20 trabalhadores), para que fossem submetidos aos ensaios previstos pela norma NBR15270 - 3/2005. Dessas amostras 13 tijolos destinaram-se ao ensaio de resistência a compressão, enquanto os outros 6 para ensaio de absorção de água.

Após a obtenção das amostras dos tijolos cerâmicos, iniciaram-se os ensaios, os quais foram realizados no Laboratório da engenharia de Moçambique. Os ensaios realizados para a

caracterização dos tijolos foram os de análise dimensional, resistência a compressão e absorção de água, os quais foram realizados de acordo com a NBR 6136/2006 e NBR 12118/2006.

### **3.3 Materiais e equipamentos usados**

A realização do presente trabalho de pesquisa, envolveu uso de vários equipamentos e materiais para elaboração e controlo de qualidade dos blocos, dos quais é possível destacar:

1. Água - fornecida a partir de um furo local;
2. Argila - extraído no rio que atravessa ao distrito;
3. Pás - para a extracção da argila e preparação da massa;
4. Moldes - para dar a estrutura aos tijolos;
5. Forno - para queimar os tijolos;
6. Carro - para o transporte de argila;
7. Estufa - para a secagem dos tijolos;
8. Balanças - para a mensuração dos materiais;
9. Régua metálica - para medição dos blocos;
10. Prensa hidráulica - para a realização do ensaio de resistência a compressão.

### **3.4 Técnicas de colecta de dados**

Por razões estratégicas, no sentido de almejar o prescrito nos objectivos pré-definidos a quando da elaboração do projecto de pesquisa, o processo de colecta de dados, foi dividido em quatro etapas distintas a sobrelevar:

#### ***Etapa I – Consultas bibliográficas e visitas exploratórias ao local de pesquisa:***

A revisão bibliográfica cifrou-se na recolha e leitura de obras de diversos autores, incluindo publicações e fontes documentais virtuais obtidas na internet, com posterior aplicação do método de nível teórico analítico-sintético, que consistiu em fazer uma análise geral dos conceitos usados no desenvolvimento das obras e criar uma ideia similar em poucas palavras. Antes da realização do trabalho de campo, foram efectuadas visitas exploratórias a unidade produtora com a finalidade de conhecer as instalações, o pessoal técnico e a dinâmica de trabalho.

***Etapa II – Entrevistas não estruturadas:***

A recolha de dados no local de pesquisa, realizou-se com recurso a consultas dos relatórios de produção e vendas, entrevistas não estruturadas obedecendo ao método misto sequencial, que consistiu primeiramente na recolha de dados quantitativos por meio de questionários e em segundo dados qualitativos. Foram efectuadas entrevistas direccionada ao pessoal técnico e aos potenciais consumidores, com o objectivo de obter informações sobre o processo fabril dos tijolos e sua respectiva qualidade.

***Etapa III – Caracterização da matéria-prima e descrição do processo produtivo:***

A caracterização da matéria-prima foi realizada a partir de alguns testes no campo (visual, do tacto e do olfacto). Ainda nesta etapa, foi possível efectuar a verificação do processo produtivo de tijolos, que consistiu na realização de análises sistemáticas a volta da evolução das actividades de produção.

***Etapa IV – Realizar ensaios de parâmetros de controle de qualidade do produto final:***

Nesta etapa, foram realizados ensaios de laboratoriais, sob produto final, posteriormente os dados colectados foram analisados com a aplicação dos métodos de nível matemático e estatístico, permitindo que os mesmos pudessem ser facilmente percebidos pelo leitor, ressalta-se que ainda nesta última etapa foi possível censurar e organizar a informação obtida pelo processamento dos dados, dando origem ao presente trabalho de culminação de curso.

### **3.5 Processo de fabrico de tijolos cerâmico**

#### **Etapa 1: Extracção**

Foi retirado a camada superficial de solo (30 a 40 cm), desprezou se essa camada, pois ela não era adequada para a fabricação dos tijolos devido à presença de matéria orgânica, assim iniciou a fase de extracção da argila.

#### **Ensaio de campo**

Este método consistiu em uma serie de ensaios que se realizaram no terreno de forma simples e que nos deram, como resultado, se o solo analisado servia ou não para produção de tijolos cerâmicos. Este método não deu as percentagens de cada componente de uma forma exacta.



1. **Teste visual**, não requereu nenhum equipamento apenas necessitou de 5 minutos para sua realização, quando se extraiu a amostra olhou-se com finalidade de detectar a presença de material orgânico. Solos contendo matéria orgânica não devem continuar a ser ensaiado.
2. **Teste do tacto**, não necessitou de nenhum equipamento especial, apenas com ajuda do dedo esmigalhou-se alguns torrões e com a mão sentiu-se o tamanho de fracção das partículas.
3. **Teste do olfacto**, este teste, teve como objectivo verificar a presença de matéria orgânica através do cheiro.

