

**REDE DOCTUM DE ENSINO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CARATINGA
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

**APLICAÇÃO DE SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS
EM OBRAS UNIFAMILIAR DE CONSTRUÇÃO CIVIL,
CORRESPONDENTE COM O TIPO E O CAPITAL A SER INVESTIDO**

**ARTUR RODRIGUES GOMES
VICTOR MAURY DOS SANTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso

Caratinga/MG

2016

**ARTUR RODRIGUES GOMES
VICTOR MAURY DOS SANTOS**

**APLICAÇÃO DE SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS
EM OBRAS UNIFAMILIAR DE CONSTRUÇÃO CIVIL,
CORRESPONDENTE COM O TIPO E O CAPITAL A SER INVESTIDO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora do Curso Superior de Engenharia Civil do Instituto Tecnológico de Caratinga da Rede Doctum como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Professor Orientador: Bárbara Dutra da Silva Luz.

Caratinga/MG

2016

TERMO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DO TRABALHO

**APLICAÇÃO DE SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS EM OBRAS DE UNIFAMILIAR,
CORRESPONDENTE COM O TIPO DE O CAPITAL A SER INVESTIDO E DESENVOLVIDO**

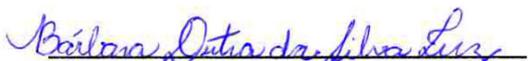
Nome completo do aluno: ARTUR RODRIGUES GOMES
VICTOR MAURY DOS SANTOS

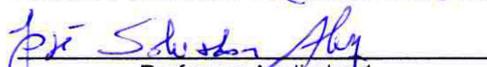
Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado perante a Banca de Avaliação composta pelos professores Bárbara Dutra Da Silva, José Salvador Alves e Camila Alves Da Silva, às 08:00 horas do dia 14 de dezembro de 2016, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil. Após a avaliação de cada professor e discussão, a Banca Avaliadora considerou o trabalho: APROVADO (aprovado ou não aprovado), com a qualificação: EXCELENTE (Excelente, Ótima, Bom, Satisfatório ou Insatisfatório).

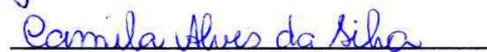
Trabalho indicado para publicação: (X)SIM ()NÃO

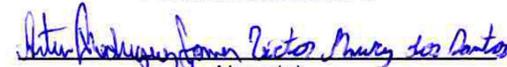
Caratinga,

14 de dezembro de 2016


Professor Orientador e Presidente da Banca


Professor Avaliador 1


Professor Avaliador 2


Aluno(a)


Coordenador(a) do Curso

Dedicamos o nosso TCC para todos aqueles que fizeram do nosso sonho real, nos proporcionando forças para que nós não desistíssemos de ir atrás do que buscávamos para nossa vida. Muitos obstáculos foram nos impostos durante esses últimos anos, mas graças a vocês não fraquejamos. Obrigado por tudo família, entes queridos, professores, amigos e colegas.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que nos permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de nossa vida, e não somente nestes anos como universitários, mas que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer. 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 a todos os professores por nos proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e efetividade da educação no processo de formação profissional, por tantos que se dedicaram a nós, não somente por terem nos ensinado, mas por terem nos feito aprender. a palavra mestre, nunca fará justiça aos professores dedicados aos quais sem nominar terão os nossos eternos agradecimentos. E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da nossa formação, o nosso muito obrigado.

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo.”

(ALBERT EINSTEIN)

GOMES, Artur Rodrigues; SANTOS, Victor Maury dos. **Aplicação de soluções sustentáveis em obras unifamiliar de construção civil correspondente com o tipo e o capital a ser investido**. Caratinga, 2016. Trabalho de Conclusão de Curso Superior de Engenharia Civil - Curso de Engenharia Civil. Faculdades Integradas de Caratinga, Rede DOCTUM, Caratinga, 2016.

