

**ITC- INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CARATINGA  
PROGRAMA DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**DAYLA SOTTE ALVES MEDEIROS  
NATÁLIA DE SOUZA E SILVA**

**MÉTODO CONSTRUTIVO CONVENCIONAL COM  
APLICAÇÃO DE TÉCNICAS ALTERNATIVAS**

**BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ITC- MINAS GERAIS**

**DAYLA SOTTE ALVES MEDEIROS  
NATÁLIA DE SOUZA E SILVA**

**MÉTODO CONSTRUTIVO CONVENCIONAL COM  
APLICAÇÃO DE TÉCNICAS ALTERNATIVAS**

Monografia apresentada à banca examinadora da Faculdade de Engenharia Civil do Instituto Tecnológico de Caratinga(ITC, MG), como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil, sob orientação do professor Thales Leandro.

**ITC-CARATINGA  
2015**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos em primeiro lugar a Deus que iluminou o nosso caminho durante esta caminhada. Aos nossos pais, irmãos e a toda nossa família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que nós chegássemos até esta etapa de nossas vidas.

Agradecemos também a todos os professores que nos acompanharam durante a graduação, em especial ao Prof. Thales e à Prof<sup>a</sup>. Wilma Leitão, responsáveis pela realização deste trabalho. Aos amigos em especial Ricardo Medeiros que teve papel importante na elaboração deste trabalho.

Dayla Sotte Alves Medeiros  
Natália de Souza e Silva

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tijolo maciço solo-cimento .....	19
Figura 2: Bloco vazado comum de solo-cimento.....	19
Figura 3: Bloco vazado de solo-cimento .....	19
Figura 4: Esquema de aquecedor solar. ....	22
Figura 5: Vaso em ABS.....	23
Figura 6: Modelos de lâmpadas em LED. ....	24
Figura 7: Camadas do piso laminado.....	25
Figura 8: Arejador.....	27
Figura 9: Torneira Hidromecânica .....	27
Figura 10: Planta de cobertura casa convencional.....	29
Figura 11: Planta de cobertura casa convencional com técnicas sustentáveis .....	30
Figura 12: Planta baixa casa convencional .....	46
Figura 13: Planta baixa casa convencional com técnicas sustentáveis .....	47

## LISTAS DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 1: Dimensões de fabricação dos blocos cerâmicos de vedação .....	14
Tabela 2: Dimensões nominais dos blocos .....	20
Tabela 3: Orçamento Construção Convencional.....	31
Tabela 4: Orçamento detalhado de uma construção convencional com materiais sustentáveis .....	34
Tabela 5: Consumo mensal Lâmpadas incandescentes x Lâmpadas LED.....	38
Tabela 6: Economia mensal provenientes de técnicas sustentáveis.....	39
Gráfico 1:Custo da Casa com técnicas Sustentáveis X Casa Convencional .....	37
Gráfico 2:Retorno (R\$) X Tempo (anos) .....	40

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABCERAM- Associação brasileira de cerâmica

BNDES - Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social

CIB - Conselho Internacional da Construção

Cm - centímetros

COV's - compostos orgânicos voláteis

IDHEA - Instituto Para O Desenvolvimento Da Habitação Ecológica

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e tecnologia

KW/h - Kilowatt/ hora

L - litro

LED - Light Emitting Diode- diodo emissor de luz

m<sup>2</sup> - metro quadrado

MEC - Ministério da educação

Min - minuto

ml - mililitros

SEBRAE-sistema brasileiro de apoio a micro e pequenas empresas

SETOP - Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas

uT - Unidade de Turbidez

uH - Unidade de Hazen

UNOESC - Universidade do Oeste de Santa Catarina

UV - Ultravioleta

w – Watts

## RESUMO

Os impactos causados ao meio ambiente, devido ao consumo excessivo de materiais, água e energia tem sido motivo de preocupação global, trazendo como consequência a destruição do meio ambiente. Vive-se hoje em um ecossistema com mudanças climáticas, extinção de espécies, exaustão do solo e escassez de água. A construção civil é um dos principais setores responsáveis pela maioria desses problemas ambientais, pois consome quantidade elevada de recursos naturais. Com intuito de apresentar ações que proporcionam diminuição desses impactos, realizou-se um estudo de viabilidade de uso de equipamentos que diminuam o consumo de energia e água em construções da cidade de Caratinga, apresentando parâmetros como custos e apontando sistemas e equipamentos que diminuam o consumo de energia e água. Dessa forma foi feito um comparativo entre uma construção convencional de concreto e blocos de vedação e uma construção convencional com técnicas alternativas utilizando materiais como tijolo solo-cimento, aquecedor solar e telhado branco.

Palavras-chave: Meio ambiente construção sustentável, impactos ambientais.

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	9
1.1 OBJETIVOS.....	10
1.1.1 Objetivo geral.....	10
1.1.2 Objetivos específicos.....	10
<b>2 CONSIDERAÇÕES CONCEITUAIS</b> .....	11
2.1 CONSTRUÇÃO CIVIL.....	11
2.2 SUSTENTABILIDADE.....	12
2.3 MÉTODO CONSTRUTIVO CONVENCIONAL.....	13
<b>2.3.1 Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação</b> .....	13
2.3.1.1 Produção.....	14
2.3.1.2 Aspectos e impactos ambientais.....	15
2.3.1.3 Bacia Sanitária.....	16
2.3.1.4 Lâmpadas Fluorescentes.....	16
2.3.1.5 Piso cerâmico.....	17
2.4 METODO CONSTRUTIVO CONVENCIONAL ADAPTADO COM TÉCNICAS SUSTENTÁVEIS.....	17
<b>2.4.1 Tijolo solo-cimento</b> .....	18
2.4.1.1 Produção.....	18
2.4.1.2 Vantagem do uso do tijolo solo-cimento em construções.....	20
<b>2.4.2 Aquecedor solar</b> .....	20
<b>2.4.3 O emprego de materiais sustentáveis</b> .....	22
2.4.3.1 Vaso sanitário econômico em ABS.....	22
2.4.3.2 Lâmpada de LED.....	23
2.4.3.3 Tinta ecológica.....	24
2.4.3.4 Piso laminado.....	25

2.4.3.5 Telhado branco.....	26
2.4.3.6 Torneiras eficientes .....	26
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>28</b>
3.1 ESTUDO DE CASO .....	28
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>31</b>
4.1 ORÇAMENTO COMPARATIVO .....	31
4.1.1 Orçamento detalhado de uma construção convencional .....	31
4.1.2 Orçamento detalhado de uma construção convencional com técnicas sustentável.....	34
4.2 COMPARATIVO DE CUSTO.....	37
4.3 ANÁLISE DO RETORNO .....	37
4.3.1 Aquecedor solar.....	37
4.3.2 Lâmpadas de LED.....	38
4.3.3 Economia de água vaso ABS.....	38
4.3.4 Retorno proveniente de técnicas sustentáveis.....	39
4.4 TEMPO DE RETORNO.....	39
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>42</b>
<b>APÊNDICE I .....</b>	<b>46</b>
<b>APÊNDICE II .....</b>	<b>47</b>



# 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento mundial da construção civil trouxe consigo a preocupação de se edificar sustentavelmente, grandes centros urbanos que ainda produzem altíssimas edificações verticalizadas, pavimentações impermeáveis, necessitando de uma reavaliação sobre seu processo construtivo. Materiais alternativos são meios encontrados para amenizar os impactos ambientais causados devido ao alto consumo de recursos naturais.

A construção civil é uma das indústrias que mais consomem recursos naturais, devido seu gerenciamento ineficiente de materiais. Resíduos são gerados durante a extração e coleta de matéria prima, além de alto consumo de água, emissão de ruídos e gases que aumentam o efeito estufa.

A implantação de edificações com técnicas alternativas visa amenizar problemas ambientais como, por exemplo, o esgotamento de recursos naturais, a geração de resíduos e emissões de gases poluentes. Para ser sustentável em uma construção precisa se adequar à atividades que sejam eficientes no uso de recursos naturais tanto na produção de materiais, sua construção a utilização da edificação.

As edificações com técnicas alternativas têm por objetivo manter ecossistemas saudáveis, produzir menos resíduos e consumir uma menor quantidade de recursos naturais, gerando diversos benefícios. Para o proprietário ela oferece um retorno rápido sobre o investimento, redução do gasto de energia e manutenções em materiais e sistemas. Para o meio ambiente reduz o consumo de recursos naturais como água e energia. E a sociedade passa a viver em um ambiente saudável e confortável.

Sendo assim temos a seguinte questão: Qual o tempo necessário para a restituição do investimento inicial em uma construção convencional com técnicas sustentáveis?

A construção convencional com técnicas alternativas é viável em relação à construção convencional quando considerado um investimento com retorno em longo prazo. Os problemas ambientais tornaram uma preocupação global e a falta de recursos naturais é cada vez maior. Dessa forma, a implantação de ações sustentáveis em edificações é uma alternativa interessante para o mercado.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Essa pesquisa tem como objetivo analisar materiais e técnicas de uma edificação unifamiliar convencional e a mesma edificação porém com técnicas alternativas e a partir dos resultados obtidos concluir dentro de quanto tempo será possível obter o retorno financeiro do empreendimento em Caratinga.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Apresentar um projeto arquitetônico da edificação unifamiliar analisada;
- Levantar dados quantitativos dos materiais que serão utilizados nos dois métodos construtivos;
- Elaborar o orçamento destes materiais;
- Comparar os valores coletados acima;
- Concluir a viabilidade ou não deste tipo de edificação.

## 2 CONSIDERAÇÕES CONCEITUAIS

### 2.1 CONSTRUÇÃO CIVIL

A construção civil encontra-se em alta, pois a sociedade busca cada vez mais um padrão de vida melhor que são proporcionados pelas construções e dessa forma o espaço vem se modelando ao longo do tempo (FURUKAWA; CARVALHO,2011). A maior preocupação ao se construir uma edificação é o custo e os impactos ambientais, por exigir um pouco mais de investimento, não são levados em conta. De acordo com Villela e Ignácio (2015), o desenvolvimento sustentável deve ocorrer de forma que favoreça o progresso, sendo o ápice do equilíbrio entre o homem, natureza e economia, onde a geração atual possa usufruir o meio ambiente sem comprometer as gerações futuras. Uma edificação sustentável visa utilizar mais recursos renováveis, recicláveis que causem menos danos ambientais.

O Ministério da Educação (MEC, 2010) define construção civil como:

A área de Construção Civil abrange todas as atividades de produção de obras. Estão incluídas nesta área as atividades referentes às funções planejamento e projeto, execução e manutenção e restauração de obras em diferentes segmentos, tais como edifícios, estradas, portos, aeroportos, canais de navegação, túneis, instalações prediais, obras de saneamento, de fundações e de terra em geral, estando excluídas as atividades relacionadas às operações, tais como a operação e o gerenciamento de sistemas de transportes, a operação de estações de tratamento de água, de barragens, etc.

O avanço da construção civil está diretamente ligado ao desenvolvimento econômico e social do país e está diretamente ligada a qualidade de vida da população. Porém os impactos ambientais causados pela mesma. Segundo o MEC, 2000:

Obras de grande extensão, como estradas, barragens e canais, têm impacto direto sobre o meio ambiente. Além disso, a construção civil consome muitos produtos, cujo uso agride diretamente a natureza. Entre eles, podem-se citar a madeira, os produtos cerâmicos, o cimento, a energia e outros. Não se pode deixar de citar, também, que a manutenção de obras é uma fonte de muitos rejeitos, como os resíduos de cimento, cal, cerâmica, asfalto, rochas, etc. A disposição destes resíduos causa grande impacto no ambiente. Por tudo isto, a área de Construção Civil deve ter uma forte interação com a de Meio Ambiente. Esta interface pode sugerir, por

exemplo, a formação de técnicos em construção de aterros sanitários com aproveitamento de rejeitos da construção civil.

