

UNIVERSIDADE POLITÉCNICA – A POLITÉCNICA  
Instituto Superior de Estudos Universitário de Nampula – (ISEUNA)  
Licenciatura de Engenharia Civil

**ASPECTOS TÉCNICOS PARA A CONSTRUÇÃO DE  
EDIFICAÇÃO ECOLÓGICA DE BAIXA RENDA NA CIDADE DE NAMPULA NO  
BAIRRO DE NAMICOPO**

José António Alage

Nampula, 2020

José António Alage

**ASPECTOS TÉCNICOS PARA A CONSTRUÇÃO DE  
EDIFICAÇÃO ECOLÓGICA DE BAIXA RENDA NA CIDADE DE NAMPULA NO  
BAIRRO DE NAMICOPO**

Monografia apresentada a Instituto Superior de Estudos Universitários de Nampula (ISEUNA), Universidade Politécnica — A politécnica como parte de requisito necessário para a obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Civil.

Nampula, 2020

## **PARECER DO SUPERVISOR**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabalho principalmente a Deus, por ser tão essencial em minha vida, e porque sem ele não teria forças de caminhar nessa longa jornada. Ao meu pai António Alage, a minha mãe Elisabete José Lundo, aos meus irmãos, a minha namorada Neide Jesus Da silva Álvaro, que estava sempre presente nos momentos bons e maus dessa caminhada, aos meus colegas e aos meus docentes do curso que foram tão importantes na minha vida académica e no desenvolvimento dessa Monografia.

## **AGRADECIMENTO**

Primeiramente agradecer a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e em todo ele é o maior mestre que alguém pode conhecer. Agradecer a esta Universidade, seu corpo docente, direcção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro. Agradecer ao Engenheiro Ângelo Daniel Soares pela orientação, apoio, confiança e elaboração deste trabalho. Agradecer aos meus pais que apesar de todas as dificuldades me fortaleceram e que para mim foi muito importante e a todos que directa ou indirectamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

## **DECLARAÇÃO DE AUTENTICIDADE**

Eu, José António Alage, declaro por minha honra que esta monografia referente ao tema “aspectos técnicos para a construção de edificação ecológica de baixa renda na cidade de Nampula”, nunca foi apresentada em nenhuma instituição de ensino público e privada e que as informações nela contida foram fruto da minha investigação com suporte bibliográfico citado ao longo do trabalho.

Nampula, \_\_\_\_\_ de Fevereiro de 2020

---

José António Alage

## RESUMO

Maior parte da população moçambicana principalmente a camada jovem vive em condições habitacionais precárias, alguns mesmo sem habitação, sendo que maior parte desta camada busca nas cidades melhores condições de vida com vista a adoção de recursos financeiros para a construção de uma habitação. Diversas as vezes o ramo da engenharia civil tem buscado em diferentes alternativas construtivas um meio que economize o processo construtivo, desta forma buscam-se meios e recursos local que de certa forma reduzem o custo de um edifício. Entretanto neste trabalho buscou-se desenrolar em torno das principais técnicas eficientes da construção de habitação sustentável do ponto de vista económico. Num plano de habitação governamental para as comunidades ou população, a implementação de técnicas eficientes e mecanismos de construção sustentável, tornaria a habitação algo de fácil acesso a todos e se reduziria o índice de pobreza absoluta. Uma casa ecologicamente sustentável é um tipo de habitação onde os recursos matérias e técnicas de execução são ligeiramente económicas em função as comuns e este tipo de habitação tem sido considerada uma alternativa do problema de habitação social.

**Palavras-chave:** Construções ecológicas, habitação, economia e sustentabilidade construtiva

## **ABSTRACT**

For many years Mozambique has faced the challenge of solving the problem of the housing deficit. There were several housing programs created by the Government, but it is still a problem. Allied to this reality, the attention to the preservation to the environment, has given rise to solutions that meet both demands. To find the right balance of low-income housing construction and impact as little as possible on nature, the eco-house for low income was created, which meets all quality requirements, uses ecological materials and technologies that serve the same or superior to the conventional house. Through the provision of appropriate government subsidies, green enterprises are possible to become a reality in the lives of the low-income population. In this monograph, in addition to the technical aspects for the construction of ecological edification for low income, it is detailed a housing project of social interest, which uses ecological technologies and materials.

**Keywords:** Ecological constructions, Low-income housing, Ecological technology

## Índice

Lista de figuras .....	xiii
Lista de tabelas .....	xv
Lista de anexos .....	xvi
Lista de siglas & Abreviatura .....	xvii
CAPITULO I – INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Introdução .....	1
1.2 Delimitação do tema .....	2
1.3 Problematização .....	2
1.4 Justificativa.....	3
1.5 Objectivos .....	4
1.5.1 Objectivo geral.....	4
1.5.2 Objectivo específico .....	4
1.6 Hipóteses do Problema .....	4
1.7 Estrutura do Trabalho .....	5
CAPITULO II – METODOLOGIA.....	7
2.1 Metodologia .....	7
2.1.1 Método de abordagem .....	7
2.1.2 Método de observação directa.....	8
2.1.3 Método indutivo.....	8
2.2 Tipos de pesquisa.....	8
2.3 Procedimentos técnicos.....	8
CAPITULO III – FUNDAMENTACAO TEORICA.....	10
3.1. Construções Ecológicas.....	10
3.2. Setor da Construção Civil .....	10
3.3. Oque é Construções Ecológicas.....	11
3.3.1. Vantagens de uma Casa Ecológica .....	12
3.3.2. Desvantagens de uma Casa Ecológica .....	12
3.4. Tipologia De Habitações De Baixa Renda .....	13
3.4.1. Fundação Tipo Radier.....	15

3.4.2	A fundação em baldrame .....	16
3.5.	Impactos da Construção Civil .....	17
3.6.	Construção civil sustentável.....	18
3.6.1.	Sustentabilidade econômica. ....	18
3.6.2.	Sustentabilidade ambiental .....	18
3.6.3.	Sustentabilidade social .....	19
3.6.4.	Obtidos a partir de resíduos .....	20
3.6.5.	Obtidos a partir de fontes renováveis.....	20
3.6.6.	Recicláveis.....	20
3.6.7.	Disponibilidade próxima do local de produção .....	20
3.6.8.	Baixa energia primária incorporada. ....	21
3.6.9.	Sem químicos nocivos à saúde humana.....	21
3.7.	Construções habitacionais de baixa renda .....	21
3.8.	Materiais de construção e o Meio Ambiente .....	21
3.9.	Critérios ambientais .....	23
3.9.1.	Recursos inesgotáveis .....	23
3.9.2.	Recursos substituíveis e renováveis .....	24
3.9.3.	Recursos insubstituíveis ou não renováveis .....	24
3.10.	Materiais de baixo impacto ambiental utilizado em edificações residenciais ..	25
3.10.1.	Solo como material de construção .....	26
3.10.2.	Tijolo ecológico .....	26
3.10.3.	As desvantagens podem ser vistas a seguir:.....	28
3.10.4.	Cimento ecológico.....	29
3.10.5.	Tubulações PEAD e PPR .....	30
3.10.6.	Equipamentos Sanitários de Baixo Consumo .....	30
3.10.7.	Bacia com descarga dupla .....	30
3.10.8.	Torneiras automáticas.....	31
3.10.9.	Lâmpadas de Alta Eficiência Energética.....	32
3.10.10	Tinta Mineral Natural.....	33
3.12.	Durabilidade da habitação .....	35
3.13.	QUALIDADE E CONFORTO .....	35
3.14.	Custo de construção e manutenção.....	36

3.15. TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS IMPLANTADAS NO PROJETO BASE ....	37
3.16. Telhado Verde .....	38
3.16.1. Definição De Telhado Verde.....	38
3.16.2. Tipos De Telhados Verdes .....	39
3.16.3. Vantagens do Telhado Verde .....	40
3.16.4. Diminuição na Variação de Temperatura Durante o Dia e a Noite .....	40
3.16.5. Isolamento Térmico .....	40
3.16.7. Maior Conforto Acústico da Edificação .....	41
3.16.8. Contribuem para uma Melhor Qualidade de Vida e na Saúde Humana ....	41
3.16.9. Formam Nova Biodiversidade.....	41
3.16.10. Produção de Alimentos.....	41
3.16.11. Desvantagens do Telhado Verde .....	42
3.16.12. Detalhes Construtivos.....	42
3.16.13. Vegetação.....	44
3.16.14. Camada de Substrato .....	44
3.16.15 Camada Filtrante .....	44
3.16.16. Camada Drenante .....	44
3.16.17. Isolamento Térmico .....	44
3.16.18. Proteção Anti-Raíz.....	45
3.16.19. Camada de Impermeabilização .....	45
3.16.20. Estrutura do telhado.....	45
3.17. Energia solar fotovoltaica.....	45
3.17.1. Vantagens.....	47
3.17.2. Desvantagens.....	47
3.18. Sistemas De Aproveitamento De Águas Pluviais (Saap) No Mundo .....	48
3.18.1. Vantagens E Desvantagens dos Saap.....	49
3.18.2. Conceito Do Aproveitamento De Águas Pluviais Em Edifícios .....	50
3.18.3. Recolha.....	51
3.18.4. Coeficiente de escoamento.....	51
3.18.5. Área de captação .....	52
3.18.6. Condução E Tratamento .....	52
3.18.7. Tratamento e coeficiente de eficiência de filtragem .....	52

3.18.8. Armazenamento.....	53
3.18.9. Condução Para Pontos De Consumo .....	53
3.18.10. Usos Da Água Recolhida E Consumos.....	53
3.18.11. Consumos.....	54
CAPITULO IV – Apresentação E Análise Dos Dados .....	54
Breve historial da área de estudo .....	54
Desenho metodológico .....	55
Aspectos técnicos para a construção de edificação ecológica de baixa renda na cidade de Nampula .....	57
Discussão de dados à luz do quadro teórico .....	58
Estudo de caso .....	59
Mapa de Moçambique Ilustrando a província de Nampula.....	60
Conclusão .....	<b>Erro! Marcador não definido.</b>
MAPA DE MOCAMBIQUE ILUSTRANDO PROVÍNCIA DE NAMPULA AREA DE ESTUDO BAIRO DE NAMICOPO.....	65
Referências bibliográficas .....	69

## Lista de figuras

Figura 1- portal construções .....	29
Figura 2- Fonte: <a href="http://engcarlos.com.br/como-fazer-a-viga-baldrame/">http://engcarlos.com.br/como-fazer-a-viga-baldrame/</a> .....	30
Figura 3 - Critérios de seleção de materiais de construção.....	32
Figura 4 - Cadeia da construção civil e seus impactos ambientais.....	34
Figura 5 - Componentes da mistura de solo-cimento.....	40
Figura 6 - Cimento ecológico.....	42
Figura 7 - Tubo PPR PN12 utilizado para instalações de água fria.....	43
Figura 8- Bacia com descarga dupla.....	45
Figura 9- Torneira com sensor automático.....	45
Figura 11 - lâmpadas fluorescentes.....	46
Figura 12- Lâmpada Led Mine 3022.....	47
Figura 13 - Algumas cores disponíveis de tinta mineral natural.....	48
Figura 14 - Maquete em 3 dimensões do projeto base modificado.....	52
Figura 15 - cobertura verde.....	53
Figura 16 - Sistema alemão de coberturas verdes.....	58
Figura 17 - Fonte: <a href="http://www.orbitalsolar.com.br/como-funciona/">http://www.orbitalsolar.com.br/como-funciona/</a> .....	62
Figura 18 - Fonte: <a href="http://www.orbitalsolar.com.br/como-funciona/">http://www.orbitalsolar.com.br/como-funciona/</a> .....	62
Figura 19 - Esquema representativo de um sistema de recolha de água pluvial a verde.....	65
Figura 20 - Reservatório de captação e autolimpeza.....	76

Figura 21 - Esquema de utilização de água de máquina de lavar para irrigação de jardim..... 78

## Lista de tabelas

Tabela 1 - Avaliação quanto a disponibilidade de materiais de construção.....	38
Tabela 2 - Valores dos coeficientes de escoamento.....	66
Tabela 3 - Representação do universo e a amostra da pesquisa e as respectivas técnicas de recolha de dados.....	70
Tabela 4 - Quais são os problemas das edificações e ambientais que consegue notar neste bairro?.....	71
Tabela 5 - Dentre os problemas das edificações e ambientais, qual acha ser o principal?.....	72

## **Lista de anexos**

Anexo 1 – Pavimento permeável em blocos inter-travados .....	85
Anexo 2 – Detalhe “Concregrama” .....	85
Anexo 3 – Plano de infiltração com depressão e dreno para infiltração.....	86
Anexo 4 – Peco de Infiltração de águas pluviais.....	86
Anexo 5 – Esquema ilustrativo de um sistema de infiltração de água de chuva utilizando valas de infiltração.....	87

## **Lista de siglas & Abreviatura**

ESEUNA - Escola Superior de Estudos Universitário de Nampula

Saap - Sistemas De Aproveitamento De Águas Pluviais

CBIC- Câmara Brasileira da Indústria da Construção

# **CAPITULO I – INTRODUÇÃO**

## **1.1 Introdução**

Na construção civil um dos maiores desafios dos responsáveis desta área e a economia dos seus produtos, entretanto a criação de mecanismos de redução de custos em um dado projecto surge na medida em que se usam técnicas eficientes e tecnologias que reduzam o consumo de energia e ainda pensando na redução de impactos ambientais elevados.

De acordo com Mendes (2013), a indústria da construção é uma das actividades que mais consome recursos naturais. Estima-se que entre 40% e 75% dos recursos naturais existentes são consumidos por esse sector, resultando assim em uma enorme geração de resíduos.

Este facto descredibiliza este sector em comparação com os outros sectores, sendo que uma das maiores lutas actualmente é a preservação ambiental que consiste na produção reduzida dos tais resíduos.

Actualmente a temática referente a construção de edificações ecológicas de baixa renda é imprescindível pois há necessidade e oportunidade de executar construções que tenham um mínimo de impacto ambiental. É importante conhecer os tipos de materiais de característica ecológica, suas vantagens, qualidades, durabilidade e acessibilidade. O foco está na redução do consumo de recursos naturais, como água e energia, sem esquecer do correto gerenciamento de recursos.

Conforme (SOUZA, 2003); o projecto Casas Ecológicas surgiu com o propósito de apresentar algumas alternativas de construções sustentáveis, de práticas já utilizadas e de modelos de certificação que podem ser adoptadas pela sociedade com o intuito de contribuir com o desenvolvimento sustentável do habitat humano.

O Problema encontrado é que muitas pessoas não conhecem o valor de uma obra ecológica e o quanto irão economizar se fizerem esse tipo de obra. É impossível continuar a caminhada sem rever o quanto esse tipo de construção irá ajudar no nosso meio ambiente.

O presente trabalho tem como tema, **aspectos técnicos para a construção de edificação ecológica de baixa renda na cidade de Nampula no bairro de namicopo**, tendo em vista melhorar as técnicas de construções de residência a diversas camadas sociais na cidade de Nampula.

## **1.2 Delimitação do tema**

Lakatos & Marconi (2003:102) afirmam que

*“Tema é assunto que se deseja desenvolver. É uma dificuldade prática enfrentada pelo autor na sua curiosidade científica de desafios encontrados na leitura de outros trabalhos ou da própria teoria”.*

Esta pesquisa é de carácter expositivo, sendo que a proposta é dada para a cidade de Nampula no geral, sem necessariamente citar um ponto específico no interior da urbe, desta forma não poderá ser apresentado um modelo que represente o objecto de estudo, mas poder-se-á em certas fases apresentar-se meios ou recursos que a cidade apresenta que tornam deste local melhor no enquadramento da pesquisa. A escolha deste local não é baseado em uma motivação especial, mas este surge simplesmente devido ao enquadramento da pesquisa.

## **1.3 Problematização**

Segundo Gil (2005) *“problema é qualquer questão não resolvida e que é objecto de discussão, em qualquer domínio de conhecimento”.*

O sector de construção é tido como um que mais resíduos produz, cada vez mais a sustentabilidade nas construções esta deixando de ser novidade no mundo inteiro e cidade de Nampula não foge dessa realidade, este sector tem enfrentado desafios em agregar medidas com vista a minimizar a emissão destes resíduos e em contrapartida o reaproveitamento destes em atividades benéficas neste sector.