RESUMO

Os impactos causados ao meio ambiente, devido ao consumo excessivo de materiais, água e energia tem sido motivo de preocupação, trazendo como consequência a devastação do meio ambiente, esgotamento dos recursos naturais e uma queda na qualidade de vida. A indústria da construção civil, bem como o uso final da edificação, consomem uma grande quantidade de recursos naturais, além de gerar grandes proporções de resíduos. Por isso deve haver um maior engajamento por parte do setor da construção civil, empresas devem mudar sua forma de pensar, produzir e gerir suas obras. A ideia de construção sustentável deve estar presente em todo o tempo de vida da obra, que vai desde sua concepção, sua requalificação, desconstrução ou demolição. Existe ainda muitas dúvidas no que se diz respeito à sustentabilidade em obras de construção civil, um deles é o *custo vs benefício* da implantação de itens sustentáveis, com o intuito de responder a esta dúvida realizamos um levantamento de algumas das principais implementações sustentáveis presentes no mercado, sua relação *custo vs benefício* bem como a viabilidade do uso.

Palavras-chave: Meio ambiente, sustentabilidade, construção sustentável, impactos ambientais, *custo vs benefício*, viabilidade de uso.

GOMES, Artur Rodrigues; SANTOS, Victor Maury dos. **Aplicação de soluções sustentáveis em obras unifamiliar de construção civil correspondente com o tipo e o capital a ser investido.** Caratinga, 2016. Trabalho de Conclusão de Curso Superior de Engenharia Civil - Curso de Engenharia Civil. Faculdades Integradas de Caratinga, Rede DOCTUM, Caratinga, 2016.

ABSTRACT

The impacts caused to the environment due to excessive consumption of materials, water and energy have been cause for concern, resulting in the devastation of the environment, depletion of natural resources and a decrease in the quality of life. The construction industry, as well as the final use of the building, consume a great amount of natural resources, besides generating large proportions of waste. So there must be a greater commitment on the part of the construction industry, companies of their way of thinking, producing and managing their works. An idea of sustainable construction must be present throughout the life of the work, from its conception, its requalification, deconstruction or demolition. There are still many doubts regarding sustainability in construction works, its concept of *cost-benefit*, the implementation of sustainable items, in order to respond to a test of a survey of some of the main sustainable implementations in the market, its *cost-benefit* as well as its feasibility of use.