Segundo o Conselho Internacional da Construção - CIB, a construção civil está entre as que mais consomem recursos naturais, além de usar em grande escala a energia que causa grande impacto a natureza (MMA- Ministério do Meio Ambiente). A produção de resíduos devido a corte de vegetação, impermeabilização do solo e a sua fase de construção resulta na geração de ruídos, resíduos. (UNOESC - Universidade do Oeste de Santa Catarina, 2011).

Dessa forma torna-se importante o uso de materiais alternativos que possibilitem minimizar os impactos oriundos da construção civil.

## 2.2 SUSTENTABILIDADE

Ser sustentável é não comprometer os recursos naturais necessários para a sobrevivência humana. É relacionar o desenvolvimento às questões ambientais. Na construção civil ser sustentável precisa de planejamento, aproveitamento dos recursos naturais, eficiência energética, gestão e economia da água, gestão de resíduos na edificação, qualidade do ar e do ambiente interior, conforto termo-acústico, uso racional de materiais e por fim uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis (ARAUJO, 2010).

Um dos fatores que inviabiliza a construção sustentável é o custo inicial, mas este tipo de edificação é um investimento em longo prazo e oferece para o proprietário um ambiente saudável, materiais e sistemas duráveis e uma redução nos gastos com energia (PEREIRA, 2013).

Burker e Keeler (2010) afirmam:

Para o proprietário e o consultor, a construção sustentável oferece um rápido retorno sobre investimento e um processo de venda ou aluguel que reduz os custos de inatividade capital. Para o gerente de instalações ou síndico, o uso de materiais, produtos e sistemas duradouros e de pouca manutenção significa menos gastos com substituintes e um cronograma de manutenção menos frequente.

A origem da construção sustentável foi nos Estados Unidos devido a não disponibilidade de combustíveis fósseis no país. E ao invés de se adaptarem a falta

preferiram optar por construções com eficiência energética para minimizar o impacto devido a escassez do petróleo. Segundo o U.S. Green Building Council, “a indústria da construção civil é uma das que mais consomem energia e água no planeta”. Sendo assim responsável por um enorme impacto ambiental.

Esses fatores associados ao aumento do preço do petróleo resultaram na necessidade de investimentos em pesquisas voltadas para a melhoria da eficiência energética, buscando edificações com conservação de energia e ambientes internos de qualidade. (BURKER E KEELER, 2010)

O desenvolvimento sustentável transcende a sustentabilidade ambiental e atinge a sustentabilidade econômica e social.

## 2.3 MÉTODO CONSTRUTIVO CONVENCIONAL

Podemos considerar construção convencional aquela que emprega materiais como concreto armado, vigas e pilares, tijolo cerâmico de vedação. Abaixo estão listados os materiais convencionais a serem implantados na edificação a ser comparada.

### 2.3.1 Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação

São tijolos cuja matéria prima principal é a argila, sendo um material natural, de estrutura terrosa e fina. Apresenta-se em formato de paralelepípedo com furos ao longo do comprimento que a partir da queima adquire uma coloração avermelhada (MINEPOR, 2000).

De acordo com a NBR 15270-1 (2005), os blocos cerâmicos para vedação constituem alvenarias externas ou internas que não têm a função de resistir a outras cargas verticais, além do peso da alvenaria da qual faz parte.

### 2.3.1.1 Produção

O processo de fabricação do tijolo cerâmico incluem diversas etapas tais como coleta da argila, preparação, mistura secagem e queima, até alcançar o produto final, sendo que cada etapa pode afetar seriamente a etapa seguinte (BACCELLI JR, 2010).

De acordo com o sistema brasileiro de apoio a micro e pequenas empresas – SEBRAE, a argila é retirada das jazidas e estocada no pátio de descarga para o processo de cura, passando por transformações físicas e químicas melhorando suas propriedades. Realizada a cura da argila, a mesma é processada pelo moinho, destorrador, misturador e laminador, adquirindo a forma requerida a partir da extrusão, corte e prensagem. O próximo passo é o encaminhamento das peças para a área de secagem, tomando cuidado para a secagem excessiva e rápida podendo causar retração diferencial, provocando o surgimento de trincas. Por fim realiza-se a queima do produto em fornos, sofrendo reações e transformações químicas e físicas para que o produto adquira propriedades necessárias ao uso, finalizando o processo de fabricação.

A tabela 1 mostra as dimensões que os blocos cerâmicos de vedação são fabricados.

**Tabela 1:** Dimensões de fabricação dos blocos cerâmicos de vedação

Dimensões LxHxC Módulo Dimensional M=10 cm	Dimensões de fabricação cm			
	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)	
			Bloco principal	½ Bloco
(1)M x (1)M x (2)M	9	9	19	19
(1)M x (1)M x (5/2)M			24	11,5
(1)M x (3/2)M x (2)M		14	19	9
(1)M x (3/2)M x (5/2)M			24	11,5
(1)M x (3/2)M x (3)M			29	14
(1)M x (2)M x (2)M		19	19	9
(1)M x (2)M x (5/2)M			24	11,5
(1)M x (2)M x (3)M			29	14
(1)M x (2)M x (4)M			39	19
(5/4)M x (5/4)M x (5/2)M		11,5	11,5	24
(5/4)M x (3/2)M x (5/2)M	14		24	11,5
(5/4)M x (2)M x (2)M	19		19	9
(5/4)M x (2)M x (5/2)M			24	11,5
(5/4)M x (2)M x (3)M			29	14
(5/4)M x (2)M x (4)M			39	19

(3/2)M x (2)M x (2)M	14	19	19	9
(3/2)M x (2)M x (5/2)M			24	11,5
(3/2)M x (2)M x (3)M			29	14
(3/2)M x (2)M x (4)M			39	19
(2)M x (2)M x (2)M	19	19	19	9
(2)M x (2)M x (5/2)M			24	11,5
(2)M x (2)M x (3)M			29	14
(2)M x (2)M x (4)M			39	19
(5/2)M x (5/2)M x (5/2)M	24	24	24	11,5
(5/2)M x (5/2)M x (3)M			29	14
(5/2)M x (5/2)M x (4)M			39	19

Nota: Os blocos com largura de 6,5 cm e altura de 19 cm serão admitidos excepcionalmente secundários ( como em shaft's ou pequenos enchimentos) e respaldados por projetos de identificação do responsável técnico.

**Fonte:** NBR15270-1 (2005)

### 2.3.1.2 Aspectos e impactos ambientais

Os principais impactos ambientais relacionados à indústria de cerâmica vermelha estão geralmente associados a fatores como: degradação das áreas de extração da argila, consumo de energia, geração de resíduos sólidos decorrentes de perdas por falhas na qualidade do produto, emissão de poluentes atmosféricos e gases de efeito estufa. Esses fatores podem ser verificados nas diferentes etapas do sistema produtivo das empresas do setor de cerâmica vermelha.

Segundo Pauluzzi, para a execução da alvenaria não há o uso de projetos para esse fim, ocasionando técnicas improvisadas de forma mais fácil, porém com a qualidade reduzida. Tijolos são assentados e cortados para a passagem de instalações elétricas e hidráulicas, logo após são realizados remendos com argamassa, gerando resíduos. Além disso, há também o desperdício de materiais no ato do transporte dos tijolos e na execução quando na conferência de prumo do revestimento externo, ocasionado o uso extra de argamassa.

### 2.3.1.3 Bacia Sanitária

A bacia sanitária conhecida também como privada, geralmente é fabricado em cerâmica. Seu funcionamento se dá pelo cano do vaso sanitário que transporta os dejetos através do fluxo de água até o sifão e a partir daí são direcionados para o esgoto. Fica uma quantidade de água armazenada no sifão, que quando a descarga é acionada a água é liberada.

A água usada nesse tipo de vaso representa boa parte da água consumida por uma edificação. Modelos onde a válvula de descarga são colocadas na parede, consomem cerca de 12 a 15 litros de água a cada descarga. Em 2003 foi lançado o vaso com caixa acoplada, gastando cerca de 6 litros por descarga, normalizado pela NBR 15.097/04.

### 2.3.1.4 Lâmpadas Fluorescentes

A lâmpada incandescente possui um filamento de metal que ao receber a energia emite luz amarelada. Muito usada no Brasil por ser mais barata, porém consomem mais energia para pouca iluminação. De acordo com a Eco Lâmpadas, somente 5% da eletricidade é convertida em luz, elevando a temperatura ambiente. Sua duração é de no máximo mil horas, sendo que antes pode ocorrer queima devido ao superaquecimento da mesma.

Devido a diversos inconvenientes, as lâmpadas incandescentes estão deixando de ser comercializadas atendendo o cronograma estabelecido pela Portaria Interministerial 1007 dos Ministérios de Minas e Energia, da Ciência, Tecnologia e Inovação e do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior, de dezembro de 2010, que fixou índices mínimos de eficiência luminosa para fabricação, importação e comercialização das lâmpadas incandescentes de uso geral em território brasileiro (G1,2015).

Após o fim da comercialização da lâmpada incandescente, a lâmpada fluorescente passou a ser a mais usada para fins residenciais e comerciais.

Funciona a partir da combinação de mercúrio e gás néon, gerando uma reação química.

De acordo com o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e tecnologia – INMETRO, se comparadas a incandescentes, fluorescente possuem vida útil maior e menor consumo de energia elétrica, porém com um custo mais elevado. Torna-se 80% mais econômica e dura cerca de 5.000 a 10.000 horas. No mercado existem 3 modelos tais como tubular, compacta eletrônica e compacta não integrada.

#### 2.3.1.5 Piso cerâmico

O piso cerâmico é composto de argila e outros materiais inorgânicos queimados a altas temperaturas. Pode ser usados em pisos, paredes, ladrilhos e pastilhas. De acordo com Páscoa, o piso cerâmico apresenta vantagens quanto ao uso como proteção contra infiltração, durabilidade, variedade de modelos, isolamento, preço, instalação e fácil manutenção.

No processo de fabricação da cerâmica, usam-se esmaltes a base de metais pesados como chumbo e cádmio ou a base de sódio (ABCERAM - Associação Brasileira de Cerâmica). Sendo assim, necessita de tratamento antes de serem lançados na natureza.

## 2.4 METODO CONSTRUTIVO CONVENCIONAL ADAPTADO COM TÉCNICAS SUSTENTÁVEIS

Dentre vários métodos construtivos hoje disponíveis, o desenvolvimento de construções sustentáveis tem ganhado importância no mercado pois proporciona um diferencial de vendas para o consumidor. Porém ainda é necessário um investimento em pesquisas no setor visando a disponibilidade de técnicas de sustentabilidade no mercado de trabalho para que a construção sustentável possa ser uma construção que se mantenha. (FURUKAWA; CARVALHO, 2011)

Abaixo estão apresentadas algumas técnicas construtivas sustentáveis que de certa forma são simplificadas e estão disponíveis para a cidade de Caratinga.

#### **2.4.1 Tijolo solo-cimento**

Conhecido também como tijolo ecológico, o tijolo solo-cimento é assim identificado por se tratar de um material que no ato de fabricação conta com um processo mais simples, renovável e de custo reduzido (MAGALHÃES, 2010). Usado como alvenaria de vedação, esse tipo de tijolo não necessita de reboco para a proteção contra agentes externos, podendo ser usado de forma aparente, tendo edificações personalizadas.