No sector da construção em diferentes locais do mundo tem se formulado normas com objectivo de tornar as actividades ecologicamente sustentável, pois embora a aplicação destas serem poucas vezes seguidas rigorosamente, nota-se que maior arte do foco dos

engenheiros e a garantia do enquadramento dos aspectos arquitetónicos e a garantia da segurança estrutural deixando muita das vezes a sustentabilidade para ultimo plano.

A província de Nampula é tida como a mais populosa em termos do levantamento estatísticos dos censos realizados, a sua capital tem sido um ponto de concentração de varias pessoas que realizam o êxodo rural na procura de condições estáveis de vida ou mesmo de empregos seguros, e estes acabam por aglomerar-se em zonas suburbanas das cidades em palhotas precárias devido ao fraco poder financeiro de construção de uma habitação melhorada.

Na perspectiva de melhorar a estabilidade e o bem-estar da população particularmente na cidade de Nampula, visto que a urbanização e as habitações da maioria das populações da cidade em estudo levanta-se assim a seguinte **pergunta de partida**:

**Como empregar as técnicas de construção para edificações ecológica de baixa renda na cidade de Nampula?**

## **1.4 Justificativa**

LAKATOS & MARCONI (2003:220) sustentam que,

*“Justificativa é o único item do projecto que apresenta respostas da questão porquê? É o elemento que contribui mais directamente na aceitação da pesquisa pela (s) pessoa (s), que vai (ão) financiá-la, consiste numa exposição suscita, porém, completa as razões de ordem teórica e de motivos de ordem prática que tornam importantes à realização da pesquisa”.*

A cidade de Nampula é rica em diversidade de materiais de construção que são derivado dos recursos florestais dos distritos circunvizinhos e no interior da mesma em áreas de expansão da cidade. A terra deste local é caracterizada por um material argilo-rochoso e arenoso, também constituem recursos naturais primários para a construção de residências com menos impactos ambientais negativos. Uma das razões da escolha desse tema foi dada por conta da ideia de trazer uma forma de utilizarmos material local na execução de casas ecológicas de baixa renda na construção civil na cidade de Nampula. Para a obtenção do pensamento e acção voltados para a preservação do meio

ambiente, mesmo quando a modificação do ambiente se torna necessária para abrigar novas necessidades de uma sociedade em função do seu crescimento, é indispensável que esta sociedade tenha educação ambiental.

## **1.5 Objectivos**

Jorge, (2016) apud Lakatos & Marconi (2003:102) sustentam que,

*“a definição dos objectivos determinam o que o pesquisador quer atingir com a realização do trabalho de pesquisa. Objectivo é o sinónimo de meta, fim e podem ser gerais e específicos”.*

Através de uma pesquisa procura-se encontrar respostas para questões que surgem a partir da observação e da reflexão sobre problemas nos diferentes campos do conhecimento.

### **1.5.1 Objectivo geral**

- Propor matérias e técnicas de construção sustentável para cidade de Nampula.

### **1.5.2 Objectivo específico**

Como mecanismo do alcance do objectivo geral, tem-se como objectivos específicos os seguintes:

- Apresentar diretrizes ou medidas consideradas ecológicas na construção;
- Identificar os materiais adequados para a construção ecológica na cidade de Nampula;
- Propor mecanismos de construções que reduzem minimamente o impacto ambiental na cidade de Nampula.

## **1.6 Hipóteses do Problema**

Segundo Lakatos & Marconi (2003:135) afirmam que “hipóteses são formulações provisórias dos que procuram conhecer em consequência, são as prováveis respostas para o problema ou assunto da pesquisa”. O presente projecto, tem como hipóteses:

- A construção de casas ecologicamente sustentáveis, reduzem a pobreza absoluta e preservam a natureza.
- A construção de moradias ecologicamente sustentável podiam constituir um plano óptimo de habitação de baixa renda.

## **1.7 Estrutura do Trabalho**

A presente monografia foi elaborada de forma simples e prática para preservar a síntese do tema abordado no decorrer do trabalho, referente a essa organização go trabalho no seu todo é composta por cinco capítulos, visando dar uma visão geral desse trabalho ao leitor, este foi dividido da seguinte forma:

**Capítulo I** – é feita a introdução do projecto ou seja faz-se a apresentação do objecto do estudo, claramente definido, fazendo-se de seguida a delimitação do tema, a problematização em que é também apresentada a pergunta de partida, de seguida os objectivos, as hipóteses tendo em conta a problematização e consequente pergunta de partida, e a justificativa, para finalizar, são apresentados o universo e amostra do trabalho.

**Capítulo II** – Ocupa-se na fundamentação teórica a respeito aos aspectos técnicos para a construção de edificação ecológica de baixa renda na cidade de Nampula, sua caracterização, onde se enumeram as regras de construção, abordando cada componente, tipos e técnicas utilizados separadamente. Também, apresenta-se uma noção de casas ecológicas e seus funcionamentos para uma melhor compreensão do tema em estudo.

**Capítulo III** – Metodologia, onde faz-se a descrição clara das técnicas e meios utilizados para a recolha de dados e informações. E também ocupa-se da pesquisa do campo e procede a caracterização da pesquisa de campo, nos aspectos dos sujeitos da pesquisa, instrumentos de pesquisa e procedimentos metodológicos.

**Capítulo IV** – Faz-se a análise e apresentação de dados, também apresenta-se um estudo de caso na Cidade de Nampula.

**No Capítulo V** – São apresentadas as conclusões fazendo-se o balanceamento das hipóteses, para poder verificar-se, se foram ou não cumpridas no trabalho. Neste, também contemplam as sugestões, os apêndices e anexos.

## CAPITULO II – METODOLOGIA

O presente capítulo ocupa-se fazer descrição clara das técnicas e meios utilizados para a recolha de dados e informações. E também ocupa-se da pesquisa do campo e procede a caracterização da pesquisa de campo, nos aspectos dos sujeitos da pesquisa, instrumentos de pesquisa e procedimentos metodológicos.

### 2.1 Metodologia

Segundo Ivala & Luís (2007:26) sustentam que,

*“a metodologia de pesquisa num planeamento deve ser entendida como o conjunto detalhado e sequencial de métodos e técnicas científicas a serem executadas ao longo da pesquisa de tal modo que se consiga atingir os objectivos inicialmente propostos e, ao mesmo tempo, atender os critérios de menor custo, maior rapidez, maior eficácia e mais fiabilidade de informação”.*

#### 2.1.1 Método de abordagem

Bervian & Cervo (2002:25) afirmam que *“este método entende-se o dispositivo ordenado, o procedimento sistemático, em plano geral”*. A presente pesquisa quanto a abordagem é qualitativa.

- **Abordagem Qualitativa** – ao descrever qualquer aspecto será necessário mostrar os seus pressupostos e neste âmbito, não se pode generalizar ou dar resultados sem que primeiro sejam identificadas as condições que fazem com que se chegue aos tais resultados. Ela proporcionará respostas do ponto de vista qualitativo ao problema levantado e permitirá a busca de respostas no campo relacionadas com o problema em causa e em seguida, o autor examinará as diversas ideias dos pesquisados o que lhe permitirá melhor apreensão do objecto de estudo.

### **2.1.2 Método de observação directa**

Para permitir que o autor perceba os fenómenos que possam evidenciar as causas deste acontecimento (fenómeno) e para apurar a veracidade da informação, o autor basear-se-á para a presente pesquisa a colectados através de observações directas. “A observação é uma técnica de recolha de dados para conseguir informações e utilizar sentidos na observação de alguns sentidos na observação de determinados aspectos da realidade” Lakatos & Marconi (2002:192).

### **2.1.3 Método indutivo**

Segundo Lakatos & Marconi (2005), “indução é um processo mental por intermédio do qual, partindo de dados particulares, suficientemente constatados, infere-se uma verba geral ou universal, não contida nas partes examinadas”. O autor, para alcançar os objectivos deste estudo, cingiu-se no método indutivo que consiste em registos de factos para chegar a conclusão dos conteúdos gerais.

## **2.2 Tipos de pesquisa**

Segundo Lakatos & Marconi (2003) “demonstra que a pesquisa, na forma mais simples, significa procurar respostas para indagações existentes. Com isso, as pesquisas podem ser classificadas de ponto de vista da sua natureza, forma de abordagem do problema, dos seus objectivos e de ponto de vista dos procedimentos técnicos”.

Visto que se pretende redimensionar o sistema de drenagem da Rua da França na Cidade de Nampula, a pesquisa será exploratória, porque tem como objectivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vista a torná-lo mais explícito; envolverá levantamento bibliográfico e pesquisa de campo. Geralmente, assume a forma de pesquisa de campo e pesquisa bibliográfica.

## **2.3 Procedimentos técnicos**

Para o projecto, cingir-se-á basicamente em observação – observação ao local de estudo para poder evidenciar-se as causas do sucedido; questionário – aos responsáveis pelas obras na urbe e aos residentes ao redor da rua para poder apurar os factos do sucedido;

levantamento bibliográfico (pesquisas bibliográficas) – para fazer o estudo através de consulta em material já elaborado, constituído principalmente por artigos, manuais e trabalhos feitos relevantes ao tema em questão; estudo de campo – tendo em vista uma realidade específica.

## **CAPITULO III – FUNDAMENTACAO TEORICA**

Neste capítulo far-se-á a apresentação clara e sucinta aos aspectos ligados a aspectos técnicos para a construção de edificação ecológica de baixa renda na cidade de Nampula. Bem como o contributo que este pode trazer para a conservação e preservação do meio ambiente.

Consciente do papel de um engenheiro junto à sociedade diante de um grande problema na construção civil que é construir e preservar o meio ambiente, buscando projectar a construção de uma casa ecológica com materiais alternativos e novas tecnologias para preservarão do meio ambiente.

Importa referir que o mesmo tem como suporte as obras, que abordam assuntos inerentes ao tema acima exposto, donde se expõem itens importantes para percepção da pertinência de uso de casas ecológicas.

### **3.1. Construções Ecológicas**

#### **3.2. Setor da Construção Civil**

Conforme relatório da Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC (2014), o desafio da sustentabilidade assumiu, há alguns anos, um papel de destaque na agenda da Indústria da Construção no Brasil. Já existem diversos estudos em nível nacional e mundial que perscrutam os impactos positivos e negativos gerados pelo mercado imobiliário e a Indústria da Construção sobre a sociedade, economia e o meio ambiente.

JOHN et al (2007, p. 6) citam que o setor de construção de edificações chega a consumir até 75% dos recursos extraídos da natureza, com o agravante de a maior parte não ser renovável. A produção, o transporte e o uso de materiais contribuem para a poluição global, bem como as emissões de gases de efeito estufa e de poluentes do ambiente externo de edificações.

Segundo SOUZA e DEANA (2007, p. 7), a cadeia produtiva da construção é responsável pelo consumo de 14% a 50% dos recursos naturais extraídos no planeta. No Japão, responde por 50% dos materiais circulantes na economia, e nos EUA, relaciona-se a 75% dos materiais.

### **3.3. O que é Construções Ecológicas**

A construção ecológica é produzida com a preocupação, quase que única, de preservar o meio ambiente o mais intacto possível e, se possível, reconstituído. O material ecológico ou biodegradável utilizado, as formas de reduzir o consumo de energia, reaproveitamento da água das chuvas, reflorestamento, reciclagem, entre outros, são características que definem a construção como ecológica. (SIMAS, 2009) uma construção ecológica é uma forma de integrar a necessidade de construir uma moradia que tenha todo o desempenho esperado e ao mesmo tempo impacte o mínimo possível o meio ambiente.

A "Casa Ecológica" foi idealizada objetivando demonstrar procedimentos adequados do ponto de vista ecológico na construção civil e abrigar atividades relacionadas à educação ambiental. Destaca-se que o conceito de "Casa Ecológica" passa, necessariamente, pela adoção de critérios coerentes com a política de gerenciamento ambiental, quer seja na escolha dos materiais construtivos, como nas técnicas de aproveitamento dos condicionantes naturais. (Aracruz Celulose S.A.)

Poderíamos definir casa ecológica sendo uma casa ecologicamente saudável, economicamente viável e que responda as necessidades básicas de seus habitantes, integrando tecnologias modernas a velhos conhecimentos, com o máximo possível de conexão com o ambiente e menor impacto possível. (francisco 2015).

(Segundo a arquiteta e urbanista cecília lucareli) as casas ecológicas são aquelas com pratica ecológicas e que utilizam reciclagem de material, ou de forma proporcionam vantagens económicas ao meio ambiente e menos impacto a natureza.

De acordo com total construção a sustentabilidade é um conceito que vem ganhando força e é muito importante para a continuação da utilização de recursos e matérias-primas. Ela visa respeitar o ambiente, proporcionando bem-estar aos moradores reaproveitando materiais.

E assim que as casa ecológicas são construídas. Surgem como novas alternativas para diminuir o consumo desnecessário de recursos. O processo de construção leva em conta a característica do terreno, local e natureza ao redor visando criar um projeto que não agrida e aproveite de maneira consciente o que ele em a oferecer.

### **3.3.1. Vantagens de uma Casa Ecológica**

Esse tipo de projeto apresenta muitas vantagens em sua construção em relação a uma casa convencional, o primeiro deles é o custo que é relativamente menor, além de serem mais rápidas para construir a baixo temos outras vantagens a tomar em conta:

- . Respeitam o meio ambiente e são pensadas visando o bem-estar dos moradores, ao levar em conta a natureza ao redor do terreno;

- . Os projetos contam com um sistema de geração de energia elétrica e aquecimento por meio da luz solar e o sistema hidráulico e pensando para não desperdiçar água, além de reaproveitar a água da chuva;

- . Usam materiais reciclados e reutilizáveis agredindo menos o meio ambiente. A iluminação é pensada para aproveitar melhor a luz natural e gastar menos energia elétrica;

- . Isolamento térmico, por ajudar a absorver o calor externo e acústico, o que melhora o isolamento de ruídos;

- . Com o crescimento urbano, várias plantas e animais têm sido extintas e com o telhado verde aumenta a biodiversidade, diminuindo o desaparecimento de espécies.

### **3.3.2. Desvantagens de uma Casa Ecológica**

A pesar das inúmeras vantagens, elas possuem alguns pontos que merecem atenção. Existe alguns projetos que apresentam uma vida útil menor que as construções convencionais, por causa dos materiais reutilizáveis

- É um conceito novo e está chegando no nosso país agora. Então, poucas são as empresas que seguem esse método de construção;
- Elevado custo inicial para o uso da energia solar

### **3.4. Tipologia De Habitações De Baixa Renda**

A tipologia da habitação padrão para casas populares tem área total de 42 m<sup>2</sup>. A unidade padrão de habitação é composta de sala, cozinha, 2 quartos e 1 banheiro. Deve oferecer infraestrutura básica como água, solução de esgotamento sanitário, energia elétrica, vias de acesso e transportes públicos. (DA CRUZ et al, 2007).

A fundação direta da casa é feita com vigas baldrame, executadas com blocos de concreto tipo calha (14x19x39cm), cheios de concreto estrutural e duas barras metálicas com Ø 5,0 mm, conforme projeto.

O telhado da habitação possui telhas cerâmicas tipo plana e sua estrutura é feita com madeira. Todas as peças da estrutura deverão ser de parajú ou ipê, devidamente aparelhadas, sem 18 apresentar rachaduras, empenos e outros defeitos e seus encaixes serão executados de modo a se obter um perfeito ajuste nas emendas. A alvenaria estrutural é uma opção de vedação utilizada nas habitações de baixa renda, como casas, por exemplo. Segundo Cichinelli (2014), o bloco de concreto é empregado em larga escala no Brasil. Foi o primeiro bloco a possuir uma norma brasileira para cálculo de alvenaria estrutural.