Key-words: Environment, sustainability, sustainable construction, environmental impacts, *cost-benefit*, feasibility of use.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Modelos de lâmpadas em LED.	21
Figura 2	– Esquema aquecedor solar.	22
Figura 3	– Sistema de Energia Solar Fotovoltaica.	24
Figura 4	– Vaso sanitário em ABS.	26
Figura 5	– Arejador.	27
Figura 6	– Torneira de Mesa para Lavatório Alfa Pressmatic - Docol.	27
Figura 7	– Esquema de captação de água de chuva.	29
Figura 8	– Exemplos de tanque Slim para captação água chuva.	30
Figura 9	– Exemplo de cisterna para captação água chuva.	30
Figura 10	– Exemplo de reservatório doméstico para captação água chuva.	31
Figura 11	– Telhado verde.	33
Figura 12	– Telhado branco nos EUA.	36
Figura 13	– Lâmpada LED Golden Bulbo 10W Amarela Bivolt.	38
Figura 14	– Consumo de energia percentual por eletrodoméstico.	40
Figura 15	– Aquecedor solar de água.	41
Figura 16	– Consumo de energia percentual por eletrodoméstico.	42
Figura 17	– Sistema de Energia Solar Fotovoltaica.	44
Figura 18	– Vaso Sanitário Econômico em ABS.	45
Figura 19	– Gastos de água em locais de frequência conforme pesquisa USP.	46
Figura 20	– Torneira para Cozinha Mesa Bica Alta Cromada Fit Slim 1167 C31 Lorenzetti.	47
Figura 21	– Torneira Temporizada Mesa Bica Baixa Cromada Pressmatic Docol.	48
Figura 22	– Gastos de água em locais de frequência conforme pesquisa USP.	49
Figura 23	– Cisterna Vertical Modular.	52
Figura 24	– Gastos de água em locais de frequência conforme pesquisa USP.	53
Figura 25	– Telhado verde.	54
Figura 26	– Suvinil Telhas, Pedras e Tijolos, Resina Acrílica Exterior e Interior.	55
Figura 27	– Consumo de energia percentual por eletrodoméstico.	56
Figura 28	– Página de inserção de dados, planilha modelo versão 1.0	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Análise de custo entre Lâmpadas Fluorescentes e Lâmpadas LED	21
Tabela 2	– Análise de retorno lâmpada LED	40
Tabela 3	– Análise de retorno uso de aquecedor solar	43
Tabela 4	– Análise de retorno da implementação do sistema de geração de energia solar com placas fotovoltaicas	44
Tabela 5	– Análise de retorno vaso sanitário econômico em ABS	47
Tabela 6	– Análise de retorno torneira para pia de cozinha	50
Tabela 7	– Análise de retorno torneira temporizada para lavatório	51
Tabela 8	– Análise de retorno da implementação de captação de água de chuva	54
Tabela 9	– Análise de retorno da implementação do telhado branco	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C	Grau Celsius
ABS	Acrilonitrila butadieno estireno
ANEEL	Agencia Nacional de Energia Elétrica
AsBEA	Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura
CBCS	Conselho Brasileiro de Construção Sustentável
CIB	Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção
CO ₂	Dióxido de carbono
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
FIEMG	Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais
h	Hora
HDF	High Density Fiberboard
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
Km ³	Quilômetro cúbico
kW	Kilowatt
kWh	Kilowatt hora
kWp	Kilowatt pico
LED	Light Emitting Diode - diodo emissor de luz
m ²	Metro quadrado
ml	Mililitro
MW	Megawatt
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PAIC	Pesquisa anual da indústria da construção
PROSAB	Programa de Pesquisa em Saneamento Básico

R\$	Real
UV	Ultravioleta
W	Watt

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	19
2.1 OBJETIVO GERAL	19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
3 CONSIDERAÇÕES CONCEITUAIS	20
3.1 ENERGIA	20
3.1.1 LÂMPADA LED	20
3.1.2 AQUECEDOR SOLAR	22
3.1.3 GERAÇÃO DE ENERGIA COM PLACAS FOTOVOLTAICAS	23
3.2 ÁGUA	24
3.2.1 VASO SANITÁRIO ECONÔMICO EM ABS	25
3.2.2 TORNEIRAS EFICIENTES	26
3.2.3 CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA	28
3.3 EMPREGO DE MATERIAIS SUSTENTÁVEIS	32
3.3.1 TELHADO VERDE	33
3.3.2 TELHADO BRANCO	34
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	37
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	38
5.1 ANÁLISE DO RETORNO E VIABILIDADE DE USO	38
5.1.1 LÂMPADA LED	38
5.1.2 AQUECEDOR SOLAR	41
5.1.3 GERAÇÃO DE ENERGIA COM PLACAS FOTOVOLTAICAS	43
5.1.4 VASO SANITÁRIO ECONÔMICO EM ABS	45
5.1.5 TORNEIRAS EFICIENTES	47
5.1.6 CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA	51
5.1.7 TELHADO VERDE	54
5.1.8 TELHADO BRANCO	55
6 CONCLUSÃO	58
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
APÊNDICE A - Planilha modelo	63

1 INTRODUÇÃO

A história do mundo mostra que a construção civil, desde as civilizações mais antigas, desenvolve atividades que buscam melhorar as condições de vida do homem em sociedade, procurando atender as necessidades básicas e imediatas do ser humano sem preocupação com a degradação ambiental. Face a isto, as consequências devido aos erros e hábitos predatórios ao meio ambiente de gerações passadas são hoje vivenciadas por todas as nações.