A NBR 8491(1984), define tijolo maciço de solo-cimento como:

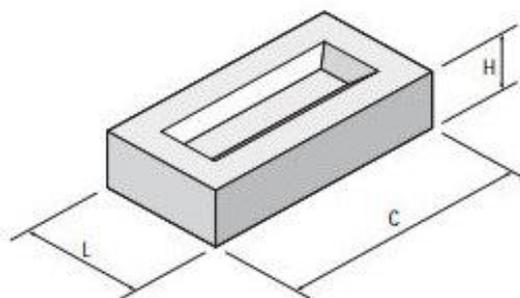
Tijolo cujo volume é inferior a 85% de seu volume total aparente e constituído por uma mistura homogênea, compactada e endurecida de solo, cimento Portland, água e eventualmente, aditivos em proporções que permitam atender às exigências desta norma.

Este tipo de tijolo chega a reduzir o custo em até 40% em casas populares e é recomendado para alvenaria de até 3 pavimentos. O baixo custo está relacionado à facilidade de encontrar a matéria prima e a produção manual do produto (MAGALHÃES, 2010).

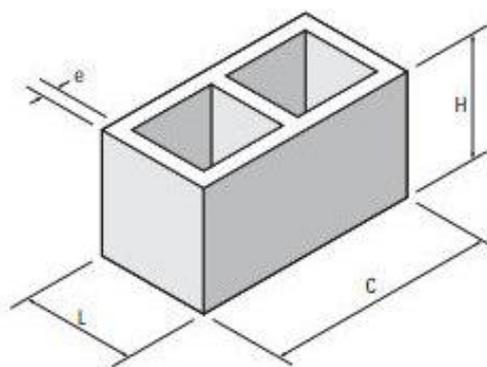
##### **2.4.1.1 Produção**

A produção dos tijolos solo-cimento é considerada simples, pois consiste apenas na mistura de solo, cimento e água que após feito a mistura são prensados e estocados para a cura. Para o transporte e uso dos tijolos, deve-se mantê-los úmidos por uma semana e estocados por 28 dias (PECORIELLO E BARROS, 2004).

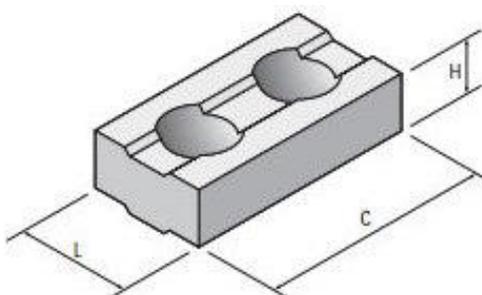
Os tijolos solo-cimento são produzidos em três modelos: tijolo maciço solo-cimento (figura 1), bloco vazado em solo-cimento (figura 2), bloco vazado comum de solo-cimento (figura 3) sendo o mais utilizado na construção civil.



**Figura 1:** Tijolo maciço solo-cimento  
Fonte: WWW.piniweb.com.br



**Figura 2:** Bloco vazado comum de solo-cimento  
Fonte: WWW.piniweb.com.br



**Figura 3:** Bloco vazado de solo-cimento  
Fonte: WWW.piniweb.com.br

Na tabela 2 estão representadas as dimensões nominais dos blocos pela NBR 8491/1984:

**Tabela 2:** Dimensões nominais dos blocos

<b>TIPOS E DIMENSÕES NOMINAIS</b>			
<b>DESIGNAÇÃO</b>	<b>COMPRIMENTO</b>	<b>LARGURA</b>	<b>ALTURA</b>
TIPO I	20cm	9,5cm	5cm
TIPO II	23cm	11cm	5cm

**Fonte:** NBR 8491/1984

As medidas dos tijolos devem atender o estabelecido pela NBR 8491 e ter precisão de no máximo 3mm.

#### 2.4.1.2 Vantagem do uso do tijolo solo-cimento em construções

A Eco Tijolos indica algumas vantagens na utilização do tijolo solo-cimento. Dentre elas está o menor preço, redução no tempo da obra em consequência do formato dos tijolos, elimina o uso de formas para vigas ou colunas, o uso de conduítes nas instalações elétricas, evita quebras de parede nas instalações hidráulicas além do reboco ser alternativo ou feito com materiais econômicos como o gesso.

#### 2.4.2 Aquecedor solar

Vivemos hoje uma época de racionamento de energia, conservação de recursos naturais, redução da emissão de gás carbônico na atmosfera. Diante desse cenário, a energia solar surge como solução para minimização desses impactos, visto que é uma energia inesgotável e limpa, não agredindo o meio ambiente. O Brasil por ser um país tropical, a incidência solar anual gira em torno de 2.000 a 2.500 horas (entre 6 e 7 horas diárias) variando de acordo com a região, tornando o processo de aproveitamento de energia do mesmo supereficiente (EMPRESA UNISOL).

O aquecedor solar é uma técnica que emprega o uso da energia solar para o aquecimento de água para uso residencial, principalmente para banhos. Um dos

grandes benefícios do uso da energia solar é a diminuição dos gastos relativos ao uso de energia elétrica.

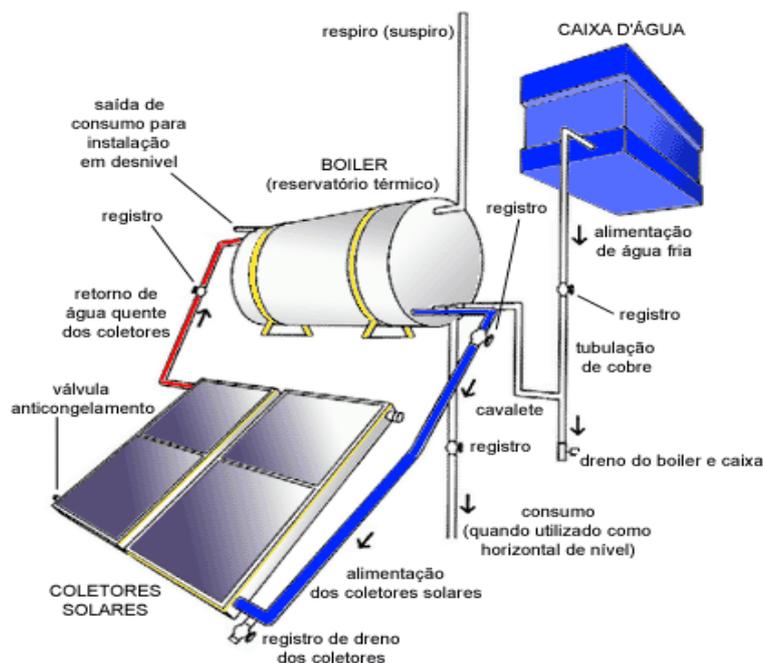
O coletor solar é um conjunto onde estão presente a placa de vidro, onde a radiação solar incide sobre a parte transparente do aparelho e uma porção dela alcança a aleta que são placas metálicas de alumínio ou cobre pintada de preto, presente no interior do sistema. Ligada junto a aleta está os tubos de cobre, pintado também na cor preta. Por condução, o aquecimento da aleta é transmitido para a água, seu aquecimento da aleta varia de acordo com sua área e espessura. A cor preta aplicada sobre aleta e tubos, faz com que aumente a absorção da energia radiante incidente, acelerando o processo de aquecimento da água (FORTE E FERRAZ, 2011).

Abaixo da aleta, há a presença da lâ de vidro, tendo como função a isolamento térmica, que assim como a placa de vidro, diminui a transferência de energia para o ambiente. O vidro sendo transparente acaba causando efeito estufa, impedindo a radiação infravermelha, mantendo-a no interior do aparelho, ajudando a aumentar a temperatura da água presente na tubulação, na temperatura em torno de 60° C.

A água quando aquecida, se torna menos densa e se move para o reservatório, conhecido como boiler. Nesse processo, a água fria na parte inferior do reservatório, se desloca para a tubulação. Então a água aquecida pronta para ser usada sai pela parte superior do boiler, enquanto uma nova porção de água fria entra no aquecedor vinda da caixa d'água (EMPRESA VIDA SOLAR HIDRÁULICA E AQUECEDORES).

O reservatório da água já aquecida, é conhecido como boiler, tem o formato cilíndrico podendo ser de alumínio, inox ou polipropileno com isolantes térmicos para que a água se mantenha o maior tempo possível aquecida. A caixa d'água está interligado ao boiler, mantendo-o sempre abastecido. É interessante que o boiler esteja próximo ao coletor solar para que não perda na eficiência durante o processo.

Na figura 4 observa-se um modelo esquemático do aquecedor solar, onde mostra o percurso da água, desde a saída da caixa d'água, passando pelo boiler até chegar ao coletor solar, sendo aquecida até retornar novamente ao boiler para ser armazenada aquecida, pronta para ser consumida.



**Figura 4:** Esquema de aquecedor solar.

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

O aquecedor solar normalmente trabalha com um sistema auxiliar, podendo ser elétricos ou gás, usados em dias chuvosos ou nublados em que a energia gerada não seja o suficiente para aquecer a água na temperatura necessária.

### 2.4.3 O emprego de materiais sustentáveis

#### 2.4.3.1 Vaso sanitário econômico em ABS

Criado pelo empresário Leonardo Lopes, esse tipo de vaso (figura 5) é altamente eficiente e sustentável, visto que o mesmo reduz em até 70% o uso de água em comparação aos modelos convencionais. Enquanto vasos convencionais usam 1 litro de água para evitar o mau cheiro, esse modelo usa apenas 200 ml. Para a eliminação de dejetos, esse modelo usa 2 litros enquanto modelos convencionais utilizam de 6 a 8 litros para desenvolver a mesma função.

Produzido com Polímero ABS, é mais leve e mais durável do que o vaso de louça. Graças à matéria prima usada, é reduzido o nível de poluição gerada durante toda a fase de confecção quanto no descarte do mesmo.

O que garante a eficiência na redução do uso da água é a ausência do sifão e o basculante na tubulação reta que faz com que o resíduo sólido caia direto na tubulação de esgoto, evitando o mau cheiro (REDAÇÃO RPA, 2014).

Devido a eficiência desse produto tanto na economia de água quanto na sua confecção e descarte, recebeu o selo LEED, sendo recomendado pelo Green Building Council Brasil (LOPES, 2014).



**Figura 5:** Vaso em ABS

**Fonte:** [http://www.classiaqui.com.br/vaso-sanitario-economico-em-abs\\_\\_1059334---1-1-6.htm](http://www.classiaqui.com.br/vaso-sanitario-economico-em-abs__1059334---1-1-6.htm)

#### 2.4.3.2 Lâmpada de LED

As lâmpadas de LED ou diodos emissores de luz é o tipo de luz mais eficiente e sustentável presente no mercado hoje. As vantagens desse tipo de iluminação são várias, entre elas é sua composição que não há a presença de nenhum material tóxico como chumbo ou mercúrio, podendo ser descartadas sem prejudicar o meio ambiente. Não emitem calor e nem raios ultravioleta (GALHARDI, 2014).

Nesse tipo de iluminação, 80% da energia é convertida em luminosidade, gerando uma economia de 90%. Graças a sua eficiência energética, uma lâmpada

dicróica de 50 w, pode ser substituída por uma lâmpada de LED de 5 w, sem alterar a luminosidade (JATOBÁ, 2014).

Lâmpadas de LED tem a vida útil muito grande se comparada com outros tipos de iluminação. Enquanto lâmpadas incandescentes duram mil horas, a fluorescente 10 mil horas, as de LED duram até 50 mil horas (GALHARDI, 2014). Sendo mais duráveis, haverá menor consumo de matéria prima para a substituição da mesma.



**Figura 6:** Modelos de lâmpadas em LED.

**Fonte:** <http://casaadorada.blogspot.com>

As lâmpadas de LED estão disponíveis no mercado em vários modelos como por bulbo, vela, dicróica, tubo T8, halopin e PAR 20 como ilustra a figura 6.