## Etapa 2: **Estocagem**

Depois da extracção, a argila foi transportado para o local de fabrico de tijolos, usou se carro, onde foi deixado a céu aberto para o processo estocagem, obtendo-se com isso características adequadas para a moldagem e produção de tijolos.



*Figura 10: Argila já estocada, pronta para o seu uso.*

*Fonte: Colecção própria, 2015*

## Etapa 3: **Seleccção da matéria-prima e preparação da massa**

Realizadas as etapas de extracção e estocagem da argila, deu-se lugar a seleccção da matéria-prima, onde foram desfeitos os torrões com ajuda de pá e retiradas as impurezas existentes na argila para evitar defeitos no produto final, a argila foi colocada em uma cova preparada como um depósito e misturada com água durante um período de 24 a 48h e em seguida a preparação da massa.



**Figura 11:** a): Cova usada para o preparo da massa      b): Preparo da massa

*Fonte: Coleção própria, 2015*

#### Etapa 4: **Conformação das peças**

Já preparada a massa, foi retirada da cova e precedeu a etapa de conformação das peças ou seja, de produção de tijolos, com ajuda das mãos foi colocada a massa em moldes de madeira já humedecidos que facilitou a remoção da peça, assim deu a estrutura ao tijolo.



**Figura 12:** Conformação das peças

*Fonte: Coleção própria, 2015*

#### Etapa 5: **Secagem e laminação**

O processo de secagem foi feita a temperatura ambiente, variando de estação, isto é, sendo que a pesquisa decorreu no verão, a secagem durou duas semanas (15 dias), esta época é a mais complicada para o primeiro processo de perda de humidade dos tijolos, pois, a secagem é rápida o que cria tensões no tijolo e conseqüentemente o aparecimento de rachas, devido as temperaturas altas que se verificaram. Se a pesquisa decorresse no inverno que se verificam

temperaturas baixas, proporcionariam assim longo período, que até poderia durar um mês para a secagem dos tijolos, (RODRIGUES, 2001). Após a seca, os tijolos foram armazenados até que atinge a quantidade ideal que o forno suporta e em seguida os tijolos foram laminados usando se catana para corrigir as suas faces.



**Figura 13: a)** Secagem e armazenamento de tijolos

**b)** Processo de laminação de tijolos

*Fonte: Coleção própria, 2015*

#### Etapa 7: **Queima**

Depois de os tijolos serem laminados, foram transportados para o forno e devidamente organizados, onde deu-se o lugar ao processo de queima dos tijolos, que durou um período de 7 a 8h para que os tijolos perdessem a humidade e adquirissem a devida coloração.



**Figura 14: a)** Organização de tijolos dentro do forno

**b)** Processo de queima

*Fonte: Coleção própria, 2015*

#### Etapa 8: **Transporte e Armazenamento**

Fim da queima dos tijolos, foram deixados ainda dentro do forno até o arrefecimento e de seguida foram retirados para a proximidade da estrada como amostra para os consumidores.

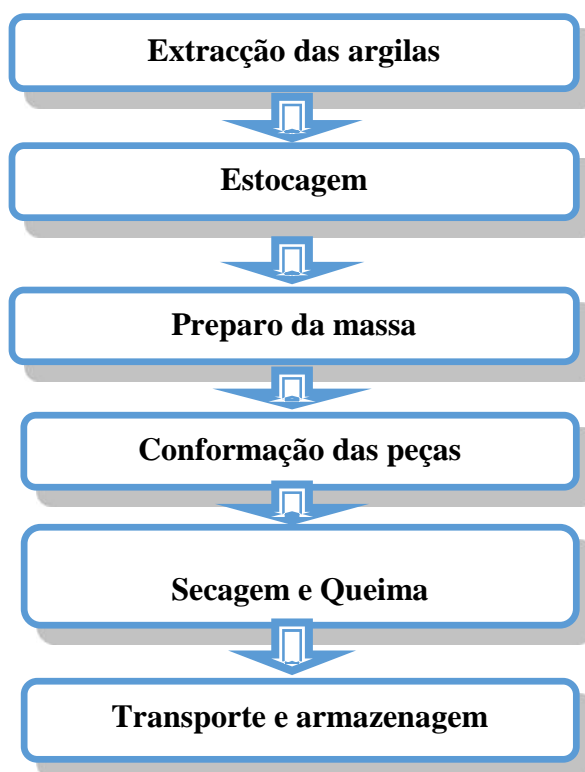


**Figura 15: a)** Retirada dos tijolos do forno

**b)** Tijolos preparado para comercialização

Fonte: Coleção própria, 2015

O fluxograma abaixo ilustra as seis etapas do processo produtivo dos tijolos cerâmicos:



**Figura 16: Fluxograma de Produção de tijolos cerâmicos.**

Fonte: O autor, 2015

### 3.6 Avaliação do produto acabado

#### 3.6.1 Determinação das dimensões dos tijolos

O ensaio de análise dimensional, foi realizado com o principal objectivo de verificar se havia conformidade nas dimensões dos tijolos. Com uso de uma régua metálica, foram verificadas para cada face dos tijolos testados, três pontos equidistantes, o valor final dimensional correspondente a cada face analisada, foi obtido mediante o uso da média aritmética dos três valores extraídos e inicialmente registados.