Questões como o aquecimento global, desertificação e degelo polar, excesso de resíduos sólidos, escassez de recursos naturais, enchentes e poluição do solo, da água e do ar estão sempre em pauta atualmente. Assim é importante pensar e direcionar as construções civis para que se tornem sustentáveis e que sejam capazes de minimizar estes impactos ao meio ambiente.

O argumento usado para definir a indústria da construção civil como setor de importância estratégica é o seu tamanho e impacto direto na economia brasileira, bem como sua importância indireta e induzida para o desenvolvimento. O seu efeito de encadeamento para trás e para frente é comparado ao de outros setores visando apontar sua importância relativa na estrutura produtiva nacional.

A construção civil produz infraestrutura econômica através da construção de portos, rodovias, ferrovias, energia e comunicação, dentre outros, serviços essenciais para que as atividades primárias, secundárias e terciárias possam funcionar de uma maneira adequada. Sendo assim o desempenho do setor pode facilitar ainda mais o desenvolvimento de uma grande variedade de outras atividades econômicas. São serviços que são mantidos tanto pela administração pública quanto pela privada que são sujeitos à fiscalização pública e são caracterizados pela sua indivisibilidade técnica e pela alta relação de capital-produção.

Os sistemas de comunicação e de transportes trabalhando adequadamente juntos são de vital importância para uma operacionalidade eficiente de mercado, pela ampliação dos consumidores, pelas maiores facilidades comerciais, integração entre regiões, difusão de novas tecnologias, além de seu peso na formação dos custos de produção. A adoção da infraestrutura básica confere as vantagens comparativas mais acentuadas nas regiões onde ela se encontra mais desenvolvida, o que causa um “efeito propulsor” na expansão econômica.

É imprescindível dizer que os investimentos na construção civil por meio do aumento da disponibilidade de energia, transportes e nas telecomunicações, são condição essencial para o desenvolvimento econômico, é umas das justificativas para a preferência aos incentivos de créditos e fiscais para o setor.

A indústria da construção civil está distribuída em todo território nacional, mas uma grande parte dela está concentrada nas regiões Sul e Sudeste. Pois segundo os dados da PAIC, Pesquisa Anual da Indústria da Construção de 2003 (IBGE,2004), estavam listadas 122.888

empresas de construção atuantes na federação, em sua imensa maioria caracterizadas com micro e pequenas empresas, considerando-se o porte pelo critério do número de trabalhadores empregados por unidade econômica de produção. De acordo com Teixeira (2003), 94% do total de empresa na área de atuação são micro e pequenas empresas, que tem em seu quadro de funcionários até 29 trabalhadores, mas essas são frentes importante na criação de emprego e de renda.

Estudos do IBGE (2003) destacam que a construção civil teve uma participação de 7,23% no produto interno bruto de Brasil e movimentou cerca de R\$ 100,951 bilhões, desconsiderando os impostos indiretos líquidos e as margens de transporte e comercialização.

A indústria da construção, respondendo às necessidades sociais e econômicas, cria e implanta infra-estruturas (estradas, barragens, linhas de caminho de ferro), zonas urbanas (Edifícios e Parques), promovendo o crescimento (representava na Europa em 1999 – OCDE, 2003 - 9,7% do Produto Nacional Bruto e 7,5% do emprego) e suporte os processos de desenvolvimento. As atividades da sua tipologia induzem também, em muitos casos, alterações substanciais no ambiente, incluindo impactos ambientais muito significativos. Em muitos casos, esses impactos, ou pelo menos parte deles, são de caráter negativo e afetam decisivamente o ambiente atual e futuro. A construção civil é uma atividade tendencialmente consumidora de recursos e em muitos casos com um impacto significativo no ambiente, embora procure constantemente minimizar ou compensar os impactos negativos e valorizar os impactos positivos (CANTER, L., 1995, CARPENTER, T. 2001).