De acordo com GÓES (2013), para a execução de obras de habitações populares. há a necessidade de utilizar orçamento muito restrito para atender aos limites orçamentários,

visto serem obras de baixo custo. Uma maneira encontrada para atingir esse objetivo, foi minimizar os erros comuns na construção civil. As empresas têm buscado industrializar o processo construtivo, com técnicas cujos processos são facilmente domináveis, repetitivos e que apresentem vantagens.

Para tanto, uma opção é a de paredes de concreto moldadas “in loco”, que consiste em substituir a estrutura convencional por um sistema de paredes e lajes, moldadas com auxílio de painéis metálicos, gerando, rapidamente, elementos contínuos e de concreto armado monolítico. Esses painéis metálicos são reutilizáveis, sendo dispensável o uso da madeira para executar o sistema construtivo. A construção com paredes de concreto moldadas in loco, não é uma tecnologia barata, já que o custo das formas tem um valor relativamente alto e ainda falta neste cálculo o ônus com o treinamento dos funcionários para aplicação deste sistema. Por este motivo, seu uso é indicado para grandes loteamentos ou construtoras com um grande volume de obras, o que ajuda na distribuição dos custos envolvidos com a aplicação desta tecnologia construtiva.

De acordo com Gidur VT (2007), as instalações hidráulicas, de esgoto e água pluvial em projetos de casas populares obedecem às especificações contidas na planilha específica do projeto do empreendimento, bem como às normas da ABNT referentes, nas quantidades especificadas. De forma geral, em projetos de casas populares são instalados os seguintes equipamentos:

Cozinha – Bancada de pia em mármore sintético com dimensão mínima de 1,20m, torneira de parede plástica ½ “, válvula plástica 1” com tampa, sifão plástico (tubo flexível);

Serviço – Colocação de tanque em PVC ou mármore sintético, externo a casa, fixado pela parede e torneira idem a da cozinha;

Banheiro – Lavatório e bacia sanitária em louça branca, caixa de descarga, chuveiro plástico com cano, torneira plástica para lavatório, ralo sifonado com fecho hídrico igual ou superior a 5 cm, com grelha plástica.

### 3.4.1. Fundação Tipo Radier

O radier é um tipo de estrutura de fundação superficial, executada em concreto armado ou protendido, que recebe todas as cargas através de pilares ou alvenarias da edificação, distribuindo-as de forma uniforme ao solo. A fundação do tipo radier é empregada quando:

- O solo tem baixa capacidade de carga;
- Deseja-se uniformizar os recalques;
- As áreas das sapatas se aproximam umas das outras ou quando a área destas for maior que a metade da área de construção.

A fundação do tipo radier pode ser suportada por pilares em situações em que o lençol freático encontra-se próximo a superfície ou aonde a base do solo é suscetível a grandes recalques. As tensões de contato penetram no solo para uma elevada profundidade ou têm grande intensidade superficial, ambos os fatores tendem para um acréscimo do recalque.

A NBR 6122:1996 define o radier como um elemento de fundação superficial que abrange todos os pilares da obra ou carregamentos distribuídos.

Segundo o ACI 360R-92 (1997), o radier é uma laje continuamente suportada pelo solo, com carga total, quando uniformemente distribuída menor ou igual a 50% da capacidade de suporte admissível do solo. A laje pode ser uniforme ou de espessura variável, e pode conter elementos de enrije cimento como nervuras ou vigas. A laje pode ser de concreto simples, concreto reforçado ou concreto protendido. O reforço de aço é utilizado para os efeitos de retração e temperatura ou carregamento estrutural.

Para Araújo, Freitas e Rodrigues (2006) apud Farias (2013), o radier (Figura 5) é um tipo de fundação direta que se aplica como uma laje contínua de concreto armado ou protendido ocupando toda a superfície da construção transmitindo as cargas dos pilares para o terreno.

Uso: quando o solo tem baixa capacidade de carga, quando se deseja uniformizar os recalques, sapatas são muito próximas uma das outras ou quando a área destas for maior que a metade da área de construção.

Vantagens: Redução de custo de até 30%, em comparação aos outros sistemas de fundação; Maior velocidade na execução; Redução na mão-de-obra



Figura:1, portal construções

### 3.4.2 A fundação em baldrame

apresenta uma distribuição de carga para o terreno tipicamente linear, por exemplo, uma parede que se apoia no baldrame, sendo este o elemento que transmite a carga para o solo ao longo de todo o seu comprimento. Um baldrame pode ser construído de pedra, tijolos maciços, concreto simples ou de concreto armado. Quando o baldrame é construído de concreto armado ele recebe o nome de sapata corrida (ARAUJO, FREITAS e RODRIGUES, 2006 apud FARIAS 2013).

**Uso:** em casos de cargas leves como residência construídas sobre solo firme.

Vantagens: quando for sapata corrida, a construção pode ser confeccionada em alvenaria e não necessita de vigas e pilares para a sustentação do peso da parede e do telhado.



Figura: 2 **Fonte:** <http://engcarlos.com.br/como-fazer-a-viga-baldrame/>

Os materiais construtivos podem ser simples ou compostos, obtidos diretamente da natureza ou resultado de trabalho industrial. Seu uso correto depende em grande parte da solidez, durabilidade, custo e acabamento das obras.

A compreensão de suas propriedades possibilita otimizar uma série de fatores de um empreendimento, que vão desde seu desempenho à sua viabilidade econômica. Algumas dessas propriedades são listadas na Figura 1.

### **3.5. Impactos da Construção Civil**

A indústria da construção civil – particularmente a construção, operação e demolição consiste na atividade humana que exerce o maior impacto sobre o meio ambiente (SILVA, 2003).

Segundo Sjöström (1996, apud JOHN, 2000, p. 15): “... a construção civil consome entre 14 e 50% dos recursos naturais extraídos do planeta”.

A produção, transporte e uso de materiais contribuem decisivamente para a poluição global (JOHN, OLIVEIRA e AGOPYAN, 2006).

A produção global de cimento Portland, por exemplo, é responsável por cerca de 6% de todas as emissões antropogénicas de CO<sub>2</sub> (World Business Council for Sustainable Development, 2005). Em países em desenvolvimento esta fração pode alcançar cerca de 10% (JOHN, 2006).

### **3.6. Construção civil sustentável**

É frequentemente utilizado o termo „Construções Verdes “para indicar iniciativas de realizar construções mais eficientes quanto ao uso de materiais, ao consumo de energia, a oferta de conforto aos seus usuários, maior vida útil e quanto a formas de reciclagem ao fim do seu ciclo de vida. Esse termo tem maior ligação com a sustentabilidade em países desenvolvidos. Nesses países dos três eixos da sustentabilidade: Econômico, social e Ambiental é o Ambiental que apresenta mais enfoque. Por outro lado, em países em desenvolvimento os três fatores são de suma importância, cabendo então, o termo „Construções Sustentáveis “como melhor conceito. (SILVA, 2003).

Segundo Silva (2003), para ser sustentável uma construção não pode gerar um desequilíbrio entre três conceitos. Bre, Car e Eclipse (2002 apud SILVA, 2003) definem esses conceitos:

**3.6.1. Sustentabilidade econômica:** aumentar os ganhos e reduzir os custos em cada etapa do ciclo de vida da construção por meio de maior eficiência no uso de recursos como mão de obra, materiais, água e energia.

**3.6.2. Sustentabilidade ambiental:** Minimizar os impactos nocivos e “potencialmente irreversíveis” e promover a melhoria na qualidade do ambiente.

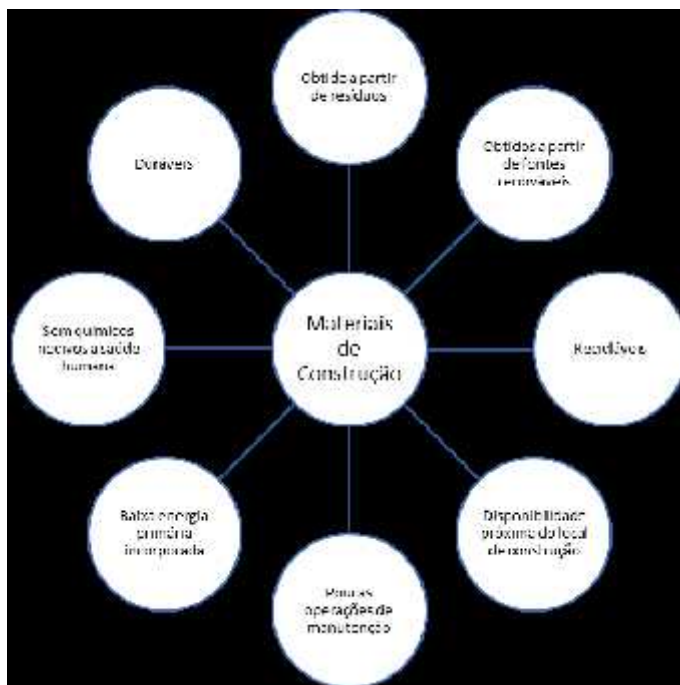
**3.6.3. Sustentabilidade social:** atender às necessidades de realização das pessoas e grupos sociais envolvidos no processo da etapa do planejamento a demolição. Trabalhando em uma parceria conjunta com funcionários, fornecedores, clientes e comunidade local.

Segundo Resende (2007), as atividades de concepção, planejamento e projeto têm grande importância para o alcance da sustentabilidade. Nessas etapas são avaliadas premissas, alternativas diversas (materiais, fontes de energia, tecnologias, fornecedores, etc.), riscos, custos, prazos, processos, entre outros fatores.

John (2006) complementa destacando que uma construção mais sustentável depende da seleção dos materiais e dos recursos a serem utilizados. Faz-se necessária uma seleção de produtos os quais combinados com o correto detalhamento do projeto resultem em impactos ambientais menores e em maior benefício social dentro dos limites da viabilidade econômica em uma dada situação.

Figura 3- Critérios de seleção de materiais de construção

Fonte: Sousa (2009, p. 33)



Conforme Sousa (2009) aos critérios apresentados no esquema anterior, podem ser referidas algumas noções para melhor compreensão:

Ser durável: um material durável terá uma vida útil mais alargada e conseqüentemente, menor será o seu impacto ambiental. Contribuem também para a diminuição dos problemas relacionados com a produção de resíduos sólidos;

**3.6.4. Obtidos a partir de resíduos:** materiais obtidos a partir da incorporação de resíduos

de outras indústrias em materiais de construção. A título de curiosidade, a taxa média de reciclagem de resíduos de construção e demolição na Europa é de 50%, já na Dinamarca a taxa aumenta significativamente para os 89%. No caso concreto de Portugal, a incorporação de resíduos industriais em betões constitui uma forma eficaz para atingir a meta prevista num dos objetivos da ENDS 2015 de reduzir em 12,1% o valor dos resíduos industriais em relação aos valores de 2014.

**3.6.5. Obtidos a partir de fontes renováveis:** os materiais obtidos a partir de fontes renováveis, como por exemplo, a madeira ou, o bambu, contribuem para a preservação dos recursos naturais, desde que o seu consumo não seja superior às taxas de renovação destas fontes.

**3.6.6. Recicláveis:** apresentam grandes vantagens visto que no fim do seu ciclo de vida podem vir a dar origem a outros materiais. Um produto que pode ser facilmente reciclado tem vantagens em relação a um produto que é inicialmente “verde”, mas que não pode ser reciclado.

**3.6.7. Disponibilidade próxima do local de produção:** Este critério implica reduções nos custos económicos e ambientais relativos ao transporte dos materiais de construção, contribuindo para a diminuição dos gases poluentes emitidos e da utilização de energia; Poucas operações de manutenção: um material que exija poucas operações de manutenção requer baixos impactos ambientais, daí que a opção por este tipo de materiais deva ser preferencial.

**3.6.8. Baixa energia primária incorporada:** é a energia consumida durante a extração das matérias-primas, seu transporte e seu processamento. À energia incorporada estão relacionadas as emissões de CO<sub>2</sub>, dependentes também do tipo de fonte energética utilizada nas fases de produção.

**3.6.9. Sem químicos nocivos à saúde humana:** evitar uso de materiais que ao serem empregues e ao longo da sua vida útil libertem químicos, tais como algumas tintas, vernizes e produtos plásticos. Ainda em relação ao objetivo do trabalho traremos um quadro listando materiais que são úteis e que estão disponíveis para a construção de habitações mais sustentáveis ou mais ecológicas.

### **3.7. Construções habitacionais de baixa renda**

O termo Habitação de Interesse Social (HIS) define uma série de soluções de moradias voltadas à população de baixa renda. O termo tem prevalecido nos estudos sobre gestão habitacional e vem sendo utilizado por várias instituições e agências, ao lado de outros equivalentes. (ABIKO, 1995).

### **3.8. Materiais de construção e o Meio Ambiente**

Os materiais de construção são os principais elementos da edificação que ditam seus impactos ao meio ambiente durante todo seu ciclo de vida. Sendo assim, para um entendimento sistêmico das questões ambientais relativas ao uso de materiais construtivos, uma abordagem da edificação do berço à cova pode ser utilizada.

Considerando um edifício como um grande conjunto de materiais diferentes, cujas matérias primas são extraídas da natureza, produzidas em materiais de construção para serem usados na etapa de construção, consumindo novos materiais

durante o uso se houver reformas, e por fim, ao final de seu uso, gerando resíduos sólidos a partir de sua demolição, tem-se a sintetização da relação materiais, ciclo de vida da edificação, e a geração de impactos. A Figura 3 ilustra essa cadeia da construção civil.

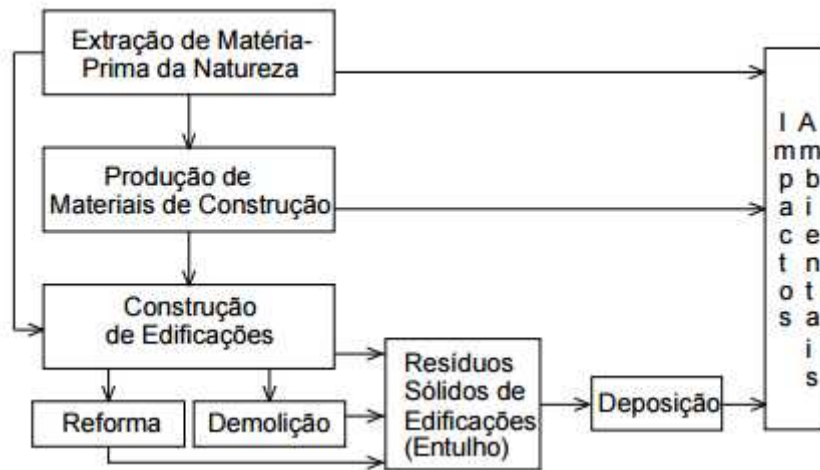


Figura 4: Cadeia da construção civil e seus impactos ambientais. Fonte: Roth e Garcias, 2009.

Durante a fase de extração de materiais ou matérias-primas para a construção civil o volume das áreas degradadas depende do tipo de mineração, da quantidade de materiais retirados e dos rejeitos produzidos (Ambiente Brasil, 2007).

Desta forma, a formação de áreas degradadas tem início já na fase de extração de recursos naturais. A retirada de matéria-prima pode resultar em uma série de impactos, como a extinção e escassez de fontes e jazidas, alterações na flora e fauna do entorno destes locais de exploração, reconfiguração das superfícies topográficas, aceleração do processo erosivo, modificações de cursos d'água, intercetação do lençol freático, aumento da emissão de gases e partículas em suspensão no ar, aumento de ruídos e propagações de vibrações no solo, tudo isto resultando em áreas degradadas.

Na fabricação de materiais de construção também há modificações ambientais. Por exemplo, o setor siderúrgico provoca grandes impactos de poluição atmosférica. Emite uma série de óxidos de enxofre, gás sulfídrico, óxidos de nitrogênio, monóxido de carbono, dióxido de carbono, metano, etano, material particulado e diferentes

hidrocarbonetos orgânicos, como o benzeno. Ressaltando que emissões de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> contribuem para o aumento da quantidade de poluentes na atmosfera, resultando em possíveis mudanças climáticas (MILANEZ; PORTO, 2008).