#### 3.6.2 Determinação da resistência à compressão



*Figura 17: Procedimentos de ensaio da resistência à compressão.*

*Fonte: Colecção própria, 2015*

Segundo a NBR 7171/1992, para obtenção da resistência à compressão, determinaram-se as dimensões das duas faces que ficam em contacto com os pratos da prensa de como ilustra a figura 19: base (l) e altura (c), seguidamente regularizaram se as faces. Usou-se uma prensa hidráulica, aplicando se uma força de cerca de 100 kgf/cm<sup>2</sup> até a ruptura do tijolo, e a tensão de ruptura à compressão dos tijolos foi calculada com recurso a expressão matemática ilustrada: Equação 1:

$$Tr = \frac{F}{l * c}$$

**Onde:**

Tr: Tensão de ruptura da amostra em *Mpa*

F: Força aplicada em *KN*

l \* c : Média da área de trabalho da amostra em *mm<sup>2</sup>*

### 3.6.3 Determinação do índice de absorção de água, (NBR 15310/2009)

Este ensaio, foi realizado com o objectivo de medir à quantidade total de água absorvida até a saturação do produto poroso, os valores de absorção foram obtidos mediante o cumprimento das etapas descritas a baixo:

Etapa I: As amostras foram inseridas e dessecadas em estufa a 105 °C durante 24:00 horas;

Etapa II: As amostras foram arrefecidas à temperatura ambiente e pesadas até a massa constante;

Etapas III: Colocaram-se as amostras completamente imersas em água por 24:00 horas;

Etapa IV: As amostras foram retiradas da água, limpadas rapidamente e novamente pesadas.



**Figura 18:** Procedimentos de ensaio de absorção de água

*Fonte:* Coleção própria, 2015

Os valores de absorção foram calculados com a equação, apresentada abaixo: Equação 2:

$$AA(\%) = \frac{m_3 - m_2}{m_2} \times 100$$

**Onde:**

AA: absorção de água em percentagem;

$m_2$ : peso da amostra seca em gramas;

$m_3$ : peso da amostra saturada com água em gramas.

### 3.6.4 Análise visual e da ressonância do produto acabado

O ensaio de análise visual e da ressonância, foi realizado em todos tijolos seleccionados para o estudo, dos quais foram submetidos a verificação das arestas, paralelismo entre as faces, presença de matéria orgânica e trincas. O procedimento adoptado consistiu em fazer apreciação visual geral do estado em que se encontravam os tijolos, com ênfase nos aspectos acima referidos.

A ressonância, foi determinada, a partir de golpes ligeiros sobre os tijolos, com colher de pedreiro e pedaços de varões encontrados no pátio de produção, tendo sido analisada com base no pressuposto de que, o som do tijolo mais compacto é geralmente estridente, enquanto, o som emitido pelo tijolo mais fraco é mais opaco.

### 3.7 Análises estatísticas

Os resultados foram avaliados quanto à sua variabilidade por parâmetros estatísticos de medida de dispersão: média aritmética, desvio padrão, variância e coeficiente de variação juntamente com o uso do pacote estatístico Excel para o processamento dos dados e a avaliação dos mesmos a partir de uma comparação dos resultados com as normas usadas e outras fontes de pesquisa que abordam assuntos similares.

- 1) Fórmula de cálculo da Média: Equação 3:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

- 2) Fórmula de cálculo da Variância: Equação 4:

$$s^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

- 3) Fórmula de cálculo de Desvio padrão: Equação 5:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot f_i}{n - 1}}$$

- 4) Fórmula de cálculo de Coeficiente de variação: Equação 6:

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \times 100\%$$

**Onde:**  $\bar{X}$  – Média,

$\sum x_i$  – Somatório dos valores das observações,

$n$  – Número das observações,

$x_i$  – Valor de cada observação

$s^2$  – Variância,

$s$  – Desvio padrão,

$f_i$  – Número de vezes que compõe uma observação,

$CV$  Coeficiente de variação.

**Fonte:** *Granzotto (2002)*



## **IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste capítulo, serão apresentados e analisados, os resultados dos ensaios de campo e laboratoriais realizados, a fim de justificar a metodologia empregue para realização da pesquisa.

### **4.1 Avaliação da matéria-prima**

Cada matéria-prima, integrante do processo fabril dos tijolos, dispõe de propriedades físicas e químicas que lhes conferem influência sobre a qualidade do produto final. Nos pontos que se seguem, serão dispostos os resultados dos ensaios empregues sobre os agregados, argila e água.