É natural que os impactos ambientais tenham surgido a partir da evolução humana, desde que o homem começou a progredir em seu modo de vida, com o cultivo de alimentos e a criação de animais, aumentando gradativamente os impactos gerados na natureza, depois com a derrubada de árvores para construção de abrigo e obtenção de lenha, tornando cada vez mais visíveis as alterações no meio ambiente. As alterações na cadeia alimentar, mudanças climáticas e diminuição da biodiversidade foram possivelmente alguns dos primeiros impactos ocasionados pela ação do homem. A conseqüente criação das cidades e a crescente ampliação das áreas urbanas têm contribuído para o crescimento de impactos ambientais negativos. As alterações geradas ocorrem por inúmeras causas, muitas denominadas naturais e outras oriundas de intervenções antropológicas, consideradas não naturais (MUCELIN E BELLINI, 2008).

Segundo SIMONETTI (2010), impacto ambiental é a variação de um parâmetro no ambiente, em função da ação humana. Ou seja, impacto ambiental é a diferença incremental de um parâmetro ambiental entre a situação sem e com o projeto de Engenharia.

Já os aspectos ambientais são as causas controláveis pela organização, por exemplo, certos processos de produção ou produtos, enquanto os impactos ambientais são os efeitos no meio ambiente causados isoladamente ou não, por exemplo, na forma de poluição das águas ou existência de riscos. Os dois conceitos, aspectos e impactos ambientais, estão assim em uma relação de causa e efeito (DYLLICK, 2000).

A organização deve estabelecer e manter procedimentos para identificar os aspectos ambientais que possam por ela ser controlados e sobre os quais se presume que tenha influência, a fim de determinar aqueles que causem ou possam causar impactos significativos sobre o meio ambiente. É importante assegurar que os aspectos relacionados a esses impactos significativos sejam considerados na definição de seus objetivos ambientais e deve manter essas informações atualizadas (BARBIERI apud HEUSER, 2007).

Para a identificação dos aspectos e avaliação dos impactos ambientais associados a determinado empreendimento, deve-se procurar, inicialmente, selecionar todas as atividades, produtos e serviços relacionados à atividade produtiva, de modo a separar o maior número possível de impactos ambientais gerados, reais e potenciais, benéficos e adversos, decorrentes de cada aspecto identificado, considerando, sempre, se são significativos ou não. A construção civil gera hoje uma grande quantidade de resíduos, causando impactos ambientais significativos e prováveis transtornos à população, ou seja, existe a necessidade de identificar os impactos ambientais para buscar soluções cabíveis e eficientes para que estes impactos sejam minimizados, evitando assim problemas futuros mais sérios. (BACCI, 2006).

Segundo CARDOSO (2004), o aspecto ambiental pode ser definido como “elemento das atividades, produtos e serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente”, impacto ambiental como “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização” e meio ambiente como “circunvizinhança em que uma organização opera, incluindo ar, água, solo, recursos naturais, flora, fauna, seres humanos e suas inter-relações. De acordo com a resolução CONAMA 307/2002, os resíduos da construção civil são provenientes da construção, demolição, reformas, reparos e da preparação e escavação do solo, gerando aspectos e impactos ambientais.

Grande parte dos resíduos originados na construção civil é depositada clandestinamente em terrenos baldios, várzeas e taludes de cursos de água, provocando impactos ao meio ambiente. Alguns desses impactos são plenamente visíveis e provocam comprometimento à paisagem urbana e transtornos ao trânsito de veículos e pedestres. Quando não removidos pelo poder público, acabam sendo chamativos para outros tipos de lixo, como poda de árvores, objetos de grande volume como móveis e pneus e eventualmente resíduos domiciliares. O acúmulo destes resíduos possibilita a proliferação de contaminações e quando levados pelas águas superficiais, obstruem as canalizações de drenagem. Como a maioria dos municípios não possui áreas destinadas à recepção destes resíduos, estes são, muitas vezes, depositados em áreas de importantes cursos d'água, ocasionando enchentes e grandes prejuízos para a sociedade. (KÜSTER, 2007).