De acordo com AMDA (2011), nas fases extração de matéria prima e produção de cimento, pode-se destacar a extração do calcário, que gera alterações no relevo natural; possíveis erosões; perda de patrimônio arqueológico e espeleológico; danos à flora, fauna e recursos hídricos; gasto de combustíveis fósseis; produção de resíduos; emissão de gases causadores do efeito estufa. Na industrialização, há os gastos de recursos naturais diversos e de quantidade exorbitante de energia elétrica; geração de efluentes líquidos e gasosos e geração de resíduos sólidos; gasto de combustíveis fósseis e alta emissão de gases poluidores.

### **3.9. CRITÉRIOS AMBIENTAIS**

#### **Utilização de recursos naturais**

Para este princípio, o fator de escolha envolve os materiais que utilizam menores índices de consumo de matéria prima natural, energia, e água, em todas as etapas de seu ciclo de vida. Segundo Manzini e Vezzoli (2008), esses recursos têm elevado custo econômico, cuja redução de seu consumo resultaria em fonte de economia. Ainda, colabora-se ambientalmente para utilização consciente de recursos esgotáveis.

De acordo com Yeang (2001), os recursos naturais podem se subdividir de acordo com a sua disponibilidade e seu potencial de regeneração, como indicado abaixo:

#### **3.9.1. Recursos inesgotáveis**

Yeang (2001) cita como exemplos os casos do ar, água e energia solar. A pesar da quantidade disponível total desses recursos seja virtualmente ilimitada, a forma com que

cada um deles se apresenta está sujeita a mudanças em razão da ação humana. Essa intervenção está diretamente relacionada à capacidade desses recursos em sustentar a vida. Dessa forma, qualquer degradação permanente de sua qualidade deve ser um motivo de preocupação.

### **3.9.2. Recursos substituíveis e renováveis**

Yeang (2001) exemplifica como flora e fauna, ou seja, são recursos cuja produção depende primordialmente do meio ambiente. Em condições ambientais normais, tais recursos se produziram indefinidamente. Contudo, qualquer agressão ao meio ambiente gera um efeito adverso sobre a produção desse tipo de recurso: sua utilização deve obedecer à velocidade de renovação, uma vez que a contínua degradação da biosfera reduz sua habilidade de produzir recursos essenciais, da mesma maneira que afeta sua habilidade de regeneração.

### **3.9.3. Recursos insubstituíveis ou não renováveis**

Exemplos deste tipo de recurso são os minerais, o solo, os combustíveis fósseis, o território e a paisagem em seu estado original. Todos têm em comum a característica de serem insubstituíveis e sua disponibilidade está relacionada com a intensidade e o tipo de exploração por parte do ser humano. Para esse tipo de recurso devem-se ter maiores restrições quanto ao seu uso, principalmente no caso de reservas pequenas, como chumbo, zinco e cobre, além de procurar prolongar ao máximo a vida útil dos produtos por meio da reciclagem e reutilização (FLORES, 2011).

Sendo assim, Sperb (2000) listou alguns materiais de construção com sua correspondente matéria prima básica e sua avaliação, quanto a disponibilidade na biosfera. As informações são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 1: Avaliação quanto a disponibilidade de materiais de construção. Fonte: Sperb, 2000.

<b>Material de Construção</b>	<b>Matérias-primas básicas</b>	<b>Avaliação</b>
Areia	Sílica	Abundante
Brita	Aluminossilicatos, silicato de magnésio e ferro, carbonatos e sulfatos	Abundante
Cal virgem ou hidratada	Calcário	Abundante
Cimento Portland	Calcário, argila, gipsita	Abundante
Concreto	Sílica, aluminossilicatos, silicato de magnésio e ferro, carbonatos, sulfatos, calcário, argila, gipsita	Abundante
Cerâmica	Argila com óxido de ferro	Abundante
Azulejo	Argila com quartzo e feldspato, chumbo, estanho e óxidos	Não abundante
Louça	Argila com quartzo e feldspato	Abundante
Gesso	Gipsita	Abundante
Vidro Plano	Sílica, calcário, dolomita, feldspato	Abundante
Alumínio	Bauxita	Não abundante*
Aço galvanizado	Minério de Ferro, carbono, óxido de zinco	Não abundante
Aço	Minério de Ferro, carbono	Não abundante
Poliestireno (OS)	Estireno (petróleo)	Não abundante
Polietileno (PE)	Etileno (petróleo)	Não abundante
Polipropileno (PP)	Polipileno (petróleo)	Não abundante
Policroeto de vinila (PVC)	Eteno (petróleo), cloreto de sódio	Não abundante

\* Nesse caso a autora considerou a bauxita como não abundante, porém esse recurso é menos escasso que cobre, petróleo, chumbo, zinco e estanho.

### **3.10. Materiais de baixo impacto ambiental utilizado em edificações residenciais**

### **3.10.1. Solo como material de construção**

A construção em terra já é usada há mais de 9000 anos pelo homem em todo o mundo. Nela fazem parte várias técnicas de construção, como a construção em taipa, em adobe ou em bloco de terra compactado (MATOS, 2012).

Se for assumido que o edifício será executado utilizando o solo localizado na sua proximidade, não há sequer poluição causada pelo transporte deste material. Já a utilização de alvenarias de tijolos cerâmicos ou de concreto, cuja produção é muitas vezes localizada distante das zonas de construção, implicam sempre elevadas distâncias de transporte com os consequentes impactos em termos de emissões de poluentes gasosos.

Torgal e Jalali (2010) afirmam que uma outra vantagem da construção em terra são os resultados relativos à qualidade do ar no interior das habitações. Segundo os autores, o fato tem a ver com a sua capacidade em controlar o nível de umidade relativa.

### **3.10.2. Tijolo ecológico**

Uma alternativa muito difundida como material eco eficiente que utiliza a terra em sua composição é o tijolo solo-cimento, conhecido como tijolo ecológico. Sala (2006) o define como:

O tijolo ecológico ou de solo-cimento é feito de uma mistura de solo e cimento, que depois são prensados; seu processo de fabricação não exige queima, o que evita desmatamentos e não polui o ar, pois não lança resíduos tóxicos no meio ambiente. Para o assentamento, no lugar de argamassa comum é utilizada uma cola especial (SALA, 2006).

Além do benefício ambiental por não ter o processo de queima, o tijolo ecológico é Auto travado, ou seja, dispensa a argamassa, necessitando apenas de cola, reduzindo em até 50% o tempo de execução. Sua aparência lisa permite que o tijolo seja aplicado sem reboco, reduzindo ainda mais o uso de material. Além disso, possui resistência à compressão semelhante à do tijolo tradicional, porém a qualidade final é superior com

dimensões regulares e faces planas (MOTA et al, 2010; CARDOSO, DETRO, JÚNIOR, 2011).

Motta et al (2010) listam outras vantagens além das citadas, como o comportamento térmico e durabilidade equivalentes às construídas com tijolos ou blocos cerâmicos. Também, os tijolos de solo-cimento podem ser utilizados em alvenaria de vedação ou estrutural, desde que atendam às resistências estabelecidas nos critérios de projetos, que devem ser os mesmos aplicados aos materiais de alvenaria convencional, bem como devem seguir as indicações de cuidados e manutenção do material.

Além da unidade comum, Cardoso, Detro e Júnior (2011) também listam alguns resíduos que podem ser adicionados aos tijolos cimentos a partir de dados da literatura. Como exemplo:

- a) Tijolo de solo-cimento com pó de mármore: os resíduos provenientes da serragem de rochas ornamentais também podem ser utilizados para confecção de tijolos ecológicos de solo-cimento. A utilização de pó de mármore nos tijolos reduz o custo, pois o seu uso diminui o consumo de cimento ou de areia, além de minimizar os impactos ambientais já que estes materiais são extraídos da natureza;
- b) Tijolo de solo-cimento com calça: a inserção destes resíduos tem o objetivo de melhorar as características do tijolo solo-cimento, além de prover um destino aos resíduos da construção civil. Estudos a respeito das características deste tipo de tijolo mostram que as características dos solos são melhoradas devido à inserção dos resíduos, assim como as propriedades mecânicas do tijolo. Além destes, Souza, Segantini e Pereira (2007) apresentaram a possibilidade de utilizar resíduos de concreto nos tijolos ecológicos, que a partir de ensaios laboratoriais, concluíram que o solo-cimento é uma excelente matriz para o aproveitamento dos resíduos de concreto, possibilitando a adição de 60% de resíduos em relação à massa de solo, sem prejuízos para as características do solo-cimento. Nos ensaios foram constatados que todos os traços com adição de resíduos atenderam plenamente às especificações das normas

brasileiras, mostrando haver possibilidade de se utilizar dosagens com menos de 6% de cimento na confecção dos tijolos.

Como desvantagem do produto, tem-se o perigo do próprio uso de solo, pois quando usado indiscriminadamente pode favorecer processos erosivos ao meio ambiente. Outro ponto é o erro de dosagem, o qual pode favorecer o surgimento de patologias na construção.



figura 5: Componentes da mistura de solo-cimento

Fonte: Brick – Sahara 2001

Existem mais vantagens que desvantagens de se utilizar tijolos ecológicos de solo-cimento em obras, as vantagens são:

- Diferente dos tijolos tradicionais (que utilizam queima em seu processo de fabricação), os ecológicos necessitam de menos cimentos;
- Reduz a umidade na parede;
- Aumenta resistência da estrutura, facilita a construção, uma vez que seu molde permite encaixe fácil e rápido, sem necessidade de utilização de gesso ou azulejo;
- Possui isolamento térmico e acústico, o que torna possível maior economia de energia;
- Evita necessidade de uso de materiais como arame, madeira, pregos e folhas de parede pronta para instalação de rede elétrica e hidráulica;
- Seu meio de produção se dá por meio de prensa hidráulica ou eco manual, tornando-o regular, com faces lisas que proporcionam encaixe perfeito, viabilizando economia na quantidade precisa de tijolos na obra, entre outras.

### **3.10.3. As desvantagens podem ser vistas a seguir:**

- Requer pedreiro qualificado, com conhecimento da técnica de aplicação;

- Apesar de funcionar perfeitamente bem em climas secos, não é totalmente indicado em locais de climas húmidos.

#### **3.10.4. Cimento ecológico**

O cimento ecológico foi originalmente desenvolvido para aplicação em construções de barragens, tubulações e obras de saneamento (com aplicação em projetos de adutoras de água), porém é comum sua utilização em obras residenciais.

Sua fabricação incorpora cerca de 35 a 70% de resíduos oriundos dos altos fornos das siderúrgicas. Além disso, esse material causa um menor impacto ambiental, pois emite menor quantidade de gás carbônico para a atmosfera durante seu processo de fabricação.

Possui as seguintes vantagens:

- Maior impermeabilidade;
- Grande flexibilidade de aplicação, compatível com todas as etapas da obra;
- Maior resistência se comparado ao cimento comum, devido ao processo de hidratação mais lento;
- Menor probabilidade de fissuras térmicas;
- Durabilidade 40% superior à do cimento CII.



Figura 6 – Cimento ecológico.

Fonte: <http://construindosustentavel.blogspot.com/2011/05/para-uma-construcao-mais-sustentavel.html>.

### 3.10.5. Tubulações PEAD e PPR

As tubulações de PEAD (polietileno de alta densidade) e as de PPR (polipropileno copolímero random) incorporam em sua fabricação materiais menos agressivos ao meio ambiente. As primeiras, feitas de PEAD, são indicadas para o uso em instalações de água fria, pois resistem a temperaturas entre 40 °C e 60 °C. Já as de PPR (Figura 15), servem tanto para água fria como para água quente e ainda suportam temperaturas de até 110 °C.

Esses dois tipos de materiais, além de mais resistentes, são totalmente atóxicos, dispensam o isolamento térmico das peças e proporcionam uma redução de 20% no custo se comparados a instalações de água quente de cobre.



Figura 7 – Tubo PPR PN12 utilizado para instalações de água fria.

Fonte: [www.amanco.com.br](http://www.amanco.com.br).

### 3.10.6. Equipamentos Sanitários de Baixo Consumo

#### 3.10.7. Bacia com descarga dupla

Uma empresa de origem espanhola desenvolveu a bacia de descarga dupla (Figura 10) foi desenvolvida por uma empresa de origem espanhola. O sistema agrega todas as

características dos modelos de bacias comuns, porém, possui um diferencial com duas opções de volume de descarga, de três e seis litros.

A incorporação da bacia de descarga dupla apresenta as seguintes vantagens:

- São resistentes a altas pressões;
- Possuem fácil instalação e regulagem;
- Economia de 60% se comparado aos modelos de bacias comuns;
- Funcionamento silencioso, tanto na descarga quanto no abastecimento de água.



Figura 8 – Bacia com descarga dupla.

Fonte: <http://www.rocabrasil.com.br>.

### **3.10.8. Torneiras automáticas**

Um dos principais desperdícios de água nas edificações decorre das torneiras.

Segundo a Companhia de Processamento de Dados do Estado de São Paulo (PRODESP), uma torneira pingando pode desperdiçar em um único dia 46 litros de água. Com isso, a busca pelo uso racional da água, principalmente em lugares públicos como shoppings, restaurantes, bares, clubes, entre outros, tem crescido cada dia mais.

As torneiras com sensores automáticas (Figura 9) têm sido incorporadas as edificações visando o uso racional da água. As torneiras automáticas possuem sensores que só são ativados quando detectam a presença de alguma pessoa e possuem fechamento

automático com tempo pré-determinado. Chegam a economizar até 55% de água, se comparada a outros produtos convencionais.



Figura 9 – Torneira com sensor automático.

Fonte: <http://www.docol.com.br/pt/produtos>.

### 3.10.9. Lâmpadas de Alta Eficiência Energética

Eficiência energética é uma relação entre a quantidade de energia consumida e a quantidade efetivamente utilizada. Quanto maior o valor entre essa relação, melhor será a eficiência, seja de algum aparelho, equipamento ou lâmpada.

As lâmpadas fluorescentes, apesar de mais caras, são as mais comuns, e seu consumo de energia em relação as lâmpadas convencionais é 4 vezes menor para o mesmo grau de iluminação, além do benefício de que este tipo de lâmpada não aquece.

Tipos de lâmpadas fluorescentes Fonte: <http://dicasdearquitetura.com.br/tipos-de-lampadas/>



figura: 11 lâmpadas florescentes

## Lâmpadas de LED

Mais eficientes do que as lâmpadas comuns, as lâmpadas de LED consomem apenas quatro watts e são muito mais eficientes do que as lâmpadas comuns (dicroica tradicional), gerando uma economia de energia de 80%.

Esse tipo de lâmpada produz um foco de alta intensidade, não gerando raios infravermelhos ou ultravioletas, e com vida útil de 35 mil horas (10 vezes mais que as lâmpadas comuns).

No Brasil, uma empresa pioneira na fabricação de lâmpadas de baixo consumo de energia, desenvolveu uma modelo de lâmpada LED (Figuras 11) que consome apenas 1 watt, normalmente aplicada em forros falsos e nichos.



Figura 12 – Lâmpada Led Mine 3022.

Fonte: [http://www.ledpoint.com.br/lum\\_mime3022.tm](http://www.ledpoint.com.br/lum_mime3022.tm).

### 3.10.10 Tinta Mineral Natural

Segundo o website Eco casa (2017), a tinta mineral é uma alternativa sustentável que evita contaminantes da atmosfera interna aos ambientes, como por exemplo, os compostos orgânicos voláteis, que possuem um alto potencial cancerígeno e é muito presente em tintas e vernizes.

Sendo assim, a tinta mineral natural é um produto feito à base de terra e emulsão aquosa, isento de compostos agressivos.

Esta tinta possui inúmeras vantagens, dentre elas é possível citar:

Cores intensas e únicas, originadas diretamente da natureza;

Não descasca com a umidade;

Durável interna e externamente;

Não agride o meio ambiente;

Permite a manutenção da umidade relativa do ar e troca de calor;

Vários pigmentos naturais disponíveis, como mostra a figura 17;

Podem ser aplicados em substratos diversificados, desde alvenaria, madeira, gesso e outros já tratados com base acrílica, como visto na figura 18;

Pode ser feita apenas uma pintura da superfície e também realizar texturas com espessura mais espessa.