#### **4.1.1 Resultados do ensaio tacto - visual da matéria-prima**

A argila, armazenada aos montes e sem nenhum tipo de protecção, apresentou-se misturada com fragmentos de raízes de plantas e outros tipos de agregados mais finos, que sobrevoavam a argila destinada ao armazenamento (estocagem), também foi possível verificar na superfície das pilhas de argila, a presença de folhas de árvores que abundam o pátio da unidade fabril.

A água, utilizada na produção dos tijolos, foi proveniente de um furo local e não atende aos parâmetros estabelecidos para o consumo humano (má coloração, presença das larvas e fragmentos de raízes), podendo-se concluir com fundamento nesse pressuposto o qual OLIVEIRA, (2004) faz menção, de que não é propícia para a produção de tijolos.

A lenha usada no processo de queima dos tijolos foi adquirido localmente, verificando assim o desmatamento e sem reflorestamento e ainda com a legislação ambiental mais rigorosa no que concerne a extracção de mata nativa, não bastasse o problema do desmatamento inerente ao consumo da lenha, também pode se atribuir a poluição provocada pela queima desse insumo, que contribui para o aumento de dióxido de carbono na atmosfera e conseqüentemente o agravamento do efeito estufa.

## 4.2 Avaliação do processo de produção

O processo produtivo foi possível destacar problemas na extracção, preparação da massa; uso de moldes não padronizados e equipamentos rudimentares no processo de laminação afectando desse modo nas dimensões normalizados. O processo de secagem, realizado ao ar livre e a céu aberto, proporciona evaporação brusca da água e conseqüentemente problemas na hidratação da argila, contribuindo para o aparecimento de rachas, a redução dos valores de resistência a compressão e aumento da absorção, tornando os tijolos menos seguros.

## 4.3 Avaliação do produto acabado

Após a fase de avaliação do processo produtivo, deu se lugar a avaliação do produto final abrangendo a análise dimensional, de resistência e absorção.

### 4.3.1 Resultados do ensaio de análise dimensional

**Tabela nº 3: Resultados do Ensaio de análise dimensional.**

---

Nº Ordem	Tipo e tijolo 7		
	Largura média (mm)	Altura média (mm)	Comprimento médio (mm)
1	69,6	146,2	239,8
2	68,3	148,1	238,3
3	69,8	148,7	238,6
<b>Inconformidade</b>	<b>00</b>	<b>01</b>	<b>00</b>

---

*Fonte: Autor, com base em ensaios, 2015*

As inconformidades detectadas nesse ensaio, indicam claramente que, ocorreram falhas no processo produtivo dos tijolos, especificamente no que concerne a laminação dos tijolos e essas diferenças de tamanho apresentados são dificilmente percebidas pelos compradores, mas proporcionam aumento do desperdício das argamassas usadas no assentamento dos tijolos.

### 4.3.2 Resultados da resistência à compressão

Os resultados do ensaio apresentados na tabela 4, ilustram que os tijolos estudados apresentam-se em conformidade em relação a NBR 7171/1992, pois o seu desempenho médio de resistência a compressão é superior a 1,0 MPa, condição mínima para tijolos cerâmicos.

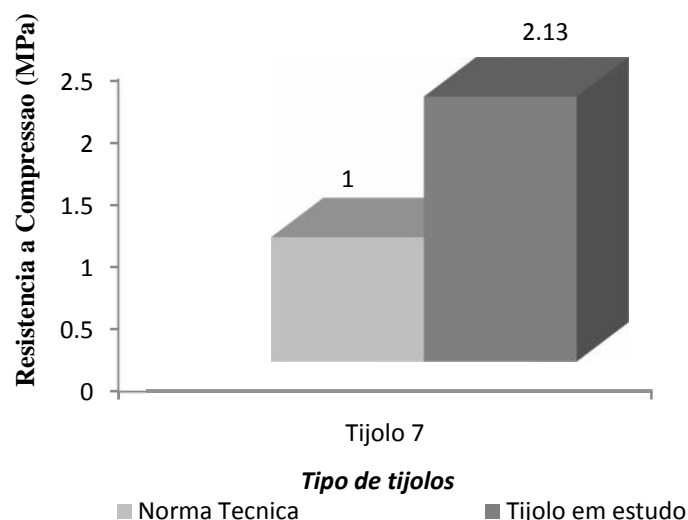
**Tabela nº 4: Resultados do Ensaio de Resistência Característica a Compressão.**

Nº	Tipo de Tijolo produzido e mais comercializado
	Tijolos 7
Resistência a compressão em (MPa)	
1	2,6
2	2,5
3	1,3
4	1,8
5	0
6	2,2
7	2,3
8	1,3
9	2,8
10	2,4
11	2,7
12	2,0
13	1,7
<b>Coefficiente de variação</b>	<b>24,17</b>
<b>Desvio padrão</b>	<b>0,52</b>
<b>Variância</b>	<b>0,27</b>
<b>Media</b>	<b>2,13</b>

---

*Fonte: Autor, com base em ensaios, 2015*

A figura representa uma análise comparativa dos valores médios de resistência a compressão.