Segundo CHUNG E LO (2007) os resíduos gerados pela construção civil nas cidades dos países mais desenvolvidos representam, aproximadamente 50% de total de fluxo de resíduos sólidos, sendo que na maioria das vezes este valor pode chegar a mais de 60% do valor total de resíduos sólidos produzidos.

Pinto (1999) afirma que os resíduos gerados pelas construções e demolições nas cidades de médio e grande porte nas cidades brasileira podem chegar em torno de 40 a 70% da massa total dos resíduos sólidos urbanos. Por consequência disso esses resíduos têm recebido muita atenção por parte de órgãos públicos e de órgãos responsáveis, pois esses órgãos que terão que arcar com as despesas de sua remoção quando os infratores não são identificados.

De acordo com (SARDA, 2003; Angulo et al, 2002) por volta de 88 a 95% desses resíduos gerados pela construção civil são de grande interesse para reciclagem como agregados, podendo assim ser reutilizado nas construções, pensando nisso foi lançada pelo CONAMA a resolução N° 307, em julho de 2002, que obriga os geradores e as prefeituras a tomarem medidas para diminuição, a reciclagem e a disposição adequada dos resíduos gerados da construção e demolição (Brasil, Ministério do Meio Ambiente, 2004).

LANGUEL (2001), expressa que para o devido sucesso de programas de desconstrução, que resulta no reuso e na reciclagem de materiais, vai depender muito dos fatores regionais, ou seja, esses fatores devem ser avaliados para que se possa medir uma determinada cidade ou região apresentara condições favoráveis ou não ao sucesso da implantação. Sendo assim estudos que abordem a gestão de resíduos e seu reuso são cada vez mais relevantes.

A partir da premissa de reciclagem de resíduos, começa a surgir a idéia das construções sustentáveis, que desde seu planejamento deve partir de varias premissas, que passam pela escolha de materiais ambientalmente corretos que tem sua origem certificada, pela fiscalização da obra para que se possa gerar menos resíduos e pelo cumprimento das normas (CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2008).

O impacto causado pelo processo da indústria da construção civil envolve consumo de recursos e cargas ambientais causadas principalmente pelo uso indiscriminado de energia, geração e disposição inadequada de entulhos. Estes últimos são característicos de um contexto cultural que insiste em desconhecer os impactos da sua disposição clandestina e os benefícios de uma gestão adequada. O gerenciamento de resíduos sólidos permite a minimização dos impactos causados, à montante, na exploração de matérias-primas como areia e cascalho e à jusante, evitando a poluição de solos e de lençóis freáticos, bem como danos à saúde e gastos públicos desnecessários (BLUMENSCHHEIN, 2004).

A cadeia de produção da construção civil é a responsável pela mudança do ambiente natural aonde é implantada, que precisa ser constantemente atualizado e mantido. A maioria das atividades humanas dependem de um ambiente construído, cujo o tamanho é mensurado pela escala humana e pelo planeta e não pode ser miniaturizado, contudo em muitos casos, ele vem sendo reduzido a quantidade de espaço disponível, para alguns extratos da população. A dimensão do ambiente construído implica em numerosos impactos ambientais negativos incluindo consequentemente o uso de uma grande quantidade de materiais de construção, água, energia e a geração de resíduos (AGOPYAN E JOHN, 2012).

A construção sustentável provém do conceito de sustentabilidade que envolve os três aspectos, o ambiente, a economia e os valores sociais. O agente ambiente diz respeito a uma conservação do ecossistema e dos recursos naturais, no que se refere à economia é uma obtenção de resposta à poupança a curto e longo prazo dos gastos mensais na utilização de um edifício e por fim aborda os valores sociais, culturais e de justiça na distribuição de custos e benefícios (PEREIRA, 2009).