Figura 13 – Algumas cores disponíveis de tinta mineral natural



Fonte: <http://www.ecocasa.com.br/tinta-mineral-natural>

### **3.12. Durabilidade da habitação**

Flores (2011) afirma que para um edifício tenha boa durabilidade, é necessário ter em conta a durabilidade dos próprios materiais aplicados na sua construção. Quanto maior for a durabilidade desses materiais, maior será a vida útil do edifício, pois os materiais com baixa durabilidade implicam frequentes e complicadas operações de manutenção, ou reabilitação, ou até mesmo de substituição integral, o que envolve um maior consumo de materiais e energia e aumentam os impactos ambientais negativos associados.

A repetida substituição e manutenção obriga à utilização de novos materiais e leva ao aumento da produção de resíduos. Ao contrário, a utilização de materiais com elevada durabilidade contribui para uma redução dos custos associados com a manutenção do edifício.

Além dos materiais de boa qualidade, é importante que os processos executivos da construção sejam feitos de maneira correta. Um processo feito erroneamente, pode gerar falhas na construção e a consequente perda de qualidade do material. Sendo assim, é necessário refazer uma parte da obra, onerando o seu valor e gerando mais resíduos sólidos (Souza (2009).

### **3.13. QUALIDADE E CONFORTO**

Na construção ecológica entendem-se como essenciais: adequação do projeto ao clima do local, minimizando o consumo de energia e otimizando as condições de ventilação, iluminação e aquecimento naturais; previsão de requisitos de acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida ou, no mínimo, possibilidade de adaptação posterior; atenção para a orientação solar adequada, evitando-se a repetição do mesmo projeto em orientações diferentes; utilização de coberturas verdes; e a suspensão da construção do solo (a depender do clima) (COSTA et al, 2013).

Apesar de apresentar um clima tropical quente na generalidade, Moçambique, apresenta também uma série de variações regionais, em virtude de fatores locais como a altitude,

proximidade do litoral e latitude. A região norte está submetida à influência das baixas pressões equatoriais. (Arquitetura sustentável em Moçambique)

O clima em Moçambique, influenciado pelas monções do Oceano Índico e pela corrente quente do Canal de Moçambique, é de uma maneira geral, tropical (Arquitetura sustentável em Moçambique)

### **3.14. Custo de construção e manutenção**

Em relação aos custos ambientais, Vellani e Nakao (2003) citam: “os gastos em função da preservação, controle, reciclagem e recuperação, simultaneamente ao processo produtivo”. Isto é, os gastos que irão ocorrer durante o processo ou na construção civil. Já nas despesas ambientais, devem ser levados em conta os gastos incorridos, porém apenas aqueles que não estão relacionados com o processo produtivo ou no caso, a construção ecológica.

Cada país tem o seu tipo de legislação ambiental e conseqüentemente, terá uma gestão ambiental diferente. Deve também incluir tantos aspectos da gestão ambiental como da gestão de custos. A gestão ambiental abrange entre outras questões, a gestão de materiais, energia e resíduos. No caso das construções ecológicas também é relevante selecionar produtos considerados verdes, a economia de energia, a gestão da água e mais do que realizar a gestão de resíduos, diminuir ou evitar os resíduos (VELLANI E NAKAO, 2003; COSTA, 2012).

Para Azizi, Abidin e Raofuddin (2014 apud Santa e Pfitscher2015) o custo para projetos de construção ecológica pode ser dividido em terreno, tangível e intangível. O terreno é indiferente ao tipo da obra, os custos tangíveis e intangíveis influenciam no produto final, sendo ecológico ou não.

“Os gastos com a terra estão relacionados à aquisição do terreno, transferência de título, terraplanagem e outros. Os custos tangíveis são os custos de construção físicos e os intangíveis são outros custos objetivando levar o projeto adiante, como por exemplo, taxas, impostos, seguros, custos de administração.”

Com relação à energia, recomenda-se o uso do coletor solar térmico para aquecimento de água, de energia eólica para bombeamento de água e de energia solar foto voltaica, que ainda possuem um custo elevado, com possibilidade de se injetar o excedente na rede pública. Sobre águas e esgoto, é interessante prever: a coleta e utilização de águas pluviais, utilização de dispositivos economizadores de água, reuso de águas, tratamento adequado de esgoto no local e, quando possível, o uso de banheiro seco (COSTA et al, 2013).

### **3.15. TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS IMPLANTADAS NO PROJETO BASE**

Para o projeto base em estudo, são utilizadas algumas técnicas sustentáveis para através delas averiguar a viabilidade e os custos da implantação das mesmas em projetos de residências populares.

A figura 14, ilustra a maquete do projeto padrão com a inclusão de algumas das propostas sustentáveis, tais como, uso de placas fotovoltaicas, telhado verde, aproveitamento da água da chuva e uso da tinta mineral natural, que serão implantadas no projeto base em questão.

Figura 14 – Maquete em 3 dimensões do projeto base modificado



### . 3.16. Telhado Verde

#### 3.16.1. Definição De Telhado Verde

O telhado verde por definição é todo o telhado que agrega em sua composição, uma camada de solo ou substrato de vegetação. Um telhado verde é uma alternativa viável e sustentável perante os telhados e lajes tradicionais, pois facilita o gerenciamento de grandes cargas de águas pluviais, desencadeando em melhorias térmica, serviços ambientais e novas áreas de lazer. (NASCIMENTO, 2010)



FIGURA 15: COBERTURA VERDE

FONTE: Arquitetura Sustentável - Green Buildings (2009).

### 3.16.2. Tipos De Telhados Verdes

De acordo com as concepções de Nascimento (2010) os telhados verdes extensivos são caracterizados pela alta resistência as variações pluviais e climáticas, tornando praticamente desnecessária sua manutenção, necessitando de camadas menores e mais leves de substrato, minimizando assim custo o da estrutura, pois o abastecimento de água e das substancias nutritivas, dão-se pelo processo natural. Estas coberturas também são altamente resistentes as variações pluviais, utilizando da vegetação de pequeno porte, geralmente autóctone, ou seja, tem uma maior capacidade de adaptação ao local, com características de alta regeneração. O musgo, as suculentas, a erva, as gramíneas e a relva, por sua vez, possuem este perfil, constituindo uma vegetação comumente utilizada, podendo variar de 5 a 10 centímetros de espessura. Nascimento (2010).

Já os telhados verdes intensivos têm uma finalidade menos utilitária e mais paisagística. Esse tipo é caracterizado pela utilização de plantas que demandam maior consumo de água e necessitam de sistema de irrigação, adubo e manutenção geral, tais como os jardins tradicionais. Sua durabilidade é proporcional aos cuidados dispensados aos telhados e os custos podem variar, podendo ser mais altos, tanto na implantação, quanto na manutenção devido aos gastos com os materiais e com a mão de obra. Nascimento (2010).

Cabe ressaltar, que existem também as semi-intensivas, que são as intermediárias entre extensivas e intensivas, geralmente cobertas com gramíneas, árvores e arbustos de pequeno porte. Onde as plantas utilizadas necessitam de cuidados em relação a água e aos nutrientes. Sua espessura pode variar, tendo o mínimo de 10 a 20 centímetros. Os gastos com a manutenção destes são relativamente baixos, e este é um dos telhados mais usados, por ter gastos relativamente baixos, suportando inúmeras espécies diferentes. (CORREA; GONZÁLEZ, 2002).

### **3.16.3. Vantagens do Telhado Verde**

Segundo (MINKE, 2004), a implantação de telhados verdes e jardins poderiam melhorar muito o clima das cidades, através da purificação do ar, redução de pó e variação das temperaturas nos centros urbanos, afirma ainda que a aplicação de telhados verdes em 10% a 20% nas coberturas já garantiria um clima urbano saudável.

### **3.16.4. Diminuição na Variação de Temperatura Durante o Dia e a Noite**

Qualquer tipo de telhado convencional terá a interferência do clima, pois existe a variação de tempo como dia tarde e noite, ou seja, o mesmo estrara exposto pelo frio, calor, neve, chuva, raios ultravioletas, além, de diversos gases como por exemplo de automóveis, indústrias, comércios, etc. Por exemplo, na Europa as lajes impermeabilizadas ao longo do ano sofrem uma variação de temperatura de 100°C (-20° até 80°C). Essa mesma cobertura, se ajardinada, teria uma variação de aproximadamente 30°C (MINKE, 2004).

### **3.16.5. Isolamento Térmico**

Em decorrência a todas as camadas que são necessárias para a instalação de um telhado verde, membranas de impermeabilização, suportes de cultura e materiais vegetais; toda esta espessura acaba por agir como isolante, sendo que, no que diz respeito às edificações, as propriedades isolantes dão um grau de resistência em transmissão de energia, reduzem o uso de ar condicionado no verão e diminuem a necessidade de aquecimento no inverno (BALDESSAR, 2012).

### **3.16.6 Diminuição das Ilhas de Calor**

Essa mudança de temperatura é muito expressiva para reduzir as ilhas de calor que são muito intensas nos grandes centros urbanos. A incidência de radiação solar sobre as coberturas, principalmente as de coloração escura fazem com que se absorva essa energia e libere-a lentamente à noite, como consequência, temos temperaturas muito

elevadas em torno das edificações, sendo necessário o uso de aparelhos para amenizar as temperaturas. Essa redução de temperaturas poderia ser feita através da evapotranspiração das vegetações (BALDESSAR, 2012).

### **3.16.7. Maior Conforto Acústico da Edificação**

Nas cidades, o ruído vem aumentando assustadoramente, com seu tráfego, pessoas, indústrias e comércios, acarretando na saúde do ser humano. As coberturas tradicionais expandem as ondas sonoras, como afirma Machado et al. (2004), no entanto as plantas e o substrato absorvem essas ondas, reduzindo expressivamente os ruídos.

### **3.16.8. Contribuem para uma Melhor Qualidade de Vida e na Saúde Humana**

Estudos afirmam que o ar provindo dos sistemas de ar condicionado é muito mais sujo que o ar externo as edificações, e estes podem ainda abrigar micróbios 45 elementos químicos potencialmente letais, como Legionella, mofos etc. (ROAF, 2006)

### **3.16.9. Formam Nova Biodiversidade**

Não se pode deixar que as cidades sejam moldadas somente a concreto, é preciso voltar com as cores de novo, e as melhores cores são as da natureza, ou seja o telhado verde tem uma forte ligação com novos ecossistemas reforçando o retorno de insetos e pássaros, além das plantas, flores, etc. A vegetação contribui de forma significativa para o estabelecimento de microclimas e também para equilibrar o clima do seu entorno, absorvendo energia e favorecendo a manutenção do ciclo oxigênio-gás carbônico que é essencial para a renovação do ar atmosférico (DIMOUDI & NIKOLOPOULOU, 2003 apud ARAÚJO, 2007). Dessa forma, há um aumento da biodiversidade nesses locais atraindo pássaros, insetos, besouros, borboletas entre outros.

### **3.16.10. Produção de Alimentos**

Segundo Tomaz (2007), o cultivo de alimentos em telhados verdes já é feito na Rússia, Tailândia, Colômbia, Haiti e Canadá. O Hotel FairmontWaterfront, em Vancouver na Columbia, com 2100 m<sup>2</sup> de jardim, se tornou um dos primeiros a ter um telhado verde. A economia em seu restaurante é cerca US\$ 30.000 (Trinta mil dólares) e tem mais de

sessenta variedades de ervas, legumes, 18 frutas e flores comestíveis bem como mais de dez espécies diferentes de aves no local (KLINKENBORG, 2009).

### **3.16.11. Desvantagens do Telhado Verde**

O telhado verde possui pequenas desvantagens comparando-se com os benefícios proporcionados pelo mesmo. O que pode ser uma desvantagem é o fato do custo da implantação e da manutenção do sistema, que quando comparado ao telhado convencional com telha de cerâmica, o telhado verde possui um valor mais elevado.

Há também, a probabilidade de ocorrer problemas de infiltração devido à água da chuva. Segundo SERGNEUR (2009) “Para que não se acumulem provocando infiltrações, transbordamentos, trincas estruturais e até o colapso da estrutura, a resistência da laje deve ser equivalente ao acúmulo da água e ao peso total da cobertura verde”. Além destes, a cobertura vegetal requer também uma precaução especial às pragas e insetos. Os insetos devem ser controlados de tal forma que não apresentem riscos a própria cobertura, as pessoas ou animais.

### **3.16.12. Detalhes Construtivos**

De acordo com Araújo (05, 2007), são usados os seguintes elementos para compor a estrutura dos telhados verdes: laje, camada impermeabilizante, isolante térmico, camada drenante, camada filtrante, solo e a vegetação.

Desta forma, as etapas construtivas consistem em construir as muretas de contenção, utilizando o material impermeabilizante, sendo este, o número de vezes especificado pelo fabricante. Após, usar camada de drenagem, sendo que a espessura depende do porte das plantas, em seguir colocar a camada filtrante e inserir a camada de solo com a espessura relativa ao porte das plantas a serem cultivadas, com os nutrientes necessários para o estabelecimento destas no telhado. Com todas estas etapas introduzidas cuidadosamente e de acordo com um profissional, pode-se introduzir as mudas ou plantas, compondo o telhado verde. (ARAÚJO, 2007)

Cada região possui um clima diferente ou aparentemente parecido, ou seja, os materiais a serem usados podem e devem ser diferentes em relação a essa localidade específica, além de também variar em relação às técnicas usadas pelos profissionais capacitados e empresas do ramo e a disponibilidade do material a ser utilizado. Em relação a essas adversidades, existe normas e legislações específicas para cada local a fim de solucionar erros e dúvidas dos processos, isso gera uma segurança e uma confiabilidade para a instalação do telhado verde. Segundo Nascimento (2008, p.47), a composição da estrutural da cobertura verde varia de acordo com a técnica aplicada.

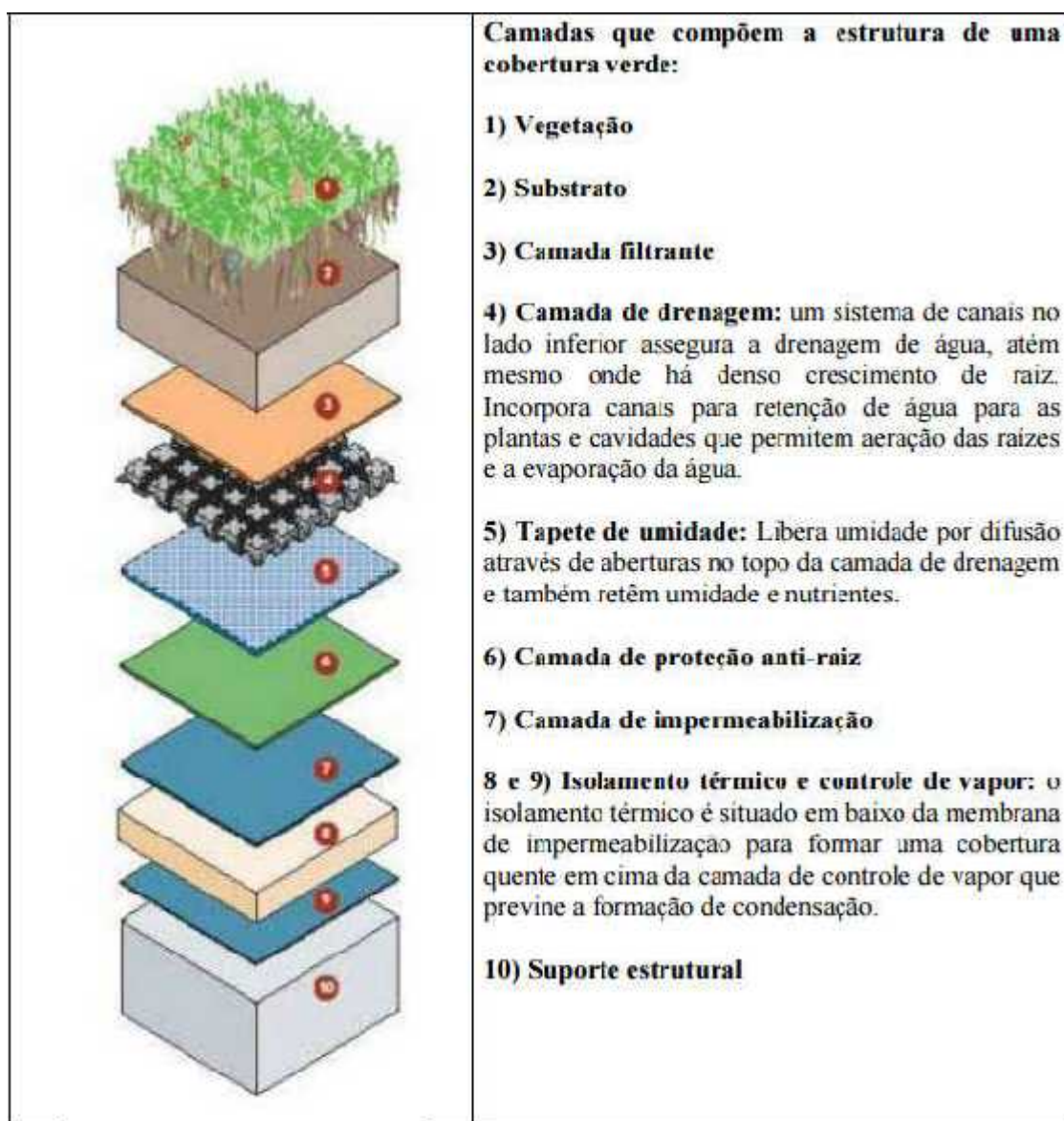


Figura 16– Sistema alemão de coberturas verdes Fonte: NASCIMENTO (2008, p.47)

### **. 3.16.13. Vegetação**

Quando se escolhe a vegetação que será utilizada no telhado verde, aconselha-se a saber o fim da utilização desse sistema, para avaliar o nível de dificuldade. Na escolha da vegetação deve analisar quanto é a capacidade de carga da estrutura, se é disponível a espécie, o substrato a ser utilizado, ser adequada ao clima da região, quais nutrientes a serem usados, tanto para cultivo de alimentos irrigação, jardinagem, adubagem, etc.