**Figura nº 19: Resistência Característica a Compressão.**

*Fonte: Autor, com base em ensaios, 2015*

Os tijolos tiveram 24,17% de coeficiente de variação (cv), significando que possuem menor confiabilidade e media dispersão dos resultados obtidos.

O comprimento da resistência a compressão dos tijolos é um aspecto muito importante para a construção, possibilitando a segurança, durabilidade e resistibilidade do edifício, assim, garantindo a satisfação do cliente, (REGO, 2008).

O não atendimento aos parâmetros normativos mínimos indica que a parede poderá apresentar problemas estruturais como rachaduras e, conseqüentemente, oferecerá riscos de desabamento da construção, (FREITAS, 2001).

#### **4.3.3 Resultados do Ensaio de Absorção de Água**

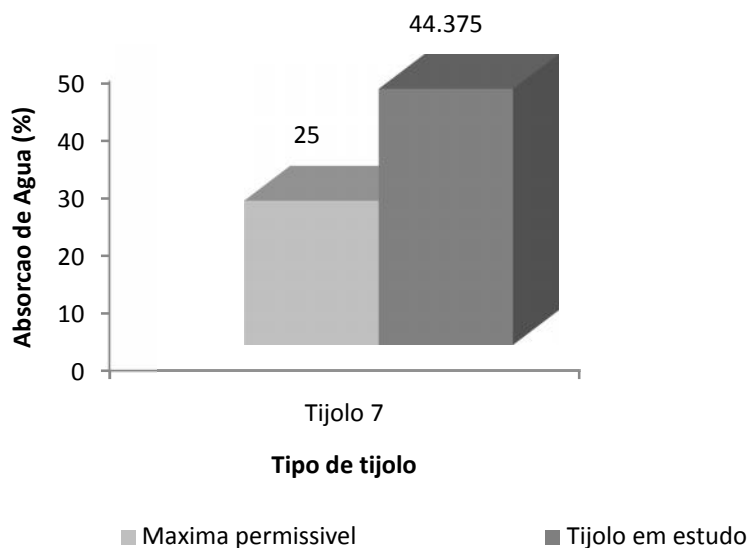
Os resultados de ensaio, atendendo e considerando que o valor percentual máximo permissível para absorção em tijolos cerâmicos é de 25%, verificou-se que os tijolos apresentaram valores de absorção acima de 25%, estando fora de conformidade com a NBR 7171/1992.

O ensaio realizado neste parâmetro não é de extrema confiança por ser simplesmente de 24 horas, atendendo e considerando que a queda das chuvas não ocorrem somente em 24 horas, é mais fiável e seguro realizar os ensaios de 48 horas ou mais, para garantir a segurança das construções.

**Tabela nº 5: Resultados do Ensaio de Absorção de Água.**

Nº	Tipo de tijolo produzido e mais comercializado	Tijolo 7	
		Absorção Individual (%)	
1		50,57	
2		46,28	
3		46,58	
4		36,72	
6		47,70	
<b>Coefficiente de variação</b>		<b>12,44</b>	
<b>Desvio padrão</b>		<b>5,52</b>	
<b>Variância</b>		<b>30,44</b>	
<b>Media</b>		<b>44,375</b>	

*Fonte: Autor, com base em ensaios, 2015*



**Figura nº 20: Percentual Médio de Absorção de Água.**

*Fonte: Autor, com base em ensaios, 2015*

A absorção dispadronizada, dos tijolos, está ligada ao facto de não ter sido efectuado previamente o controlo na selecção da matéria-prima e na preparação da massa, o que veio a proporcionar irregularidades as proporções atribuídas a matéria-prima empregue na elaboração dos tijolos, indicando que a parede construída com esses tijolos pode sofrer aumento de carga quando exposta à chuva, podendo acarretar problemas estruturais á construção.

Além disso, paredes de tijolos com alta absorção de água revelam problemas na aderência da argamassa de reboco, pois a água existente na composição da argamassa é absorvida, resultando em uma massa seca sem poder de fixação, (REGO, 2008).

Limites de absorção permitem uma aderência adequada entre os tijolos cerâmicos e a argamassa. Superfícies irregulares e porosas retiram rapidamente grande parte da água de amassamento da mistura fresca aumentando a retracção da argamassa de assentamento e revestimento, (BAR, 2003).

#### 4.3.4 Análise visual e da ressonância

**Tabela nº 6: Resultados de Análise visual e da ressonância**

Itens	Tipo de tijolos produzidos e mais comercializados	
	Tijolo 7	
	Inconformidade	
<b>Presença de tricas</b>	3,0	
<b>Arestas não rectas</b>	4,0	
<b>Fragmentos de raízes</b>	3,0	
<b>Som opacto</b>	2,0	

*Fonte: Autor, com base em ensaios, 2015*

Este tipo de tijolo cerâmico seleccionado, apresenta mau aspecto visual, presença de trincas e fragmentos de raízes de plantas, que podem proporcionar falhas na resistência característica a compressão e absorção fora dos padrões estabelecidos pela NBR 6136/2006.