#### 2.4.3.3 Tinta ecológica

A tinta ecológica é assim denominada por não haver em sua composição derivados do petróleo ou materiais sintéticos. São elaborados a partir de materiais naturais como vegetais, minerais ou animais (caseína). Dessa forma colaboram para a preservação do meio ambiente.

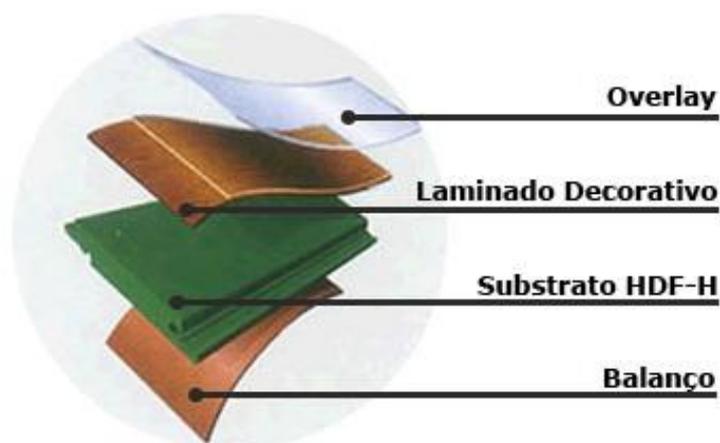
A tinta ecológica geralmente é a base de água e não de solventes. Esse solvente gera cheiro forte, sensação de sufocamento no ato da pintura e também é

responsável pela poluição atmosférica. As tintas que contêm COVs (compostos orgânicos voláteis) liberam hidrocarbonetos aromáticos que prejudicam a camada de ozônio, a saúde de quem a aplica e o local onde será usada (IDHEA- Instituto Para O Desenvolvimento Da Habitação Ecológica).

#### 2.4.3.4 Piso laminado

É um revestimento empregado tanto em piso quanto e parede que tem uma semelhança ao acabamento do carpete de madeira, possui boa resistência a abrasão e é de fácil limpeza.

Este tipo de piso é produzido em quatro camadas (figura 7) com funções diferentes. O Overlay (sobreposição) é a camada responsável pela resistência a riscos e á abrasão do piso laminado e possui em suas características baixa porosidade evitando absorção de líquidos e facilitando a limpeza. A camada de laminado é determina o padrão e propicia beleza ao produto. A HPP é a camada que recebe o revestimento de laminado e possui características lisa e compacta, com tecnologia desenvolvida para países de clima tropical. E por fim a camada balanceador que tem por função proteger o piso da umidade e garante estabilidade do piso.



**Figura 7:** Camadas do piso laminado.

**Fonte:** <http://pisolaminado.net.br/o-que-e-piso-laminado/>

As vantagens do piso laminado em comparação aos outros tipos de revestimento é o baixo custo, facilidade na instalação e limpeza além de ser ecologicamente correto.

#### 2.4.3.5 Telhado branco

O cientista Akbari Hashem, do Lawrence Berkley National Laboratory dos Estados Unidos, liderou uma pesquisa com intuito de diminuir a temperatura no ambiente e concluiu que o ato de pintar o telhado de branco pode diminuir entre 40% a 70% a temperatura nos ambientes e ainda reduzir em até 96% os raios UV.

A cobertura branca impede a deformação e rachadura provocada pelo calor do sol sobre as telhas, criando uma camada extra de proteção ao longo do tempo, protegendo-as contra possíveis danos. A tinta específica protege e impermeabiliza o telhado, excluindo a proliferação de fungos. Geralmente a manutenção é a cada 5 anos, sendo um investimento em longo prazo (NUNES, 2015).

O telhado pintado de branco reflete 80% dos raios solares mantendo a temperatura do imóvel mais baixa em torno de 2 ou 3 graus, reduzindo o uso de sistemas de refrigeração como ar condicionado e ventilador. O consumo de energia será reduzido e conseqüentemente haverá menos emissão de carbono, que são considerados como o vilão do aquecimento global (NERY, 2011)

#### 2.4.3.6 Torneiras eficientes

A economia de água através da torneira depende de seu usuário porém ainda sim existem tecnologias que economizam água através de dispositivos. Dentre esses dispositivos estão o arejador, torneiras hidromecânicas e torneiras com sensor de presença (PERONA, 2011).

O arejador (figura 8) tem por função a mistura de água com ar dando a sensação de maior volume de água. Enquanto um torneira convencional utiliza cerca

de 14 a 25 litros de água por minuto a torneira com arejador utiliza de 6 a 20 litros por minutos o que gera uma economia de cerca de 60% (CONDOMÍNIO SUSTENTÁVEL).



**Figura 8:** Arejador  
**Fonte:** Docol

As torneiras hidromecânicas (figura 9) são aquelas cujo são fechadas automaticamente depois de certo tempo de uso. Além de possuírem um arejador. Este tipo de dispositivo gera uma economia de até 77% (JOICHEM).



**Figura 9:** Torneira Hidromecânica  
**Fonte:** Docol

### 3 METODOLOGIA

Com propósito de alcançar os objetivos traçados por esta pesquisa, realizou-se uma revisão bibliográfica através de pesquisas em livros, revistas e trabalhos acadêmicos, acerca da concepção de sustentabilidade, impactos ambientais causados pela construção civil e aplicação de técnicas alternativas em edificações.

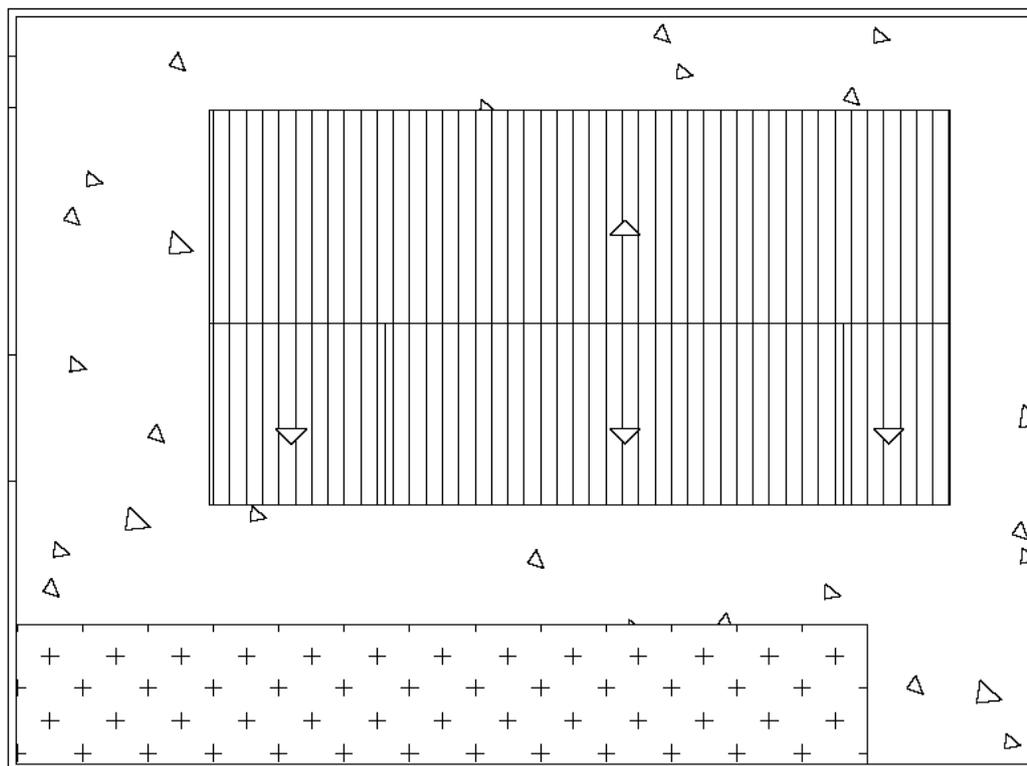
Realizou-se também um estudo de caso, através de um projeto arquitetônico específico a ser implantado em Caratinga – MG. Foi feito uma avaliação do investimento inicial em uma edificação com técnicas construtivas convencionais e a mesma edificação com método construtivo com aplicação técnicas sustentáveis.

Por fim, analisou-se o quão mais oneroso é construir com técnicas alternativas e qual o tempo necessário para que o investimento na sustentabilidade seja recuperado pelo proprietário.

#### 3.1 ESTUDO DE CASO

O projeto arquitetônico estudado consiste em uma residência uni familiar para cinco pessoas, contando com um pavimento dividido em três quartos sendo um suíte, sala, cozinha, banheiro, área de serviço e garagem, onde serão feito um comparativo entre uma casa com técnicas construtiva convencional (Apêndice I) e outra com técnica construtiva convencional, porém com a utilização de materiais alternativos (Apêndice II).

Para a casa convencional a cobertura escolhida foi telhado de duas águas, buscando um processo executivo simplificado, a estrutura da casa feita em concreto armado e sua vedação por meio de tijolo cerâmico. O reboco interno será feito em gesso e a parte externa em argamassa cimento/ areia. A parte externa foi pavimentada em calçada de concreto (ver figura 10) e as esquadrias utilizadas foram em madeira.



**Figura 10:** Planta de cobertura casa convencional  
**Fonte:** Acervo do autor

Para a casa com materiais sustentáveis a cobertura escolhida foi telhado de duas águas, buscando um processo executivo simplificado e facilidade na instalação de placas de aquecimento solar. Este telhado será pintado na cor branca para que haja melhor conforto térmico no interior da casa.

O sistema de vedação empregado foi alvenaria de solo-cimento em consequências de sua característica auto-portante além da redução no uso de argamassa em virtude de seu encaixe e alinhamento perfeito.

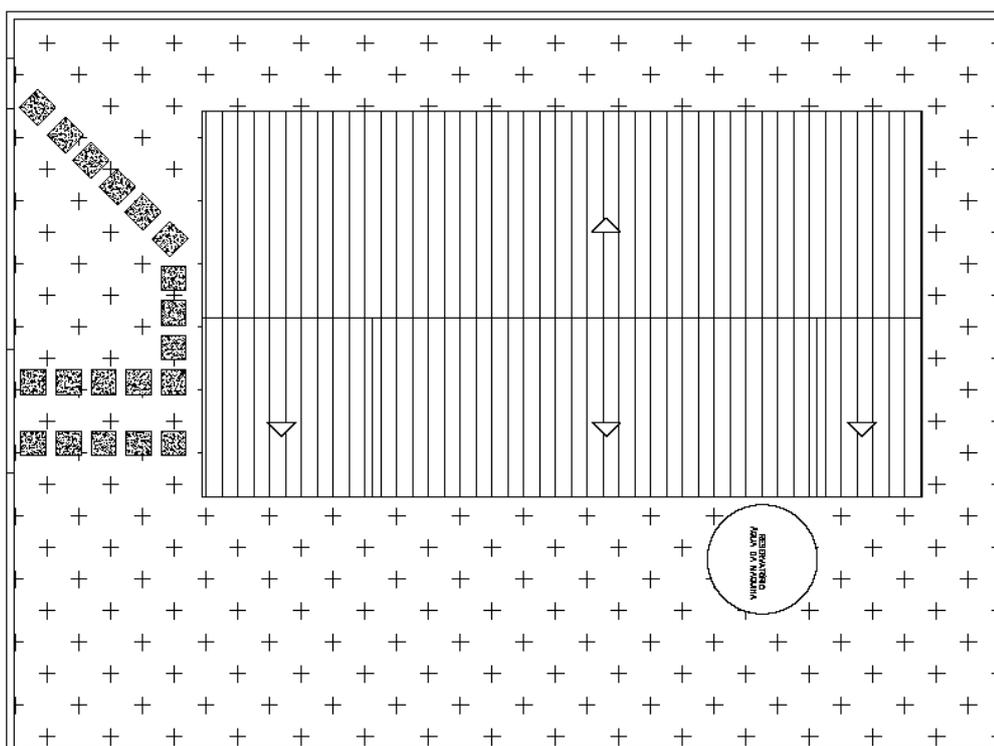
A edificação contemplará reboco em gesso nas áreas internas e tijolo aparente nas áreas externas, levando em consideração que nas áreas internas expostas a altas umidades como cozinha e banheiro será utilizado revestimentos cerâmicos.