### **3.16.14. Camada de Substrato**

Onde dará o suporte a vegetação, muito importante para armazenar água temporariamente durante irrigações tempos de chuvas entre outros, é basicamente formado por camadas de solo, é essencial pois transmite nutrientes básicos para a utilização da mesma, além do fornecimento de água.

### **3.16.15 Camada Filtrante**

Uma manta filtrante conhecida também como manta geotêxtil, ela evita que pequena partícula das camadas de solo vá para a área de drenagem, aumentando a vida útil do telhado verde, a mesma afasta as camadas de solo com os vegetais e da camada drenante.

### **3.16.16. Camada Drenante**

Tem a função de evitar alagamentos não desejáveis, reter parte da água da chuva ou irrigação, elimina também o acúmulo de água no solo, pois a maioria dos telhados verde se encontram da posição horizontal, além de ter uma função de depósito de água para a época de estiagem.

### **3.16.17. Isolamento Térmico**

Essencial para reduzir a quantidade de calor para o ambiente, ele dependera do clima, do tempo e até do período chuvoso além da quantidade dos ventos, através das várias camadas sobrepostas ele evita a passagem dessa sensação térmica, gerando uma ótima proteção e conforto térmico.

### **3.16.18. Proteção Anti-Raíz**

Essa proteção é própria para evitar a proliferação de raízes assim degradando a estrutura principalmente a camada impermeabilizante, essa degradação é feita pelo crescimento das raízes e pelos microrganismos achados nos solos.

### **3.16.19. Camada de Impermeabilização**

A principal função dessa camada é evitar o contato da estrutura com a água evitando infiltrações e impedindo o desenvolvimento de raízes evitando a degradação da estrutura novamente, é recomendável impermeabilizante menos pesados para não influenciar na carga sobre a estrutura.

### **3.16.20. Estrutura do telhado**

Deve suportar toda a carga do telhado verde. Para o sistema extensivo com substrato de 5 cm a 15 cm de espessura, estima-se que a carga sobre o telhado possa aumentar de 70 a 170 kg/m<sup>2</sup> aproximadamente. Para o sistema intensivo, com espessura de solo acima de 15 cm, o valor de carga adicional pode variar entre 290 e 970 kg/m<sup>2</sup> (HENEINE, 2008).

## **3.17. Energia solar fotovoltaica**

A energia solar pode ser convertida diretamente em eletricidade utilizando-se das tecnologias de células fotovoltaicas. É vista como uma tecnologia do futuro, visto que se

utiliza uma fonte limpa e inesgotável que é o Sol. No atual estado da arte desta tecnologia, ela só encontra viabilidade econômica em aplicações de pequeno porte em sistemas rurais isolados (Iluminação, bombeamento de água etc.), serviços profissionais (retransmissores de sinais, aplicações marítimas) e produtos de consumo (relógio, calculadoras).

É a conversão direta da energia solar em energia elétrica através de módulos foto voltaicos. Por meio do efeito fotovoltaico, a energia contida na luz do sol pode ser convertida diretamente em energia elétrica. O uso de energia foto voltaica pode ser consignada por intermédio de sistemas remotos ou autônomos, os quais necessitam, quase sempre, de um meio de acumulação da energia gerada, normalmente um banco de baterias, para suprir a demanda em períodos quando a geração solar é insuficiente ou à noite. O excesso de eletricidade obtido pela energia solar, volta para a rede elétrica através do relógio de luz (relógio de luz bidirecional). A energia solar que vai para a rede vira “créditos de energias” (cada distribuidora possui suas próprias regras) para serem utilizados de noite ou nos meses seguintes (CARDOSO et al, 2010).

O sistema solar fotovoltaico pode ser **Off-Grid** ou **On-Grid**. O sistema Off-Grid, é aquele que não está conectado à rede elétrica convencional. Pode abastecer locais remotos, como propriedades rurais e embarcações, e equipamentos isolados, como radares de autoestradas. Atualmente, é o mais utilizado no Brasil (DOS SANTOS, 2013).

De acordo com Dos Santos (2013), o On-Grid, é o sistema solar fotovoltaico conectado à rede elétrica. Em muitos países onde o sistema On-grid é amplamente utilizado, como Alemanha e Espanha, é possível que o proprietário venda o excedente da eletricidade produzida por seu sistema fotovoltaico para a concessionária de energia, o que gera ainda mais economia, porém no Brasil, só existe a possibilidade de compensar os créditos na conta.

**3.17.1. Vantagens:** curto prazo de instalação, elevado grau de confiabilidade dos sistemas, baixa manutenção, representa uma fonte silenciosa, não poluente e renovável de energia elétrica, bastante adequada à integração no meio urbano, reduzindo quase completamente as perdas por transmissão e distribuição da energia, devido à proximidade entre geração e consumo (CARDOZO et al, 2010 apud LABEEE/UFSC).

**3.17.2. Desvantagens:** A aquisição e instalação de um sistema fotovoltaico, quer ele seja conectado a rede on-Grid ou isolado off-Grid pode representar um valor de investimento inicial considerado alto.



**Figura:17** Fonte: <http://www.orbitalsolar.com.br/como-funciona/>



**Figura:18** Fonte: <http://www.orbitalsolar.com.br/como-funciona/>

### 3.18. Sistemas De Aproveitamento De Águas Pluviais (Saap) No Mundo

A reutilização de água é uma realidade muito presente em países como a Austrália e alguns países da América do Norte e América do Sul. Em alguns países da Europa, o aproveitamento de água de chuva é também usado em grande escala. No 2º Fórum Mundial da Água, organizado pelo Conselho Mundial da Água em março de 2000, na Holanda, discutiu-se a metodologia utilizada há anos na Europa, principalmente em países como a Alemanha e Holanda. Neste país, a água é captada para evitar o transbordo de canais que se situam abaixo do nível do mar. A água armazenada é geralmente utilizada na irrigação de lavouras e abastecimento de fontes ornamentais.

Este sistema possibilita que o usuário armazene a água de chuva precipitada sobre a área edificada para sua posterior utilização em atividades que não exijam água potável,

tais como irrigação de áreas verdes, lavagem de pisos e descarga em bacias sanitárias. (CARDOZO et al, 2010).

De acordo com Cohim, Garcia e Kiperstok (2008), um sistema de captação e utilização de água de chuva, é composto de: Superfície de captação: Telhados, pátios e outras áreas impermeáveis podem ser utilizados como superfície de captação. O tamanho desta está diretamente relacionado ao potencial de água de chuva possível de ser aproveitada, enquanto isso, o material da qual é formada influenciará na qualidade da água captada e nas perdas por evaporação e absorção. Os telhados são mais utilizados para captação devido a melhor qualidade da água que este fornece.

### **3.18.1. Vantagens E Desvantagens dos Saap**

Assim, a captação de água da chuva é já uma prática muito difundida em alguns países onde têm sido desenvolvidos novos sistemas, possibilitando a captação de água de boa qualidade, de forma simples e económica. A utilização de água de chuva apresenta várias vantagens:

- Redução do consumo de água da rede pública;
- Os investimentos de tempo e dinheiro são, quando se trata de captação de água pluvial em telhados, geralmente positivos podendo variar o tempo de retorno
- É importante ecológica e financeiramente não desperdiçar um recurso natural escasso, especialmente quando este pode estar disponível em abundância no nosso telhado;
- Encoraja a conservação de água, a autossuficiência e uma postura ativa e positiva perante os problemas ambientais.

No entanto, a captação de água de chuva também traz algumas desvantagens. Poderíamos apontar como tal o custo da instalação de um Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP), bem como a diminuição do volume de água que é captada em momentos de seca. É ainda pertinente enunciar a importância da manutenção deste sistema, de forma a evitar problemas sanitários. Apesar destas desvantagens, quando analisados os benefícios inerentes à implementação destes sistemas, percebemos que é capaz de fazer face aos problemas ligados à escassez de água de forma sustentável.

### 3.18.2. Conceito Do Aproveitamento De Águas Pluviais Em Edifícios

O aproveitamento de águas pluviais consiste na recolha, desvio e armazenamento de águas pluviais para posterior utilização doméstica. O objetivo principal destes sistemas consiste em substituir a água de uso doméstico sem exigência de potabilidade, por água pluvial devidamente recolhida e fornecida, sendo tratada durante o percurso entre recolha e fornecimento. Este campo tem sido alvo de permanente estudo e desenvolvimento.

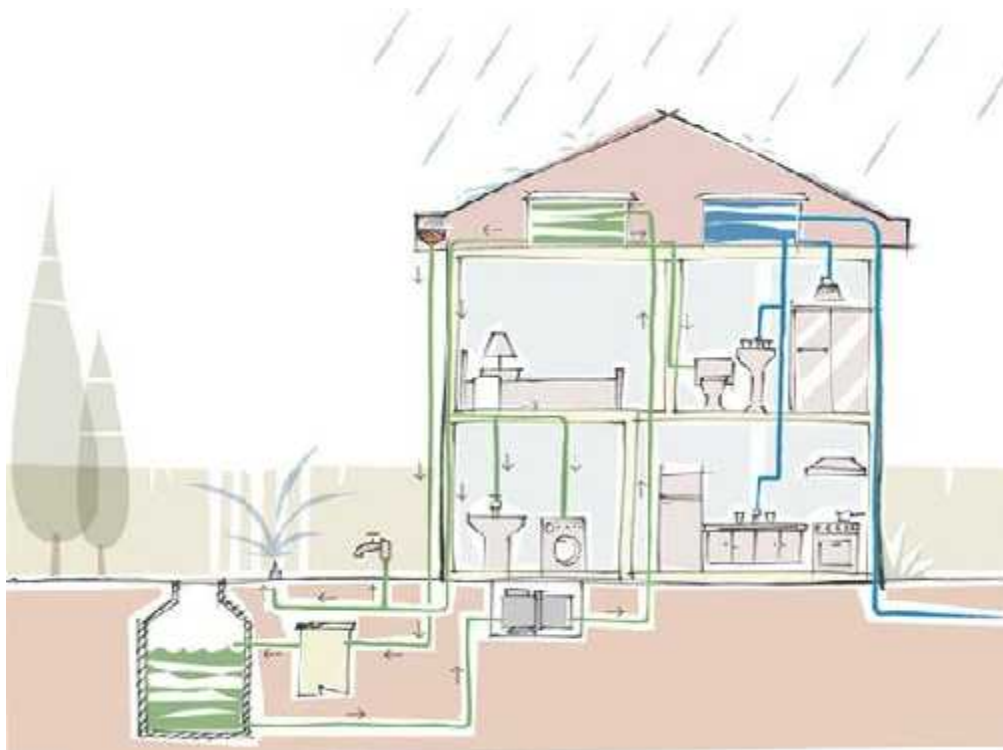


Figura.19, Esquema representativo de um sistema de recolha de água pluvial a verde

O sistema de recolha de águas pluviais pode ser dividido em etapas para uma melhor compreensão

- Recolha;

- Condução e Tratamento;
- Armazenamento;
- Condução para pontos de utilização.

### 3.18.3. Recolha

As superfícies dos edifícios onde normalmente é feita a recolha das águas pluviais são os telhados e terraços porque representam a maior área impermeável do terreno ocupado e a maneira mais fácil e próxima de recolher a água, promovendo a menor contaminação possível. A qualidade da água recolhida nestas superfícies depende dos materiais usados na sua construção e dos resíduos que, ao longo do tempo, se vão depositando.

### 3.18.4. Coeficiente de escoamento

O coeficiente de escoamento é dado em função das características da superfície e representa o quociente entre o volume total de escoamento superficial num determinado período de tempo e o volume total precipitado nesse período.

A ETA define valores para este coeficiente, em função das coberturas que estão disponíveis na Tabela 1.

Tabela 2- Valores dos coeficientes de escoamento

Tipo de cobertura	Coeficiente de escoamento
Coberturas impermeáveis (telha, cimento, asfalto, etc.)	0,8
Coberturas planas com gravilha	0,6
Coberturas verdes extensivas (pouco porosas)	0,5

Coberturas verdes intensivas (muito porosas)	0,3
--	-----

### **3.18.5. Área de captação**

A quantidade de água captada depende da área de captação, logo, quanto maior esta for, maior será o volume de água disponível. A superfície de recolha é a grande responsável pela qualidade final da água, logo, e de acordo com as exigências de qualidade, a recolha poderá em alguns casos ser alargada da cobertura para pavimentos transitáveis ou vias de comunicação.

A área referente à captação de uma qualquer exploração define-se pela projeção horizontal dos seus planos. Assim, a área de recolha de água de um edifício é dada, normalmente, pela área de implantação deste.

### **3.18.6. Condução E Tratamento**

#### Condução

A água captada é conduzida para o reservatório através de órgãos de condução incluindo-se nesta denominação as caleiras e os tubos de queda. Para além da água, estes dispositivos recolhem todo o tipo de detritos que acabam por contribuir para o crescimento bacteriano e para a contaminação da água no reservatório.

### **3.18.7. Tratamento e coeficiente de eficiência de filtração**

Quando decorrem grandes períodos de tempo seco aconselha-se a não aproveitar a água da primeira chuvada “first flush”, pois geralmente contém uma carga muito elevada de pó acumulado e detritos que vão de folhas a dejetos de pássaro. Recomenda-se por isso o desvio das primeiras águas. Outros órgãos instalados para tratar a água são os filtros. Estes acessórios são visíveis na Fig. 5 e localizam-se geralmente antes do reservatório. O objetivo dos filtros é remover a maior quantidade possível de sedimentos e detritos de pequenas dimensões da água antes do seu armazenamento, evitando as condições favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos ou algas.

A ETA admite uma eficiência de filtragem de 0,9 para filtros com manutenção e limpeza regulares a menos que as características do sistema recomendem a adoção de outro valor, sendo este valor definido como sendo a relação entre a quantidade de água filtrada que chega à cisterna e a quantidade de água da chuva que chega ao filtro.

### **3.18.8. Armazenamento**

O reservatório é um dos componentes mais importantes de um SAAP, tanto como fator de influência na qualidade da água, como peça mais dispendiosa do investimento ou como fator de otimização da água disponível versus necessidades de abastecimento. Este tema será largamente discutido no decorrer deste trabalho.