Segundo BASTOS (1998), os tijolos usados na construção não devem apresentar defeitos sistemáticos tais como trincas, quebras, desuniformidade da cor, superfícies irregulares ou deformações que impeçam seu emprego na função especificada.

O mau aspecto visual sobre os tijolos, presença de trincas, rachas e fragmentos de raízes de plantas, está ligada ao facto de não ter sido efectuado previamente o controlo na selecção da matéria-prima e na preparação da massa, o que podem proporcionar falhas na resistência característica a compressão e absorção fora dos padrões, (SÉRGIO, 1998).

#### 4.3.5 Resultados de desvio em relação ao esquadro

**Tabela nº 7: Resultados de Ensaio do desvio em relação ao esquadro**

Corpo de prova	Desvio ao esquadro	Tolerância
1	5,10	
2	3,80	
3	3,70	±3
4	0,30	
5	2,85	

*Fonte: Autor, com base em ensaios, 2015*

A não conformidade neste ensaio indica que a parede poderá ter problemas ou seja, poderá ficar torta, conforme com, NBR 15270/2005, proporcionado assim o mau desempenho e maior consumo da quantidade de argamassa na tentativa de corrigir, (MOREIRA, 2009).

Se os tijolos não atenderem a padronização, em relação ao desvio ao esquadro de mostra que a parede construída como estes tijolos poderá ficar torta e maior consumo de argamassa na tentativa de corrigir este defeito sistemático, (FREITAS, 2007).

#### 4.3.6 Resultados de planeza das faces ou flecha (F)

**Tabela nº 8: Resultados de Ensaio da planeza das faces**

Corpo de prova	Planeza	Tolerância
1	1,85	
2	2,30	
3	1,25	±3
4	1,46	
5	2,55	

*Fonte: Autor, com base em ensaios, 2015*

Os resultados do ensaio apresentados na tabela 8, ilustram que os tijolos apresentam-se em conformidade em relação a NBR 7171/1992, isto é obedecem o limite da tolerância, pois a argamassa de reboco apresentará menores variações de espessura o que representará menores ônus para os consumidores que, na tentativa de corrigir o problema, (MOREIRA, 2009).

Segundo FONSECA (2003), conformidade desta propriedade mostra que a argamassa de reboco apresentará menores variações de espessura, assim proporcionado menor consumo de argamassa durante o reboco.

#### 4.4 Resultado geral

**Tabela nº 8: Resultado geral obtido nos ensaios**

Item	Resistência a compressão	Absorção de água	Desvio em relação ao esquadro	Planeza em relação as faces	Conclusão
Tijolo estudado	Conforme	Não conforme	Não conforme	Conforme	Não Conforme

*Fonte: Autor, com base em ensaios, 2015*

As não conformidades encontradas nas amostras indicam que houve falha no controle de fabricação do produto, conseqüentemente, o consumidor encontrará no mercado produtos sem padronização e, ao comprá-los, terá problemas ao longo da construção em função dos tijolos.



## **V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

### **5.1 Conclusões**

De acordo com as avaliações da qualidade do material, foram obtidas por meio de uma metodologia baseada em ensaios com fundamentos em normas técnicas, podendo-se concluir em função dos resultados que:

- Com relação a qualidade dos tijolos cerâmicos produzidos pela Associação Sonho do Indudo, foi possível avalia-la, com fundamento nos parâmetros adoptados para o controle da qualidade, tendo constatando-se que, os mesmos apresentavam se inadequada para aplicação em obras de construção.

- O facto de não ter sido efectuado previamente, o controlo sobre a matéria-prima (argila e água) empregue ao processo produtivo, contribuí negativamente para a qualidade final dos tijolos produzidos.

- O monitoramento feito no processo produtivo, apontou as etapas, de extracção, preparo da massa, secagem, a escassez de conhecimentos precisos a volta dos procedimentos de produção dos tijolos cerâmicos e uso de matérias e equipamentos rudimentares, como as causas da variabilidade dos resultados nos ensaios e perda de qualidade dos tijolos produzidos.

- Os ensaios realizados, ao produto final obtido, ficaram evidentes que absorção da água, é uma das variáveis de maior problema, já que os valores estão acima das recomendações das normas técnicas, indicando que, os tijolos produzidos pela Associação Sonho do Indudo, apresentaram-se fora dos parâmetros estabelecidos, facto que conduziu com que os mesmos fossem reprovados.