As instalações hidráulicas devem ser previstos no projeto para que durante a execução os tubos sejam encaixados nos vãos dos tijolos sem que seja necessário cortes nos mesmos. Isso ocorre também no projeto elétrico.

Como alternativa de economizar água foram implantadas técnicas como vaso em ABS, torneiras hidromecânica além de um reservatório com capacidade para 500 litros, para captação da água utilizada na máquina de lavar roupas. Água na qual

deverá ser reutilizada na limpeza da casa em no máximo 24 horas após a captação caso contrário o reservatório deverá ser esvaziado.

A edificação ocupa 37% do lote sendo os outros 63% revestidos por grama ajudando na permeabilidade do solo evitando assim enchentes e ajudando também na recomposição do lençol freático (ver figura 11).



**Figura 11:** Planta de cobertura casa convencional com técnicas sustentáveis  
**Fonte:** Acervo do autor

As esquadrias implantadas na casa serão em vidro e de dimensões maiores para que se aproveite mais a claridade e a ventilação. A casa contará também com um jardim de inverno em seu interior.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A apresentação e discussão dos resultados estão fundamentadas em dados coletados a partir de uma planilha de orçamento de uma edificação com método construtivo convencional e outra de uma edificação com método construtivo convencional com aplicação de técnicas alternativas. Pelos resultados obtidos por essa planilha verificar o quão vantajoso é construir com técnicas alternativas e o tempo gasto para recuperar o investimento através de economia de energia e água. O orçamento possui embasamento em planilhas da Setop e empresas como a Leroy Merlin e a Acquamatic.

### 4.1 ORÇAMENTO COMPARATIVO

#### 4.1.1 Orçamento detalhado de uma construção convencional

**Tabela 3: Orçamento Construção Convencional**

PLANILHA ORÇAMENTARIA - CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL						
ITEM	DESCRIÇÃO	REFERÊNCIA	UND	QTIDADE	PREÇO	VALOR TOTAL
<b>1.0</b>	<b>SERVIÇOS GERAIS</b>					
1.1	Placa da obra	SETOP	m <sup>2</sup>	1,00	R\$ 36,87	R\$ 36,87
1.2	Tapume com tela de polietileno	SETOP	m <sup>2</sup>	300,00	R\$ 12,38	R\$ 3.714,00
1.3	Desmatamento, destocamento e limpeza do terreno com remoção de árvores, arbustos e plantas rasteiras e =30 cm	SETOP	m <sup>2</sup>	300,00	R\$ 0,28	R\$ 84,00
<b>Subtotal item 1:</b>						<b>R\$ 3.834,87</b>
<b>2.0</b>	<b>SERVIÇOS INICIAIS</b>					
2.1	Locação da obra (gabarito)	SETOP	m <sup>2</sup>	118,05	R\$ 5,75	R\$ 678,79
<b>Subtotal item 2:</b>						<b>R\$ 678,79</b>
<b>3.0</b>	<b>MOVIMENTO DE TERRA</b>					
3.1	Escavação manual	SETOP	m <sup>3</sup>	35,41	R\$ 33,06	R\$ 1.170,62
3.2	Reaterro	SETOP	m <sup>3</sup>	23,61	R\$ 38,16	R\$ 900,80
<b>Subtotal item 3:</b>						<b>R\$ 2.071,42</b>

<b>4.0</b>	<b>FUNDAÇÃO</b>					
4.1	Execução em baldrame	ESTIMADO	m <sup>3</sup>	118,05	R\$ 110,87	R\$ 13.088,20
<b>Subtotal item 4:</b>						<b>R\$ 13.088,20</b>
<b>5.0</b>	<b>ESTRUTURA</b>					
5.1	Corte, dobra, armação CA-50 D=12,5 mm	SETOP	Kg	560,00	R\$ 7,79	R\$ 4.362,40
5.2	Fornecimento e lançamento de concreto estrutural fck=20 Mpa, brita 1 e 2	SETOP	m <sup>3</sup>	5,09	R\$ 446,67	R\$ 2.273,55
5.3	Laje maciça 10 cm de concreto 20 Mpa com armação, forma resinada, escoramento e desforma	SETOP	m <sup>2</sup>	90,51	R\$ 151,71	R\$ 13.731,27
<b>Subtotal item 5:</b>						<b>R\$ 20.367,22</b>
<b>6.0</b>	<b>PAREDES</b>					
6.1	Alvenaria de tijolo cerâmico furado e=10 cm a revestir	PREÇO LOCAL	m <sup>2</sup>	210,08	R\$ 16,25	R\$ 3.413,80
<b>Subtotal item 6:</b>						<b>R\$ 3.413,80</b>
<b>7.0</b>	<b>COBERTURA</b>					
7.1	Engradamento para telha cerâmica em madeira paraju	SETOP	m <sup>2</sup>	48,25	R\$ 108,20	R\$ 5.220,65
7.2	Cobertura em telha cerâmica colonial	SETOP	m <sup>2</sup>	146,12	R\$ 48,54	R\$ 7.092,66
<b>Subtotal item 7:</b>						<b>R\$ 12.313,31</b>
<b>8.0</b>	<b>ESQUADRIAS</b>					
8.1	Porta de madeira de lei especial 0,70x2,10 m com revestimento em laminado melamínico nas duas faces , com ferragens e maçaneta tipo alavanca	SETOP	und	5,00	R\$ 220,00	R\$ 1.100,00
8.2	Porta de madeira de lei especial 0,80x2,10 m com revestimento em laminado melamínico nas duas faces , com ferragens e maçaneta tipo alavanca	SETOP	und	2,00	R\$ 228,00	R\$ 456,00
8.3	Janela veneziana de madeira 1,50x1,10 m	LEROY MERLIN	und	5,00	R\$ 615,90	R\$ 3.079,50
8.4	Janela perfil cantoneira basculante 0,60x0,60 cm	SETOP	und	2,00	R\$ 114,61	R\$ 229,22
<b>Subtotal item 8:</b>						<b>R\$ 4.864,72</b>
<b>9.0</b>	<b>REVESTIMENTO</b>					
9.1	Reboco com gesso sobre blocos	SETOP	m <sup>2</sup>	304,08	R\$ 16,74	R\$ 5.090,30
9.2	Reboco com argamassa 1:7 cimento e areia	SETOP	m <sup>3</sup>	149,78	R\$ 26,39	R\$ 3.952,69
9.3	Emboço com argamassa 1:6 cimento e areia	SETOP	m <sup>3</sup>	71,60	R\$ 22,15	R\$ 1.585,94
9.4	Revestimento cerâmico	SETOP	m <sup>2</sup>	78,76	R\$ 18,90	R\$ 1.488,56
<b>Subtotal item 9:</b>						<b>R\$ 12.117,49</b>
<b>10.0</b>	<b>PISO</b>					
10.1	Contrapiso desempenado, com argamassa 1:3 e=2 cm	SETOP	m <sup>2</sup>	108,89	R\$ 22,04	R\$ 2.399,94

10.4	Piso cerâmico borda arredonda 50x50 cm regato marfim	LEROY MERLIN	m²	119,78	R\$ 20,90	R\$ 2.503,40
10.5	Contrapiso desempenado, com argamassa 1:3 e=5 cm	SETOP	m²	132,33	R\$ 37,46	R\$ 4.957,08
<b>Subtotal item 10:</b>						<b>R\$ 9.860,42</b>
<b>11.0</b>	<b>PINTURA</b>					
11.1	Tinta látex PVA fosco Clássica Suvinil 18 L	LEROY MERLIN	Lt	4,00	R\$ 165,90	R\$ 663,60
11.2	Verniz montana Lasur Nobile acetinado mogno 900 l	LEROY MERLIN	lt	4,00	R\$ 51,90	R\$ 207,60
<b>Subtotal 11:</b>						<b>R\$ 871,20</b>
<b>12.0</b>	<b>INSTALAÇÕES</b>					
12.1	Instalação elétrica	ESTIMADO	vb	1,00	R\$ 1.820,00	R\$ 1.820,00
12.2	Instalação hidráulica	ESTIMADO	vb	1,00	R\$ 2.730,00	R\$ 2.730,00
<b>Subtotal 12:</b>						<b>R\$ 4.550,00</b>
<b>13.0</b>	<b>ACESSÓRIOS</b>					
13.1	Vaso sanitário louça branca com caixa acoplada Ravena Deca 3/6 l	LEROY MERLIN	und	2,00	R\$ 338,34	R\$ 676,68
13.2	Assento para vaso	LEROY MERLIN	und	2,00	R\$ 23,01	R\$ 46,02
13.3	Ducha higiênica com registro para controle de fluxo	SETOP	und	2,00	R\$ 132,99	R\$ 265,98
13.4	Kit para banheiro (porta-papel higiênico, saboneteira, cabide, porta-toalha tipo argola, porta-toalha tipo barra)	LEROY MERLIN	und	2,00	R\$ 86,90	R\$ 173,80
13.5	Torneira banheiro mesa cromada Docollnova Docol	LEROY MERLIN	und	2,00	R\$ 189,90	R\$ 379,80
13.6	Espelho 40x60 cm 4 mm colocado com parafuso finesson	SETOP	und	2,00	R\$ 78,04	R\$ 156,08
13.7	Cuba de louça branca de sobrepor, oval, inclusive válvula, sifão e ligações cromadas	SETOP	und	2,00	R\$ 354,13	R\$ 708,26
13.8	Registro de gaveta de 3/4"	SETOP	und	2,00	R\$ 43,23	R\$ 86,46
13.9	Box para banheiro vidro temperado 8 mm	SETOP	und	2,00	R\$ 441,90	R\$ 883,80
<b>Subtotal 13:</b>						<b>R\$ 3.376,88</b>
<b>14.0</b>	<b>COMPLEMENTOS DA OBRA</b>					
14.1	Limpeza geral da obra	SETOP	m²	118,89	R\$ 4,49	R\$ 533,82
<b>Subtotal 14:</b>						<b>R\$ 533,82</b>
<b>15.0</b>	<b>PROJETOS</b>					
16.1	Projeto arquitetônico, elétrico, hidráulico e alvenaria	ESTIMADO	m²	118,05	R\$ 12,50	R\$ 1.475,63
<b>Subtotal 16:</b>						<b>R\$ 1.475,63</b>

<b>Valor total da obra:</b>	<b>R\$ 93.417,77</b>
-----------------------------	----------------------