### **3.18.9. Condução Para Pontos De Consumo**

A menos que o reservatório esteja colocado a uma altura que permita a distribuição da água até ao local de consumo por gravidade, deverá ser colocado um grupo de pressão. Este inclui motor, bomba e quadro elétrico.

O SAAP pode ser todo automatizado mediante a instalação de um controlador. Este recebe informações sobre a ocorrência de chuva e o nível de água no reservatório, permitindo fazer o controlo da electroválvula que regula o “first flush”, do grupo eletrobomba e da entrada da água potável na cisterna.

### **3.18.10. Usos Da Água Recolhida E Consumos**

usos

A água da chuva pode ter, entre outros, os seguintes usos:

- Descarga de bacia de retrete;
- Lavagem de roupas;
- Lavagem de pavimentos, automóveis;
- Rega de zonas verdes

- Usos industriais (torres de arrefecimento, redes de incêndio, AVAC)

### **3.18.11. Consumos**

A água da chuva conseguida através de processos sem qualquer desinfeção ou filtragem complexa, não serve, geralmente, para consumo humano, qualificando-se como água de segunda qualidade. Esta água pode ser usada em algumas tarefas domésticas sem pôr em causa a sua eficácia. A limpeza de sanitas, mictórios e a rega são tarefas que necessitam de grandes quantidades de água. Por exemplo, em média, uma pessoa utiliza a bacia de retrete entre sete e oito vezes por dia, das quais cerca de seis para micção e as restantes para defecação, então, se em cada descarga do autoclismo forem utilizados dez litros, percebe-se que ao fim de um dia uma pessoa gasta entre setenta e oitenta litros de água.

## **CAPITULO IV – APRESENTAÇÃO E ANALISE DOS DADOS**

Nessa parte apresentamos os resultados provenientes da entrevista. Primeiramente, serão apresentados os dados demográficos do público-alvo e na sequência, os dados referentes a entrevista dos colaboradores.

### **Breve historial da área de estudo**

O bairro de Namicopo localiza-se na cidade de Nampula concretamente no posto administrativo com o mesmo nome (Namicopo), num espaço que torna orgulhosos os residentes pela disponibilidade de recursos. A população, maioritariamente proveniente do litoral da província de Nampula, realiza diversas atividades para garantir o seu sustento. Vende-se um pouco de tudo, desde água gelada, banana, amendoim torrado, até bolinhos feitos de farinha de trigo, entre outros produtos. Grande parte dos moradores é desempregada.

Apesar da falta de emprego, os jovens não cruzam os braços. Muitos dedicam-se, além dos estudos, ao trabalho de barbeiro, sendo que as instalações são construídas ao longo da estrada que separa os bairros de Namicopo e Carrupeia. A mesma estrada serve de

mercado informal. É possível constatar que ao longo dela são improvisadas barracas de venda de utensílios domésticos e vestuário.

Namicopo é um dos poucos bairros da cidade de Nampula que se pode orgulhar do seu crescimento nos últimos tempos. O comércio informal, a criminalidade, o desemprego e a prostituição fazem dele um local inóspito. Com características próprias, presentemente Namicopo é, na verdade, um lugar multifuncional.

A mencionada estrada que dá acesso ao posto administrativo de Namicopo é tida como um corredor para a realização de outras atividades, sejam lícitas ou ilícitas. As casas de pasto são construídas nas suas extremidades, facto que suscita o recrudescimento da criminalidade, e da prostituição, incluindo venda de cannabis sativa, vulgo surruma.

Algumas senhoras praticam a dança tradicional Tufo, uma atividade que está a ser expandida por todas as regiões da província de Nampula, e do país em geral. A atividade é levada a cabo como uma prestação de serviços e são cobrados valores monetários para custear as despesas do grupo, nomeadamente a compra de novos instrumentos musicais e vestuário.

O estudo de caso utilizado mostra uma série de aspetos ecológicos das construções voltadas para a população de baixa renda. Em decorrência da falta de cultura da utilização de materiais ecológicos, além do aumento do custo da obra, não existem muitos exemplos semelhantes a esse e por isso não é de fácil acesso.

## **Desenho metodológico**

Para melhor se aferir os resultados da pesquisa foi escolhida uma amostra de 40 indivíduos, subdivididos em 4 grupos alvos, nomeadamente: 10 funcionários e trabalhadores do Conselho Autárquicos da cidade de Nampula; 10 servidores públicos do Conselho Autárquicos da Cidade de Nampula, 20 Moradores do bairro de Namicopo.

Os componentes do grupo amostra foram estratificados em razão do género (masculino e feminino); nível académico (básico, médio e superior); e grupo etário.

A tabela abaixo expõe os dados demográficos atinentes à amostra da pesquisa em função do estrato social, género, nível académico, experiência profissional e idade.

**Tabela 3** – Representação do universo e a amostra da pesquisa e as respetivas técnicas de recolha de dados.

NO	Amostra	Entrevistados	Sexo		Nível de escolaridade			Experiência de serviço			Idade		
			M	F	Bás	Méd	Sup	1-5	6-10	+11	20-30	31-40	+41
01	10	Funcionários/trabalhadores	7	3	4	4	2	2	6	2	3	6	1
02	10	Servidores públicos	7	3	2	6	2	1	3	6	1	5	4
04	20	Moradores	10	10	10	6	4	-	3	7	9	7	4
Tot	40		24	16	16	16	8	3	12	15	13	18	9

Fonte: Autor, 2020

Relativamente ao género, os dados demográficos atestam que 24 eram do sexo masculino e dezoito (16) eram do sexo feminino. Dos indivíduos do sexo masculino 7 eram funcionários e trabalhadores do Conselho Autárquicos da cidade de Nampula; 7 servidores públicos do Conselho Autárquicos da cidade de Nampula, 10 moradores do bairro Namicopo. Com relação aos indivíduos do sexo feminino 3 funcionários/trabalhadores do Conselho Autárquicos da cidade de Nampula; 3 servidores públicos do Conselho Autárquicos da cidade de Nampula, 10 moradores do bairro Namicopo.

Quanto ao nível académico, os dados demográficos atestam que 16 eram básicos, 16 médios e 8 superiores. Com relação a experiência profissional consta que, 3 tinham um vínculo com a entidade empregadora entre 1 à 5 anos, 18 entre 6 à 10 anos e 15 mais de 11 anos.

## Aspectos técnicos para a construção de edificação ecológica de baixa renda na cidade de Nampula No bairro de Namicopo

Atendendo e considerando à fundamentação teórica, bem como ao contexto da pesquisa, foram consideradas as seguintes perguntas: Quais são os problemas das edificações e ambientais que consegue notar neste bairro? Dentre os problemas das edificações e ambientais, qual acha ser o principal? Quem se responsabiliza pelo meio ambiente deste bairro? Na sua opinião, qual seria o procedimento adequado para melhoria do bem-estar da população deste bairro?

Relativamente à primeira questão em análise.

**Tabela 4** – Quais são os problemas das edificações e ambientais que consegue notar neste bairro?

Respostas	Fr	%
<i>“Os problemas dos edifícios e ambientais que consigo notar neste bairro são vários, vou citar alguns, no caso poluição visual, construções informais em excesso e construção com material inadequado, pedaços de objetos espalhados, edifícios mal construídos”.</i>	40	75
<i>“Temos como problemas das edificações e ambientais sob meu ponto de vista a falta de urbanização, provocando deste modo aglomeração das casas dificultando por vezes a via de acesso; contentores de lixo maltratados; falta de controlo por parte das autoridades competentes na organização do bairro.”</i>	10	25
Total	50	100

**Fonte:** adaptado pelo autor (2020)

Os textos produzidos permitem-nos inteirar de como o entrevistado percebe sobre os problemas do bairro de estudo. Todos expuseram a postura de que são vários os problemas que se fazem sentir, dentre eles: lixo tipo doméstico; poluição visual;

sensação de aquecimento partículas sólidas, construções informais, ma estruturais do bairro, e falta de intervenção das autoridades competentes.

**Tabela 5** – Dentre os problemas das edificações e ambientais, qual acha ser o principal?

Respostas	Fr	%
O principal problema é a má gestão do lixo e falta de técnica de utilização dos materiais nos edifícios.	15	37.5
Falta de conhecimento de casas de sustentabilidade; ainda argumentam que, "maioria da população desse bairro desconhece o sistema de sustentabilidade nas edificações".	10	25
Falta de intervenção das autoridades competentes para melhoria do bairro.	7	17.5
Degradação do meio ambiente	8	20
Total	40	100%

Fonte:

Interagindo com o publico alvo pode entender que, mesmo conhecendo-se a importância do assunto, sustentabilidade começa com política, mudanças no país e, política é fortemente vinculada a poder e este a dinheiro. O poder coage a população na busca da sustentabilidade, portanto, enquanto não houver o interesse e a não priorização por parte dos governos, a mudança não vai ocorrer, salvo se a população se movimentar em favor de si mesma.

## DISCUSSÃO DE DADOS À LUZ DO QUADRO TEÓRICO

Foram concebidas duas hipóteses, sendo uma básica e outra secundária, nomeadamente:

- a) O controlo das técnicas usadas na construção vai influenciar diretamente para a redução dos impactos ambientais;

b) Controle de gastos económicos na construção.

Para o efeito, as hipóteses acima elencadas foram, devidamente, testadas e comprovadas. Relativamente a primeira hipótese, urge referir que, os indivíduos que compõem a amostra são a favor da implantação de controlo das técnicas usadas na construção vai influenciar diretamente para a redução dos impactos ambientais e também, que congregue o conjunto de melhoramentos públicos existentes naquela área urbana em estudo, assim como as boas técnicas construtivas, manutenção e reabilitação de dados elétricos e telefónicos, além da iluminação pública, pavimentação de ruas, guias e passeios, parques, áreas de lazer, e outras.

As soluções a implementar têm que atender um standard de urbanização e habitação básico satisfatório, que possa ser gradualmente melhorado com o tempo e o incremento do nível de renda da população. Não sendo possível alcançar a totalidade do conjunto urbano nos prazos desejáveis, uma primeira etapa poderia estar centrada no apoio ao esforço já despendido pelas famílias, a implantação do pleno fornecimento de água potável a todo o sistema urbano, mesmo que em um primeiro momento não possa ser assegurada a também universalização do sistema de esgotamento pluvial sanitário. Investimentos nesse sentido podem ser alcançados em prazo bastante curto e podem vir a contar com financiamentos externos a bom termo.

## ESTUDO DE CASO

### Ações para a Sustentabilidade da Construção

Elaborar um projeto com melhor desempenho ambiental é projetar levando-se em conta o uso eficiente da água, da energia, dos materiais de construção e, não menos importante, o aproveitamento dos resíduos da obra e sua reciclagem, tópicos que serão estudados na sequência.

### **A Água**

Segundo Oliveira et al. (2007), a água, dentre os insumos necessários para o desenvolvimento socioeconómico das nações são, sem dúvida, o principal a ser considerado no desenvolvimento sustentável. O crescimento acelerado dos grandes

centros urbanos tem dificultado a realização de projetos e obras de saneamento que atendam às demandas das cidades, não só pela falta de recurso financeiro, como pela demanda de mananciais cada vez mais distantes. Na indústria da construção, em especial, na fase de operação das edificações, a água é responsável por significativa parcela do impacto sobre o meio ambiente. As perdas de água nos sistemas prediais, devido à má qualidade de materiais e de componentes e de procedimentos relacionados ao uso da água inadequados, resultam em maiores volumes de consumo e de insumos necessários para o tratamento de água e de esgoto, além da degradação ambiental para a produção desses insumos. Por outro lado, impactos devido à implantação desses empreendimentos nas proximidades de recursos hídricos e a redução da área de permeabilidade do solo colocam em risco a população dessas habitações em função da maior exposição às enchentes, causando danos materiais e humanos. Oliveira (1999) conceitua desperdício como sendo toda a água que está disponível em um sistema hidráulico e é perdida ou utilizada de forma excessiva. Dessa maneira, o desperdício engloba perda e uso excessivo. Para a redução do desperdício de água, segundo o autor, pode-se destacar:

- ❖ **Ações económicas:** por meio de incentivos como subsídios para a aquisição de sistemas e componentes economizadores de água e redução de tarifa;
- ❖ **Ações sociais:** por meio de campanhas educativas propostas pela educação sócio ambiental e de sensibilização do usuário, que impliquem em redução de consumo devido à realização de procedimentos adequados com relação ao uso da água nas atividades e da mudança do comportamento individual;
- ❖ **Ações tecnológicas:** por meio da substituição de sistemas e componentes convencionais por economizadores de água, da implementação de sistemas de medição setorizada do consumo de água, da detecção e correção de vazamentos, do reaproveitamento de água e da reciclagem de água servida.

Existem diversas fontes alternativas de água e aquelas mais utilizadas em sistemas de habitações de interesses sociais são: água subterrânea, água pluvial e água cinza. O uso dessas fontes pode ser uma ação positiva para a preservação ambiental, principalmente em construções onde a operação do sistema seja permanente, de forma a evitar a contaminação do ambiente e preservar a saúde dos usuários.

Segundo Siqueira (2004), Reis (2005) e Paula (2005) destacam-se os seguintes sistemas de aproveitamento de águas pluviais e reuso da água:

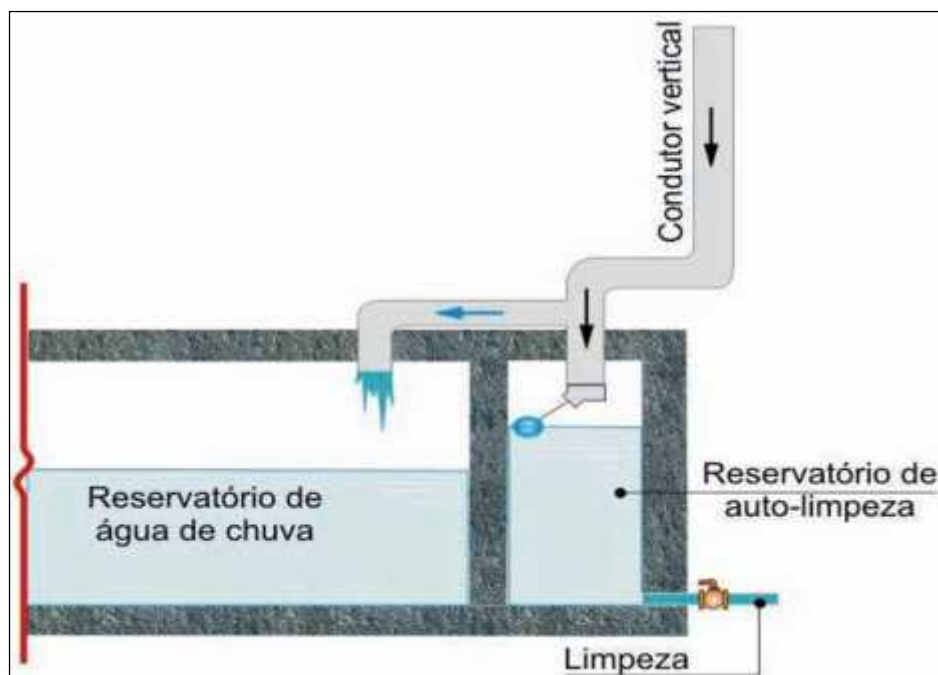
### **Sistemas de aproveitamento de águas da chuva em edificações**

Os sistemas de aproveitamento de água de chuva em edificações consistem na captação, armazenamento e posterior utilização da água precipitada sobre superfícies impermeáveis de uma edificação, tais como: telhados, lajes e pisos. Assim, como os sistemas prediais de reuso de água, a sua aplicação é restrita a atividades que não necessitem da utilização de água potável.

A Figura 3 ilustra um esquema de um sistema de aproveitamento de água de chuva em uma edificação horizontal do tipo residencial. Segundo Fewkes (1999), os sistemas de aproveitamento de água de chuva podem ser implantados nos sistemas hidráulicos prediais por meio de soluções tecnicamente simples que visam reduzir significativamente o consumo de água potável.