## 5.2 Recomendações

Para que os tijolos, produzidos pela Associação Sonho do Indudo, se ajustem aos padrões actuais de qualidade, recomenda-se á:

- Criação de uma cartilha com orientações sobre processo de produção e controle de qualidade dos tijolos cerâmicos;
- Uso de água com baixas substâncias que possam prejudicar as reacções de hidratação da argila.
- Extracção da argila nas bermas do rio Mutamba, deve se ter em conta a remoção da primeira camada, pois facilitará no decurso de outros processos;
- Uso de técnicas de separação da argila do material orgânico, para garantir a homogeneização do material.
- Realizar se estudos de género sobre diferentes tipos de tijolos cerâmicos comercializadas no mercado de Mutamba;
- Não realizar ensaios de absorção simplesmente de 24h, para obter resultados mais precisos.
- Mais pesquisas em outros pontos de Moçambique no que se refere a este material de construção para o melhoramento da qualidade destes e das construções a nível nacional, e mesmo do tijolo não queimado.
- Para próximas pesquisas, que sejam realizados os ensaios de granulometria e análise química da argila para adequação desta na produção de tijolos.

## VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANICER, (2002): Blocos Cerâmicos - Manual técnico. Edição 2, Fevereiro.
2. ANICER (2009): Fornos - existe um tipo especial para a sua empresa. Edição 56.
3. APICER, (2000): “Algumas considerações sobre os componentes cerâmicos presentes nas novas Normas de blocos cerâmicas”. Portugal.
4. ARAUJO, H.G (2009): Avaliação da qualidade dos blocos cerâmicos comercializados em Curitiba. Fortaleza.
5. ARAUJO, H.G. (2007): Manualização de construção da cerâmica. Monografia, pp39. Fortaleza. Centro de tecnologia, UFC
6. ARGILÉS, J. M. A (1993): Século XIX: Tijolos, é Lógico. *Revista Téchene*. São Paulo.
7. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1992): Bloco cerâmico para alvenaria. Rio de Janeiro.
8. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA (2002b): Informações Técnicas – Definição e Classificação. Rio de Janeiro.
9. ABNT- NBR 15270-2, (2005): Determinação da massa e da absorção de água, Rio de Janeiro.
10. BAR, A (2003). Caracterização dos tijolos e blocos cerâmicos utilizados na cidade de Ijuí. Rio Grande do Sul.
11. BASTOS. M (1998): Estudo das características físicas e mecânicas de blocos cerâmicos.
12. BAUER, L. A. F (1998): Materiais de Construção. Edição 5. Rio de Janeiro.
13. BOUTH, J.A.C. (2005): Estudo da potencialidade de produção de tijolos de adobe misturado com outros materiais alternativos de baixo custo para construção civil. Dissertação de mestrado. Natal/RN. PPGEM, UFRGN
14. DAFICO. D. A (1994): Programa Goiano de Qualidade e Produtividade na Indústria da Construção Civil. Florianópolis.
15. DANTAS, M.A; GALVÃO, S.B (2006). Estudo comparativo de blocos cerâmicos para alvenaria produzidos no estado do Rio Grande do Norte. Foz do Iguaçu.
16. DIAS. R (2006): Qualidade na Aquisição de Materiais e Execução de Obras. CTE – Centro de Tecnologia de Edificações, SEBRAE, SINDUSCON. São Paulo.

17. DIAS, F.S; TOLEDO, R (2007): Avaliação do impacto no custo de edificações devido a blocos cerâmicos não normatizados. São Paulo
18. DNAL. (2005) Perfil do Distrito de Jangamo. Pp44. MAE. República de Moçambique.
19. FACINCANI, T. S (2002): Propriedades físicas e mecânicas de blocos estruturais produzidos com agregados reciclados de cerâmica. (Dissertação de mestrado). São Universidade de São Paulo.
20. FONSECA. P. J (2003): Construção civil aquecida exige maior produção e qualidade das cerâmicas”. Rio de Janeiro.
21. FREITAS, L.S (1997): Tecnologia dos processos construtivos de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos. São Paulo.
22. FREITAS, E. N. G, (2001): O desperdício na construção civil: caminhos para sua redução. Rio de Janeiro
23. FREITAS, E. N. G (2007): Avaliação das características mecânicas de produtos de cerâmica produzidos em Santa Maria - RS. Rio de Janeiro.
24. GRANZOTTO, A. J (2002): MEDIDAS DE DISPERSÃO ABSOLUTA
25. GRIGOLLETI, (2003): Materiais Cerâmicos de Construção Civil. São Paulo
26. MADEIROS, S (2006): Informações Técnicas – Processo de fabricação. Rio de Janeiro.
27. MEHTA, P.K; MONTEIRO. J. M. (2003): Estrutura, propriedades e materiais. São Paulo.
28. MOREIRA (2009): Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaio. São Paulo.
29. NBR 15270-3, (2005) – Cerâmica Francesa - Determinação da Carga de Ruptura à Flexão - Método de Ensaio. Rio de Janeiro.
30. NBR 7171, (1992): Bloco cerâmico para alvenaria – Especificação. Rio de Janeiro.
31. NORTON. F. (2006): Avaliação do desempenho de blocos. (Tese de Licenciatura). Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
32. OLIVEIRA. A. L, MEDEIROS, S. (2004): Contribuição para a Dosagem e Produção de Peças de Cerâmica. (Tese de Doutorado em Engenharia Civil). Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina.
33. OLIVEIRA, S. M (2003): Avaliação de blocos e tijolos cerâmicos do estado de Santa Catarina. Florianópolis.