Fonte: Acervo do autor

#### 4.1.2 Orçamento detalhado de uma construção convencional com técnicas sustentáveis

**Tabela 4:** Orçamento detalhado de uma construção convencional com materiais sustentáveis

PLANILHA ORÇAMENTARIA - CONSTRUÇÃO SUSTENTAVEL						
ITEM	DESCRIÇÃO	REFERÊNCIA	UND	QTIDADE	PREÇO	VALOR TOTAL
<b>1.0</b>	<b>SERVIÇOS GERAIS</b>					
1.1	Placa da obra	SETOP	m <sup>2</sup>	1,00	R\$ 36,87	R\$ 36,87
1.2	Tapume com tela de polietileno	SETOP	m <sup>2</sup>	300,00	R\$ 12,38	R\$ 3.714,00
1.3	Desmatamento, destocamento e limpeza do terreno com remoção de árvores, arbustos e plantas rasteiras e =30 cm	SETOP	m <sup>2</sup>	300,00	R\$ 0,28	R\$ 84,00
<b>Subtotal item 1:</b>						<b>R\$ 3.834,87</b>
<b>2.0</b>	<b>SERVIÇOS INICIAIS</b>					
2.1	Locação da obra (gabarito)	SETOP	m <sup>2</sup>	118,05	R\$ 5,75	R\$ 678,79
<b>Subtotal item 2:</b>						<b>R\$ 678,79</b>
<b>3.0</b>	<b>MOVIMENTO DE TERRA</b>					
3.1	Escavação manual	SETOP	m <sup>3</sup>	34,01	R\$ 33,06	R\$ 1.124,30
3.2	Reaterro	SETOP	m <sup>3</sup>	22,67	R\$ 38,16	R\$ 865,16
<b>Subtotal item 3:</b>						<b>R\$ 1.989,46</b>
<b>4.0</b>	<b>FUNDAÇÃO</b>					
4.1	Execução em baldrame	ESTIMADO	m <sup>3</sup>	118,05	R\$ 110,87	R\$ 13.088,20
<b>Subtotal item 4:</b>						<b>R\$ 13.088,20</b>
<b>5.0</b>	<b>ESTRUTURA</b>					
5.1	Corte, dobra, armação CA-50 D=12,5 mm	SETOP	Kg	157,09	R\$ 7,79	R\$ 1.223,75
5.2	Fornecimento e lançamento de concreto estrutural fck=20 Mpa, brita 1 e 2	SETOP	m <sup>3</sup>	0,32	R\$ 446,67	R\$ 145,02
5.3	Laje maciça 10 cm de concreto 20 Mpa com armação, forma resinada, escoramento e desforma	SETOP	m <sup>2</sup>	90,51	R\$ 151,71	R\$ 13.731,27
<b>Subtotal item 5:</b>						<b>R\$ 15.100,04</b>
<b>6.0</b>	<b>PAREDES</b>					
6.1	Tijolo solo-cimento		m <sup>2</sup>	210,08	R\$ 58,24	R\$ 12.235,06
<b>Subtotal item 6:</b>						<b>R\$ 12.235,06</b>
<b>7.0</b>	<b>COBERTURA</b>					

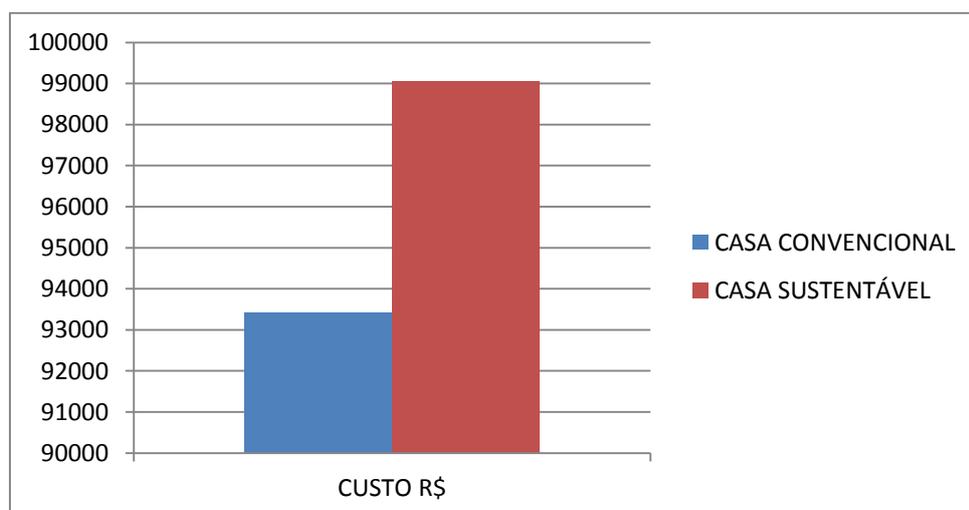
7.1	Engradamento para telha cerâmica em madeira paraju	SETOP	m <sup>2</sup>	48,25	R\$ 108,20	R\$ 5.220,65
7.2	Cobertura em telha cerâmica colonial	SETOP	m <sup>2</sup>	146,12	R\$ 48,54	R\$ 7.092,66
<b>Subtotal item 7:</b>						<b>R\$ 12.313,31</b>
<b>8.0</b>	<b>ESQUADRIAS</b>					
8.1	Porta de vidro temperado 8 mm fosco 0,70x2,10 m	SETOP	und	5,00	R\$ 272,29	R\$ 1.361,45
8.2	Porta de vidro temperado 8 mm 0,80x2,10 m	SETOP	und	2,00	R\$ 311,30	R\$ 622,60
8.3	Janela de vidro temperado 6 mm 1,50x1,10 m	SETOP	und	5,00	R\$ 243,51	R\$ 1.217,55
8.4	Basculante de vidro temperado 6 mm 0,60x0,60 m	SETOP	und	2,00	R\$ 52,92	R\$ 105,84
8.5	Vidro temperado 6 mm	SETOP	m <sup>2</sup>	11,25	R\$ 142,01	R\$ 1.597,61
<b>Subtotal item 8:</b>						<b>R\$ 4.905,05</b>
<b>9.0</b>	<b>REVESTIMENTO</b>					
9.1	Reboco com gesso sobre blocos	SETOP	m <sup>2</sup>	304,08	R\$ 16,74	R\$ 5.090,30
9.2	Emboço com argamassa 1:6 cimento e areia	SETOP	m <sup>3</sup>	71,60	R\$ 22,15	R\$ 1.585,94
9.2	Revestimento cerâmico	SETOP	m <sup>2</sup>	78,76	R\$ 18,90	R\$ 1.488,56
<b>Subtotal item 9:</b>						<b>R\$ 8.164,80</b>
<b>10.0</b>	<b>PISO</b>					
10.1	Contrapiso desempenado, com argamassa 1:3 e=2 cm	SETOP	m <sup>2</sup>	108,89	R\$ 22,04	R\$ 2.399,94
10.2	Piso laminado durafloor Way Pátina pérola 6,5 mm x 19 cm x 1,34 m	LEROY MERLIN	m <sup>2</sup>	80,15	R\$ 35,90	R\$ 2.877,39
10.3	Manta para piso laminado durafloor	LEROY MERLIN	m <sup>2</sup>	80,15	R\$ 4,99	R\$ 399,95
10.4	Piso cerâmico borda arredonda 50x50 cm regato marfim	LEROY MERLIN	m <sup>2</sup>	39,63	R\$ 20,90	R\$ 828,27
10.5	Contrapiso desempenado, com argamassa 1:3 e=5 cm	SETOP	m <sup>2</sup>	4,75	R\$ 37,46	R\$ 177,94
10.6	Plantio de grama São Carlos em placas, inclusive terra vegetal e conservação por 30 dias	SETOP	m <sup>2</sup>	176,36	R\$ 13,26	R\$ 2.338,53
<b>Subtotal item 10:</b>						<b>R\$ 9.022,02</b>
<b>11.0</b>	<b>PINTURA</b>					
11.1	Tinta eco acrílica fosco premium metalatex pérola 18 L Sherwin Williams	LEROY MERLIN	18 L	3,00	R\$ 239,90	R\$ 719,70
11.2	Resina brilhante metalatex eco 18 L Sherwin Williams	LEROY MERLIN	18 L	2,00	R\$ 209,90	R\$ 419,80
11.3	Tinta acrílica brilhante premium metalatex ecotelha térmica branco 18 L Sherwin Williams	LEROY MERLIN	18 L	6,00	R\$ 219,90	R\$ 1.319,40
<b>Subtotal 11:</b>						<b>R\$ 2.458,90</b>
<b>12.0</b>	<b>AQUECEDOR SOLAR</b>					
12.1	Boiler solar baixa pressão 600 l Polierutano	LEROY MERLIN	und	1,00	R\$ 1.332,90	R\$ 1.332,90

12.2	Coletor solar horizontal 2m <sup>2</sup> Titan Ouro Fino	LEROY MERLIN	und	3,00	R\$ 677,99	R\$ 2.033,97
<b>Subtotal 14:</b>						<b>R\$ 3.366,87</b>
<b>13.0</b>	<b>INSTALAÇÕES</b>					
13.1	Instalação elétrica	ESTIMADO	vb	1,00	R\$ 2.820,00	R\$ 2.820,00
13.2	Instalação hidráulica	ESTIMADO	vb	1,00	R\$ 1.880,00	R\$ 1.880,00
13.3	Outras instalações	ESTIMADO	vb	1,00	R\$ 940,00	R\$ 940,00
<b>Subtotal 13:</b>						<b>R\$ 5.640,00</b>
<b>14.0</b>	<b>ACESSÓRIOS</b>					
14.1	Caixa d'água polietileno com tampa 500 l	SETOP	und	1,00	R\$ 396,33	R\$ 396,33
14.2	Vaso econômico em ABS	ACQUAMATIC	und	2,00	R\$ 579,42	R\$ 1.158,84
14.3	Assento para vaso	LEROY MERLIN	und	2,00	R\$ 23,01	R\$ 46,02
14.4	Ducha higiênica com registro para controle de fluxo	SETOP	und	2,00	R\$ 132,99	R\$ 265,98
14.5	Kit para banheiro (porta-papel higiênico, saboneteira, cabide, porta-toalha tipo argola, porta-toalha tipo barra)	LEROY MERLIN	und	2,00	R\$ 86,90	R\$ 173,80
14.6	Torneira temporizada mesa bica alta cromada	LEROY MERLIN	und	2,00	R\$ 180,90	R\$ 361,80
14.7	Espelho 40x60 cm 4 mm colocado com parafuso finesson	SETOP	und	2,00	R\$ 78,04	R\$ 156,08
14.8	Cuba de louça branca de sobrepor, oval, inclusive válvula, sifão e ligações cromadas	SETOP	und	2,00	R\$ 354,13	R\$ 708,26
14.9	Registro de gaveta de 3/4"	SETOP	und	2,00	R\$ 43,23	R\$ 86,46
14.10	Box para banheiro vidro temperado 8 mm	SETOP	und	2,00	R\$ 441,90	R\$ 883,80
<b>Subtotal 14:</b>						<b>R\$ 4.237,37</b>
<b>15.0</b>	<b>COMPLEMENTOS DA OBRA</b>					
15.1	Limpeza geral da obra	SETOP	m <sup>2</sup>	118,89	R\$ 4,49	R\$ 533,82
<b>Subtotal 15:</b>						<b>R\$ 533,82</b>
<b>16.0</b>	<b>PROJETOS</b>					
16.1	Projeto arquitetônico, elétrico, hidráulico e alvenaria	ESTIMADO	m <sup>2</sup>	118,89	R\$ 12,50	R\$ 1.486,13
<b>Subtotal 16:</b>						<b>R\$ 1.486,13</b>
<b>Valor total da obra:</b>						<b>R\$ 99.054,69</b>

Fonte: Acervo do autor

## 4.2 COMPARATIVO DE CUSTO

Após estudos e orçamento feito foi observado que, o investimento inicial em uma construção com técnicas sustentável é mais alto. O gráfico 1 apresenta os valores dos dois tipos de edificação. Porém a construção sustentável traz para o proprietário um retorno em curto prazo



**Gráfico 1:** Custo da Casa com técnicas Sustentáveis X Casa Convencional  
**Fonte:** Acervo do autor

## 4.3 ANÁLISE DO RETORNO

### 4.3.1 Aquecedor solar

A potência de um chuveiro usado geralmente em residência é de 5500 w e para calcular o consumo desse chuveiro em KW/h temos a seguinte equação (Aneel):

$$\text{consumo Kw/h} = \frac{\text{potência em Watt}}{1000} \times \text{tempo (números de horas por dia)}$$

Considerando um banho de 10 minutos por pessoa em um dia temos o consumo diário da edificação de 50 min/dia, logo o consumo diário é de 4,59 kW/h. A Cemig concessionária de energia de Caratinga no mês de outubro teve como tarifa R\$ 0,89047619 o KW/h. Com isso a economia de energia mensal ao se instalar o aquecedor solar seria de R\$ 122,44.