Assim como no sistema de reuso de água, o sistema de aproveitamento de água de chuva não deve ser misturado ao sistema de água potável a fim de evitar a contaminação. O monitoramento e controle de qualidade da água de chuva destinada ao aproveitamento, também, deve ser contínuo, pois nem sempre a água de chuva possui qualidade apropriada que garanta segurança de manuseio ao usuário.

Figura 20 – Reservatório de captação e autolimpeza



**Fonte:** Projeto Tecnologias para Construção Habitacional mais sustentável - São Paulo/2007

Assim, a conservação de água não se restringe somente à economia de água, mas também na redução do consumo de energia e de outros recursos naturais, donde as ações de educação sócio ambiental são de grande importância.

### **Sistemas de infiltração de água de chuva em edificações**

Segundo Siqueira (2004), Reis (2005) e Paula (2005), quando se busca sustentabilidade em um sistema de drenagem pluvial de uma edificação, procura-se um sistema que seja viável e adequado ao local. Neste caso, para a utilização de sistemas de infiltração de água de chuva como soluções de drenagem em edificações, são necessários além da avaliação dos parâmetros locais, tais como características físicas e estruturais do solo, intensidade pluviométrica e nível do lençol freático; também, a verificação da viabilidade de custo executivo, custo de manutenção e a disponibilidade de área.

Os sistemas de infiltração de água de chuva são soluções, na maioria dos casos, eficientes que operam de forma sustentável, proporcionando a manutenção do equilíbrio hídrico natural do terreno a um baixo custo de implantação.

Podem ser citados como sistemas de infiltração de água de chuva: Conforme ilustrados nos anexos.

Apesar de contribuírem para a sustentabilidade das construções, os sistemas de infiltração de água pluvial, diferentemente dos sistemas de reuso e de aproveitamento de água de chuva, não retornam o custo de implantação ao longo da vida útil. Desta forma, para que haja interesse pela implantação desses sistemas alternativos de drenagem, é necessário que a eles sejam agregados valores, como por exemplo, a permissão de substituição parcial da área permeável por área construída.

Em habitações de interesse social, geralmente os sistemas de água pluvial não são considerados. Neste caso, a água de chuva que escoar pelo telhado cai diretamente na superfície impermeável e escoar superficialmente até atingir um plano de infiltração (área verde) ou o sistema de drenagem urbana. Só há interesse pela execução de sistemas de infiltração de água de chuva quando a área de construção está situada abaixo do nível de descarga de água pluvial para o sistema público e, desta forma, não há outra solução senão infiltrar ou recalcar. No caso de conjuntos habitacionais, os poços de infiltração são soluções viáveis que podem contribuir para a gestão dos sistemas de drenagem por meio de uma solução sustentável e viável economicamente.

Assim, a implantação desses sistemas tem como principal atrativo a sustentabilidade. Para isso, são necessárias políticas públicas e a educação socio ambiental que incentivem a sociedade a adotar o conceito de sustentabilidade.

## Sistemas de reuso de água em edificações

Os sistemas de reuso de água em edificações possibilitam a reutilização, por uma ou mais vezes, do efluente de equipamentos sanitários. Segundo Siqueira (2004), Reis (2005) e Paula (2005), o procedimento mais simples de reuso de água frequentemente empregado por usuários de edificações residenciais é a utilização da água de enxague da máquina de lavar roupas para a limpeza de pisos, irrigação de jardins ou lavagem de outras roupas. Em geral, a máquina de lavar roupas é instalada ao lado do tanque, o que facilita o processo de armazenamento do efluente gerado por aquele equipamento e que pode ser posteriormente utilizado (Figura 21). Classifica-se como água adequada ao reuso, também denominada água cinza, o efluente de chuveiros, lavatórios, tanques, máquinas de lavar roupas e de banheiras. Por sua vez, os efluentes de bacias sanitárias, lava-louças e pias de cozinha são considerados inadequados ao reuso e são denominados de águas negras.

Figura 21 – Esquema de utilização de água de máquina de lavar para irrigação de jardim



**Fonte:** Little (2004).

Os sistemas de reuso podem ser destinados aos mais diversos fins, entre eles: irrigação de jardins, descarga de bacias sanitárias, lavagem de pisos, lavagem de veículos, preservação de lagos, entre outros, sendo o sistema de tratamento de efluentes adaptado à produção de água com a qualidade desejada.

O interesse pelo sistema de reuso ainda é pequeno, muito se deve ao preconceito de utilização de água proveniente do efluente do esgoto doméstico e, também, ao maior risco de contaminações associado ao sistema de manutenção que possam promover danos à saúde dos usuários diretos e indiretos do sistema.

Segundo Nardocci (2003), os riscos à saúde humana e ao meio ambiente, associados ao reuso de água, são fatores que preocupam a sociedade. Esses são os principais motivos de resistência dos usuários quanto à implantação de sistemas de reuso em edificações residenciais.

Assim sendo, é necessário equilibrar as relações riscos/benefícios e custo/eficácia das tecnologias de tratamento, tendo em vista que quanto mais nobre o uso pretendido, mais alto os custos dos investimentos necessários para um sistema seguro que garantam um controle eficaz dos padrões de qualidade da água de reuso. Portanto, o elevado custo de execução, de operação e de manutenção dos sistemas de reuso de água e devido aos riscos de contaminação pelo uso inadequado, o uso de sistemas de reuso de água em habitações unifamiliares de interesse social não é justificável, pois dificilmente proporcionaria um sistema que se manteria sustentável ao longo do tempo.



MAPA DE MOCAMBIQUE ILUSTRANDO PROVÍNCIA DE NAMPULA AREA DE ESTUDO BAIRRO DE NAMICOPO

## Conclusão

A natureza é responsável por todo o tipo de vida que nela existe, no entanto, nem todas as pessoas pensam assim e acabam a prejudicando. O principal prejuízo causado pelo homem diz respeito à poluição. A área da construção civil é responsável por grande parte desta poluição (destruição). Pensando em amenizar esta situação, nos últimos anos surgiu a ideia da construção civil sustentável, a qual se preocupa com a preservação da natureza. O artigo irá retratar maneiras de mudança de pensamento e ação relacionados a construção civil sustentável, trazendo novas perspectivas visando não apenas a sustentabilidade em si, mas também o beneficiamento do empreiteiro juntamente com a preservação da natureza e de seus bens.

O tema abordado nesse trabalho é muito agregador. Há anos que diversos órgãos tentam acabar com o deficit habitacional, porém o seu número é espantoso em Moçambique e ainda há muito trabalho a ser feito para ter esse objetivo concluído. A construção de casas ecológicas é extremamente importante, pois além de gerar uma habitação para uma família, tem o objetivo de preservação do ambiente.

Os materiais fabricados de maneira ecológica são uma saída inteligente para transformar o que poderia se tornar lixo, em elementos de uma moradia, ajudando tanto na área habitacional, quanto na redução de resíduos sólidos.

Para a edificação ecológica voltada a baixa renda se tornar uma realidade frequente é necessário que o Governo compreenda seu valor a longo prazo e conseqüentemente disponha um subsídio maior para o acesso a tecnologias de carácter ecológico.

Tendo em vista que o objetivo do presente trabalho é atribuir uma fonte a mais de busca por conhecimento a respeito dos requisitos, materiais e demais aspetos técnicos para o desenvolvimento de casas ecológicas para a baixa renda, os dados coletados validam esse objetivo. Foi apresentado o conceito de edificação ecológica, o problema do deficit habitacional em Moçambique e as tentativas do Governo de solucioná-las, os requisitos técnicos e legais para a construção da edificação ecológica, aspetos relacionados à

qualidade, custo, prazo de construção e durabilidade dos materiais ecológicos e os tipos de tecnologias existentes para casas ecológicas.

Nesse trabalho foi possível perceber que existem diversos materiais ecológicos acessíveis para combater o deficit habitacional, com consciência ambiental. Porém, é necessário que o Governo entenda a necessidade de gastar mais a curto prazo para a implementação de tecnologias ecológicas, a fim de criar um equilíbrio entre o homem e o meio ambiente e dar continuidade nos seus projetos.

## Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Construção sustentável: Da teoria a prática.

Disponível em <<http://www.abnt.org.br/noticias/3033-construcao-sustentavel-da-teoria-a-pratica>>. Acesso em 19.Jan.2017

AZEVEDO, GABRIELA. Minha Casa, Minha Vida prevê 700 mil novas moradias para 2014. <<http://www.jb.com.br/pais/noticias/2014/01/19/minha-casa-minha-vida-preve-700-mil-novasmoradias-para-2014/>> Acesso em 29.Mai.2017

FERNANDES, ANDRE LUIZ GENELHU. “SUSTENTABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES” Construções para um futuro melhor – Reaproveitamento da água. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

LIMA, T. V. Estudo da produção de blocos de solo-cimento com matérias-primas no núcleo urbano da Cidade de Campos dos Goytacazes – RJ.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2006 WIECZYNSKI, Vlademir Jose.

Construções mais sustentáveis: Alternativas para uma habitação de baixo custo económico, 2014. Pinhalzinho, SC. Disponível em < <http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2015/02/Artigo-Vlademir-Jos%C3%A9Wieczynski.pdf> >. Acesso em 24.Ago.17

Anexos

**ANEXO 1 – PAVIMENTO PERMEÁVEL EM BLOCOS INTER-TRAVADOS**



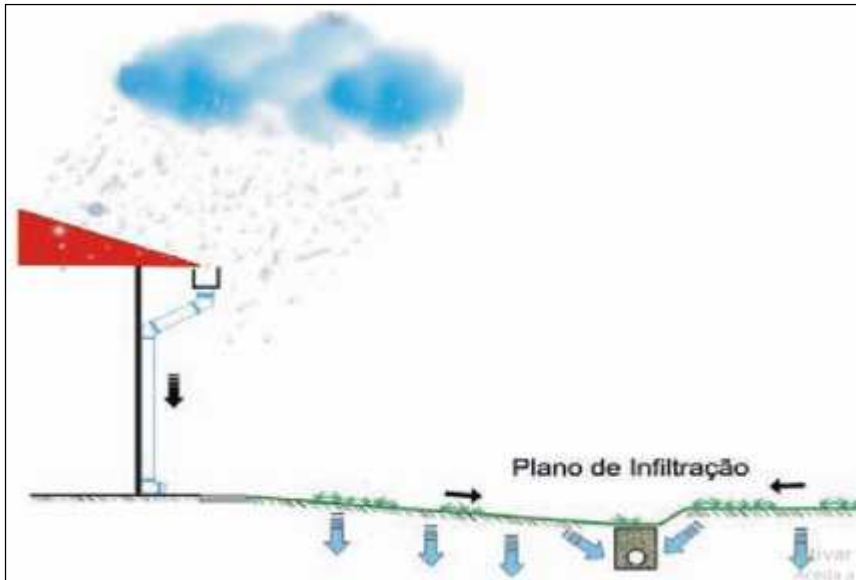
**Fonte:** SILVEIRA (2001).

**ANEXO 2 – DETALHE “CONCREGRAMA”**



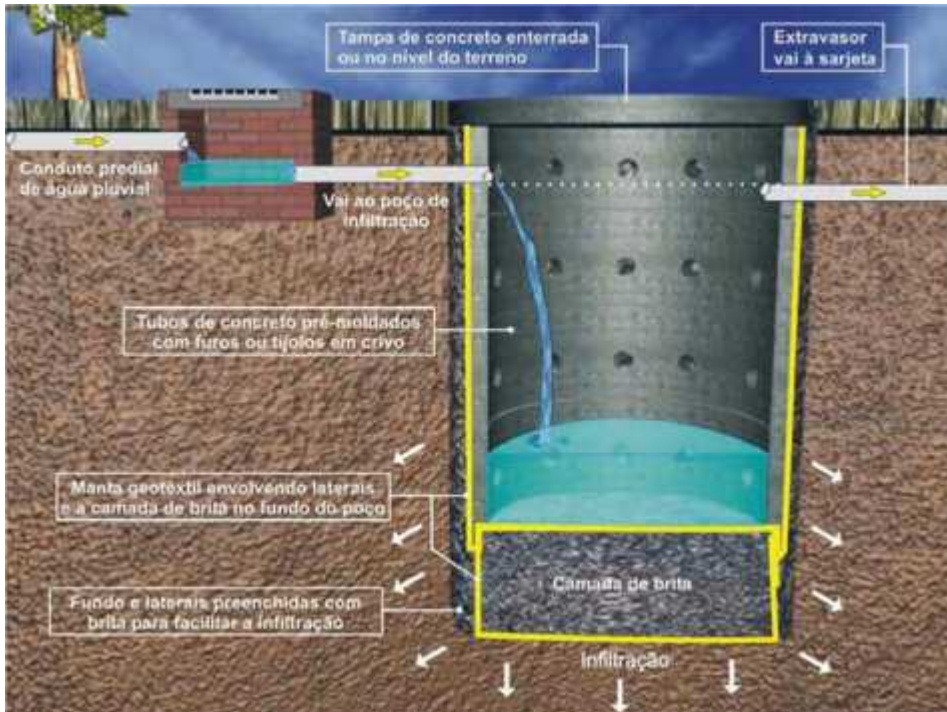
**Fonte:** REIS et al. (2002).

### ANEXO 3 – PLANO DE INFILTRAÇÃO COM DEPRESSÃO E DRENO PARA INFILTRAÇÃO



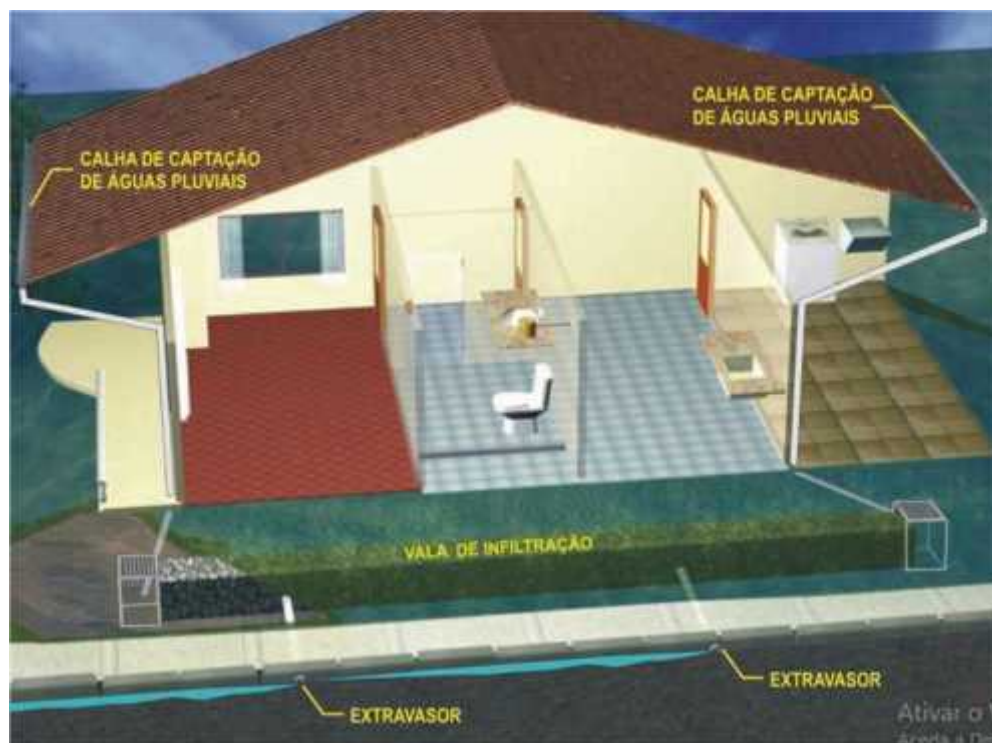
Fonte: Metropolitan council (2004).

### ANEXO 4 – PECO DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS



Fonte: REIS (2005).

**ANEXO 5 – ESQUEMA ILUSTRATIVO DE UM SISTEMA DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA UTILIZANDO VALAS DE INFILTRAÇÃO**



**Fonte:** Projecto Tecnologias para Construção Habitacional mais Sustentável - São Paulo/2007