34. OLIVEIRA, S.M; ROMAN, H.R (1994): Avaliação e uso de blocos cerâmicos nos estados da Baía e Santa Catarina. Florianópolis.
35. GOVERNO DO DISTRITO DE JANGAMO (2011): Plano estratégico de desenvolvimento distrito. Moçambique.
36. PICHI, F.A (2010): Sistemas da Qualidade e Uso em Empresas de Construção de Edifícios. São Paulo.
37. PINHEIRO, R.M (2009): Efeito da temperatura de queima em algumas propriedades mecânicas de cerâmica vermelha. Fortaleza.
38. POZZOBON L, RIZATTI. T. (1998): Perdas na Construção Civil – Uma proposta conceitual e ferramentas para prevenção. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Qualidade no Processo Construtivo. Florianópolis.
39. FREITAS, G.F (2007): Estudo das características físicas e mecânicas de blocos cerâmicos produzidos nos municípios de São Luis e de Rosário no estado do Maranhão. Salvador-Bahia.
40. REGO, V. R (2008): Avaliação da conformidade de blocos cerâmicos para alvenaria de vedação produzidos na região integrada de desenvolvimento da grande Teresina.
41. RODRIGUES, (2001): Certificação de Conformidade dos Produtos Cerâmicos no Estado de Pernambuco – Resultados Iniciais. Rio de Janeiro.
42. RODRIGUES, (2002): Análise de processos produtivos em cerâmica vermelha. Rio de Janeiro.
43. SANTOS. P.S (1989): Ciência e tecnologia das argilas. Edição 2. S. Paulo.
44. SATTLER, M. A (2003): Estratégias ambientais para indústrias de cerâmica vermelha do estado do Rio Grande do Sul.
45. SENAI. L. (2006). Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural: avaliação de parâmetros básicos de produção. São Paulo
46. SÉRGIO H.R (1998): Características Físicas e Mecânicas que devem apresentar os tijolos e blocos cerâmicos para alvenaria de vedação e estrutural. Rio de Janeiro.
47. SILVA, N.C (2000): Qualidade dos Produtos de Cerâmica Vermelha na Região de São Carlos. São Pedro.
48. SILVA, N.C (2001): Qualidade dos Produtos e Relações com a Indústria da Construção Civil. Florianópolis.
49. SOUZA, D.R.R (2013): Emissão dos gases poluentes das indústrias cerâmicas do vale do Auç/RN.

## **Apêndices**

## Resultados de laboratório de Engenharia de Moçambique

### Apêndice 1: Material: Tijolo cerâmico 7

Tipo de Ensaio: Resistência à Compressão

Referencia		Data		Idade em dias	Peso em kg	Secção 10mm <sup>2</sup>	Carga de rotura 10 <sup>3</sup> N	Tensão de rotura N/mm <sup>3</sup>
Nº	Req	Fabrico	Ensaio					
1	Tijolo 7	7/01/15	19/01/15	12	2,90	16,8	44,3	2,6
2	Tijolo 7	-	-	-	3,08	-	42,0	2,5
3	Tijolo 7	-	-	-	3,10	-	21,5	1,3
4	Tijolo 7	-	-	-	3,19	-	30,1	1,8
5	Tijolo 7	-	-	-	3,04	-	0	0
6	Tijolo 7	-	-	-	3,23	-	36,2	2,2
7	Tijolo 7	-	-	-	3,08	-	38,0	2,3
8	Tijolo 7	-	-	-	3,33	-	22,0	1,3
9	Tijolo 7	-	-	-	3,07	-	46,2	2,8
10	Tijolo 7	-	-	-	3,12	-	39,5	2,4
11	Tijolo 7	-	-	-	3,31	-	45,0	2,7
12	Tijolo 7	-	-	-	3,18	-	33,5	2,0
13	Tijolo 7	7/01/15	19/01/15	12	3,21	16,8	28,2	1,7
<b>Media</b>								<b>2,13</b>

**Apêndice 2:** Material: Tijolo cerâmico 7

Tipo de Ensaio: Absorção de Água

Prova n°	m <sub>2</sub> (g)	m <sub>3</sub> (g)	$\frac{m_3 - m_2}{m_2} \times 100$ (%)
I	3310	4984,5	50,57
II	3011	4404,5	46,28
III	3014	4418,0	46,58
IV	3246	4438,0	36,72
V	3040,5	4208,0	38,40
VI	3226,5	4765,5	47,70
<b>Media</b>			<b>44,375</b>

**Apêndice 3:** Material: Tijolo cerâmico 7

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio Esquadro	Flecha
1	5,10	1,85
2	3,80	2,30
3	3,70	1,25
4	0,30	1,46
5	2,85	2,55



**Apêndice 4: Tijolo em estudo**