#### 4.3.2 Lâmpadas de LED

Considerando 9 lâmpadas na edificação em que em média elas resultem num consumo de 20 horas diárias e com o valor do kW/h de R\$ 0,89 temos:

**Tabela 5:** Consumo mensal Lâmpadas incandescentes x Lâmpadas LED

<b>CONSUMO LÂMPADAS</b>		
	<b>INCANDESCENTE</b> S 20 w	<b>LED</b> 7 w
<b>CONSUMO MENSAL</b> <b>(KW/h)</b>	12 KW/h	4,2 KW/h
<b>VALOR (MENSAL)</b>	R\$ 10,68	R\$ 3,74

Fonte: Acervo do autor

Tendo assim uma economia mensal de R\$ 6,94.

#### 4.3.3 Economia de água vaso ABS

Os vasos convencionais utilizam geralmente 6 litros de água por descarga enquanto o do tipo ABS utiliza 2 litros, tendo então uma economia de 4 litros por descarga. Considerando que a edificação estudada com cinco moradores que em média dão quatro descargas diárias tem uma economia mensal de 2400 litros de água. A concessionária responsável pelo abastecimento de água em Caratinga –

MG no mês de outubro de 2015 cobrou R\$ 2,66 a cada 1000l de água tendo assim, uma economia mensal de R\$ 6,38.

#### 4.3.4 Retorno proveniente de técnicas sustentáveis

O quadro abaixo apresenta a economia mensal proveniente de sistemas alternativos empregados na edificação analisada.

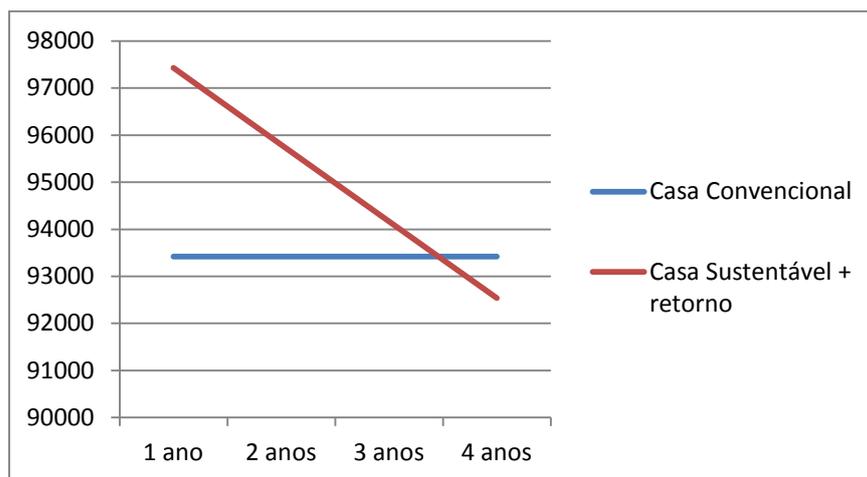
**Tabela 6:** Economia mensal provenientes de técnicas sustentáveis

<b>TÉCNICAS</b>	<b>ECONÔMIA MENSAL(R\$)</b>
Aquecedor Solar	R\$ 122,44
Lâmpadas em LED	R\$ 6,94
Vaso ABS	R\$ 6,38
<b>ECONOMIA TOTAL</b>	<b>R\$ 135,76</b>

**Fonte:** Acervo do autor

#### 4.4 TEMPO DE RETORNO

Construir de forma sustentável custa para o proprietário 6% a mais que construir com técnicas convencionais. O investimento a mais é recuperado em três anos e meio aproximadamente e a partir disso o proprietário passa a obter lucros em sua construção, provenientes de economia de água e energia.



**Gráfico 2:** Retorno (R\$) X Tempo (anos)

**Fonte:** Acervo do autor

O gráfico 2 representa o retorno ao passar dos anos até que se obtenha o mesmo valor investido na casa convencional.

## 5 CONCLUSÃO

Por meio dos resultados obtidos foi possível observar que, construir de forma sustentável é viável sim, pois é uma técnica construtiva com um custo mais elevado, porém que proporciona ao investidor um retorno em curto prazo. Além de diminuir os resíduos provenientes de quebras de tijolo a economia de água e energia, são fatores que mostram o quão vantajoso é construir de forma ecologicamente correta.

A casa pra ser sustentável precisa se adaptar a técnicas que são viáveis para o lugar a ser implantado, o aquecedor solar, as lâmpadas em LED o uso de telhas em cor branca, tijolo solo-cimento são técnicas que foram implantadas devido a realidade da cidade de Caratinga- MG, onde os recursos alternativos são poucos conhecidos e utilizados.

Entretanto, casas sustentáveis ainda não são bem aceitas pelos consumidores, que devido a um desconhecimento das vantagens ou até mesmo a disponibilidades de materiais alternativos optam pelo método convencional. Sugere-se então o incentivo para o uso de técnicas sustentáveis na construção civil. O que resultaria em menores preços dos materiais, devido o aumento da procura além da preservação do meio ambiente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

\_\_\_\_\_. **NBR 15270-1: Componentes cerâmicos- Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação- Terminologia e requisitos**, 2005.

\_\_\_\_\_. **NBR 15.097 – Aparelhos sanitários economizadores- requisitos e métodos de ensaio**, 2004.

ARAÚJO, Márcio Augusto. **A moderna construção sustentável**. Disponível em < <http://www.idhea.com.br/pdf/moderna.pdf>>. Acesso: em 13 de outubro de 2015.

ABCERAM. **Informações Técnicas - Processos de Fabricação**. Disponível em < <http://www.abceram.org.br/site/?area=4&submenu=50>>. Acesso em 23 de Nov. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8491: Tijolo maciço de solo-cimento**. Rio de Janeiro, 1984.

BRASIL. Ministério da Educação. **Educação profissional: Referenciais Curriculares nacionais da educação profissional de nível técnico**. Brasília, 2000. Disponível em < <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/constciv.pdf>>. Acesso em 10 outubro de 2015.

BRASIL. Ministério do meio ambiente. **Aspectos da construção sustentável no Brasil e promoção de políticas públicas**. Disponível em < [http://www.cbcs.org.br/\\_5dotSystem/userFiles/MMAPnuma/Aspectos%20da%20Construcao%20Sustentavel%20no%20Brasil%20e%20Promocao%20de%20Politicass%20Publicas.pdf](http://www.cbcs.org.br/_5dotSystem/userFiles/MMAPnuma/Aspectos%20da%20Construcao%20Sustentavel%20no%20Brasil%20e%20Promocao%20de%20Politicass%20Publicas.pdf) >. Acesso em 10 de abril de 2015.

BRASIL. Ministério do meio ambiente. **Construção sustentável**. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel>>. Acesso: em 20 de março de 2015.

CASA FÁCIL, Tudo para construir e reformar. **Tipos de lâmpadas e suas características!**. Disponível em < <http://www.casamaisfacil.com.br/tipos-de-lampadas-e-suas-caracteristicas/>>. Acesso em 23 de nov.2015.

CONDOMINIO Sustentável. Água - Torneiras com Arejador. Disponível em: <<http://condominiosustentavel.org/boas-praticas/13-agua/50-agua-torneiras-com-arejador>>. Acesso em: 21 de nov. 2015.

COSTA, Lucio Augusto Villela da; IGNÁCIO, Rozane Pereira. **Relações de Consumo x Meio Ambiente: Em busca do Desenvolvimento Sustentável**. In: Âmbito Jurídico, Rio Grande, XIV, n. 95, dez 2011. Disponível em: <[http://www.ambitojuridico.com.br/site/?n\\_link=revista\\_artigos%20\\_leitura&artigo\\_id=10794&revista\\_caderno=5](http://www.ambitojuridico.com.br/site/?n_link=revista_artigos%20_leitura&artigo_id=10794&revista_caderno=5)>. Acesso em out 2015.

ECO LÂMPADAS. **Lâmpadas Incandescentes**. Disponível em <<http://ecolampadasadm20.blogspot.com.br/>>. Acesso em 23 de nov. 2015.

ECOTIJOLOS- Tijolos econômicos e ecológicos. Disponível em <<https://ecotijolos.wordpress.com/2011/04/22/vantagens-do-tijolo-ecologico/>>. Acesso em 15 de out. 2015.

ELETRICISTA RIBEIRÃO PRETO. **Quais são as vantagens e desvantagens das lâmpadas fluorescentes?**. Abril-2013. Disponível em <<http://eletricistariberaopreto.blogspot.com.br/2013/04/quais-sao-as-vantagens-e-desvantagens.html>>. Acesso 23 de Nov. 2015.

FORTE, Fernando; FERRAZ, Rodrigo Marcondes. **Quais são os tipos de aquecedores de água existentes? Qual deles é o melhor?**. Uol, junho-2011. Disponível em <<http://mulher.uol.com.br/casa-e-decoracao/colunas/fernando-forte-e-rodrigo-marcondes-ferraz/2011/06/24/quais-sao-os-tipos-de-aquecedores-de-agua-existentis-qual-deles-e-o-melhor.htm>> . Acesso em 10 de out. 2015.

FURUKAWA, Fábio Massaharu; CARVALHO, Bruno Branco de. **Técnicas Construtivas e Procedimentos Sustentáveis – estudo de caso: edifício na cidade de São Paulo**. Unesp-SP, Guaratinguetá, 2011.

G1. **Lâmpada incandescente de 60 watts deixa de ser vendida; Inmetro fiscaliza. São Paulo, 2015**. Disponível em <<http://g1.globo.com/economia/seu-dinheiro/noticia/2015/07/lampada-incandescente-de-60-watts-deixa-de-ser-vendida-inmetro-fiscaliza.html>>. Acesso em 23 de Nov. 2015.

GALHARDI, Raul. Compare as vantagens das lâmpadas de LED. E&N, outubro-2014. Disponível em <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,compare-as-vantagens-das-lampadas-de-led,1577724>>. Acesso em 13 de out. 2015.

INMETRO. **Lâmpada Fluorescente Compacta**. Disponível em < <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/fluorescentes.asp>>. Acesso em 23 de Nov.2015.

JATOBÁ, Ivana. **Vantagens das lâmpadas de LED**. Universo Jatoba. Disponível em < <http://www.universojatoba.com.br/sustentabilidade/consumo-consciente/vantagens-das-lampadas-de-led>>. Acesso em 12 de out. 2015.

JOCHEM, Adriano. **Medidas de conservação de água nos edifícios escolares**. Nota 10. Disponível em < [http://www.nota10.com.br/Conteudos-detalhesNota10\\_Publicacoes/342/medidas\\_de\\_conservacao\\_de\\_agua\\_nos\\_edificios\\_escolares](http://www.nota10.com.br/Conteudos-detalhesNota10_Publicacoes/342/medidas_de_conservacao_de_agua_nos_edificios_escolares)>. Acesso em 22 de nov. 2015.

KATS, Greg.; BRAMAN, Jon; JAMES, Michael. **Tornando nosso ambiente mais sustentável: custo benefícios e estratégias**. Washington: Island Press, 2010.

KEELER, Marian; BURKE, Bill. **Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis**. S/L. Bookman. 2012

LOPES, Leonardo. **Estiagem e horário de verão**. O dia, outubro-2014. Disponível em < <http://odia.ig.com.br/noticia/opiniao/2014-10-21/leonardo-lobes-estiagem-e-horario-de-verao.html>>. Acesso em 12 de out. 2015.

MAGALHÃES, Luciana Nunes de. Análise comparativa dos blocos de solo-cimento, de concreto e cerâmicos utilizados na construção civil do sudoeste brasileiro. **Construindo**, Belo Horizonte, v.2, n.2, p7-10, jul./dez. 2010.

MINEROPAR. **Perfil da indústria da indústria de cerâmica no Estado do Paraná**. Curitiba-2000. Disponível em <[http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/publicacoes/relatorios\\_concluidos/09\\_relatorios\\_concluidos.PDF](http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/publicacoes/relatorios_concluidos/09_relatorios_concluidos.PDF)>. Acesso em 21 de nov. 2015.

NERY, Ana Carolina. Telhado branco diminui a temperatura. Gazeta do povo, out-2011. Disponível em < <http://www.gazetadopovo.com.br/imoveis/telhado-branco-diminui-a-temperatura-acwskepkv5f8iq1rwchakw66m>>. Acesso em 13 de Nov. 2015.

NUNES, Cristiane. **Cinco Vantagens do telhado branco**. SustentArqui, Rio de Janeiro- 2015. Disponível em < <http://sustentarqui.com.br/dicas/vantagens-do-telhado-branco/>>. Acesso em 13 de Nov. 2015.

PÁSCOA, Paulo. **Piso cerâmico: vantagens e desvantagens**. Cobec Construtora. Disponível em < <http://cobec.com.br/piso-ceramico-vantagens-e-desvantagens/>>. Acesso em 23 de Nov. 2015.

PAULUZZI BLOCOS CERÂMICOS. Alvenarias. Disponível em <<http://www.pauluzzi.com.br/vedacao.php>>. Acesso em 23 nov. 2015.

PECORIELLO, L. A. **Recomendações práticas para uso do tijolo furado de solo-cimento na produção de alvenaria**. 2003. 57 f. Dissertação (Mestrado Profissional em habitação) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2003.

PEREIRA, Bráulio José. **Sustentabilidade: Um Desafio para Engenharia**. Techoje. Disponível em : < [http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe\\_artigo/1693](http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1693)>. Acesso em 10 de out. 2015.

PINHEIRO, Manuel Duarte. **Ambiente e construção sustentável**. S/L: Amadora, 2006.

PLACIDES, Ludimila Mariele de Paula; MOURA, Thales Leandro de. **Uso de materiais na construção civil: Tijolo solo-cimento**. DOCTUM-MG, Caratinga, 2014.

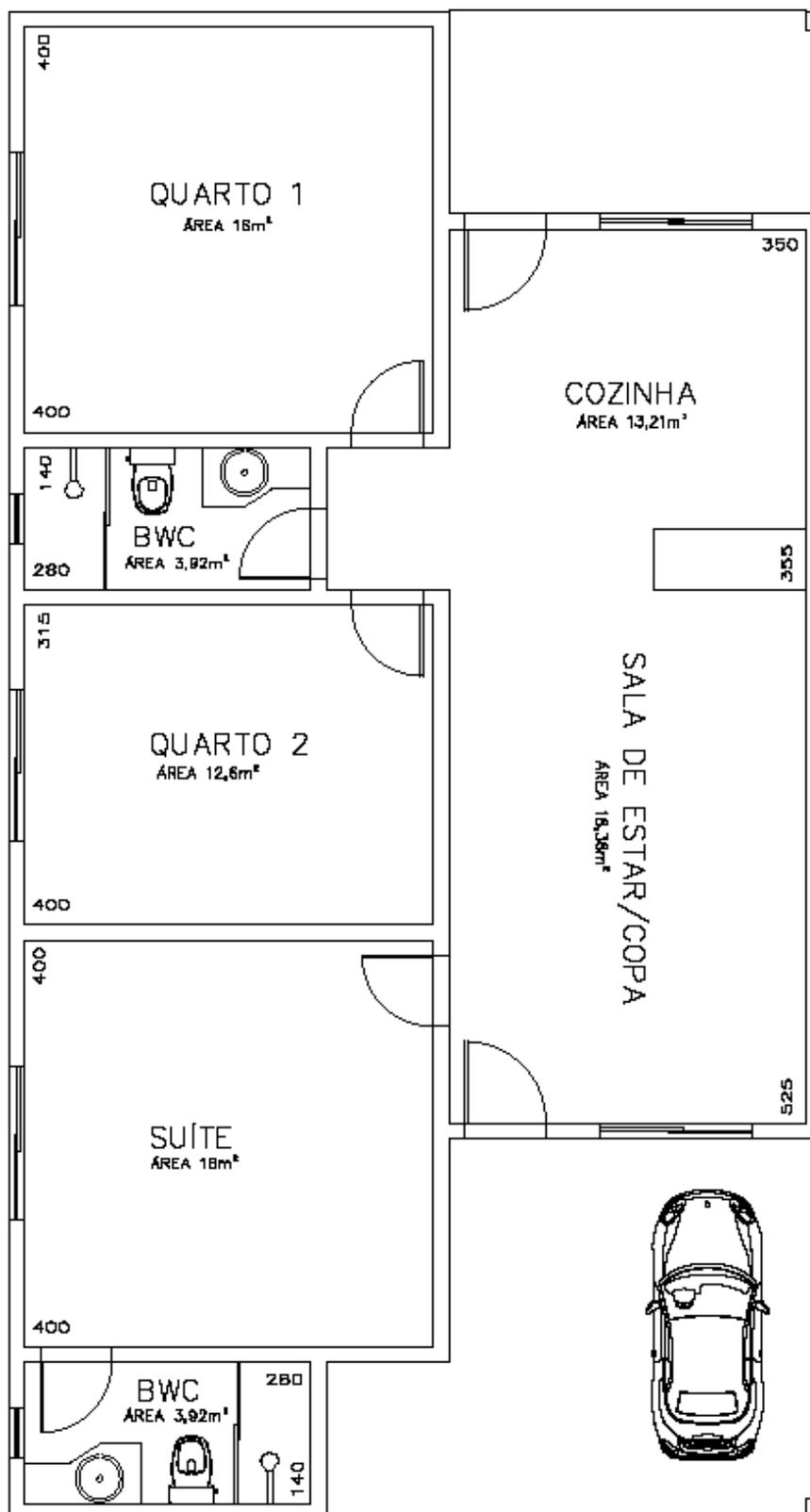
REDAÇÃO. **Empresa brasileira cria vaso sanitário que utiliza apenas 2 litros de água por descarga**. Pensamento Verde, novembro-2014. Disponível em <http://www.pensamentoverde.com.br/produtos/empresa-brasileira-cria-vaso-sanitario-que-utiliza-apenas-2-litros-de-agua-por-descarga/>. Acesso em 22 de out. 2015.

SEBRAE- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Como montar uma olaria para a fabricação de tijolos**. Disponível em < <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/Como-montar-uma-olaria-para-a-fabrica%C3%A7%C3%A3o-de-tijolos#naveCapituloTopo>> Acesso em 22 de Nov. 2015.

UNISOL. Aquecedores solares. Disponível em < <http://www.unisolaquecedores.com.br/produtos.php>>. Acesso em 10 out. 2015.

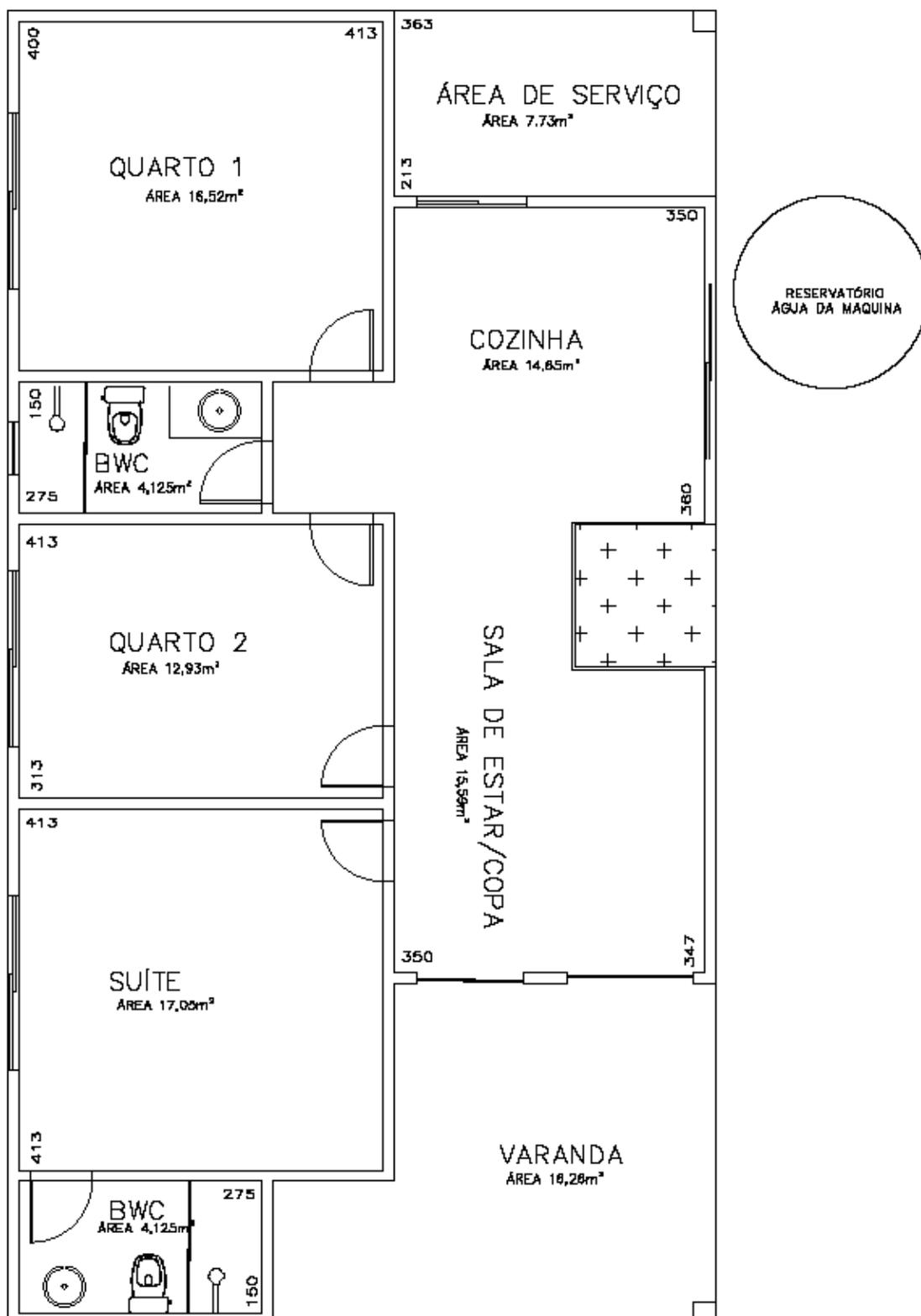
VIDA SOLAR. Hidráulica e aquecedores. Disponível em <http://www.vidasolar.com.br/energia-solar/>. Acesso em 10 de out. 2015.

## APÊNDICE I



**Figura 12:** Planta baixa casa convencional  
**Fonte:** Acervo do autor

## APÊNDICE II



**Figura 13:** Planta baixa casa convencional com técnicas sustentáveis

**Fonte:** Acervo do autor