A cada ano que se passa vem aumentando a procura pela aplicação de práticas sustentáveis nas construções, pode se dizer que é um caminho sem volta, pois existem vários estímulos tanto por parte dos governos, como por parte da população, investidores e associações que pressionam a construção civil a incorporar essas práticas.

Por isso deverá existir um maior engajamento por parte do setor da construção civil, e uma mudança na forma que as empresas pensam, na produção e gerenciamento de suas obras. As empresas devem pensar uma maneira de introduzir de forma progressiva pensamentos sustentáveis em suas obras, buscando aliar soluções economicamente rentáveis.

Segundo a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura- AsBEA, o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável – CBCS e algumas outras instituições, tem como ideia que qualquer empreendimento para se tornar sustentável deve atender alguns requisitos básicos como: Adequação ambiental; Viabilidade econômica; Justiça social; Aceitação Cultural. E diversos princípios básicos da construção sustentável a serem seguidos, dos quais devem destacar-se:

- Aproveitamento de condições naturais locais;
- Utilizar mínimo de terreno e integrar-se ao ambiente natural;
- Não provocar ou reduzir impactos no entorno – paisagem, temperaturas e concentração de calor, sensação de bem-estar;
- Qualidade ambiental interna e externa;
- Gestão sustentável da implantação da obra;
- Adaptar-se às necessidades atuais e futuras dos usuários;
- Uso de matérias-primas que contribuam com a eco-eficiência do processo;
- Redução do consumo energético;
- Redução do consumo de água;
- Reduzir, reutilizar, reciclar e dispor corretamente os resíduos sólidos;
- Introduzir inovações tecnológicas sempre que possível e viável;
- Educação ambiental: conscientização dos envolvidos no processo.

A definição dada pelo Conselho Internacional para Pesquisa e Inovação em Construção (CIB), para construção sustentável é como um processo holístico que estimula o equilíbrio entre os ambientes natural e o construído, elaborado para que se possa criar ambientes que possam oferecer dignidade humana e ao mesmo tempo estimular a igualdade econômica (CIB, 2002).

Falar sobre a retomada desse equilíbrio entre o meio ambiente e o construído é de vital importância, porque muitos processos que privilegiam o uso moderado dos recursos naturais, como luz e calor, foram abandonados com a criação da energia elétrica e de tecnologias de aquecimento artificiais. Ainda há tempo para novamente se usar tecnologias antigas afim de se aumentar o uso da sustentabilidade nas edificações, pequenas mudanças podem trazer grandes benefícios sem causar grandes impactos no custo final da obra.

A ideia de construção sustentável deve estar presente em todo o tempo de vida da obra, que vai desde sua concepção, sua requalificação, desconstrução ou demolição. Deve de ter uma ideia de cada etapa da obra avaliando seus aspectos e impacto no meio ambiente, e como os itens devem ser implantados para que a obra siga um caminho que seja, uma ideia sustentável, uma implantação sustentável e uma moradia sustentável.

Há ainda muitas dúvidas ao se falar em sustentabilidade, e uma delas é o *custo vs benefício* da implantação de itens sustentáveis, o presente trabalho apresenta os principais itens sustentáveis presentes no mercado, sua relação de *custo vs benefício*, indicando para cada tipo de obra qual item sustentável é melhor aplicado para se obter o melhor *custo vs benefício*, edifícios sustentáveis são um investimento seguro e se deve encorajar empreendedores a construí-los, somente a economia de água e energia já compensa o acréscimo no custo associado a construção sustentável. Incentivar essa pratica e difundi-la melhor para a população é uma forma de se obter uma melhor qualidade de vida, economia de energia, valorizar e minimizar os impactos ambientais futuros.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Esta pesquisa tem como objetivo indicar itens e soluções sustentáveis apropriados a serem implantados em residências unifamiliar, construídas com técnicas convencionais, visando o melhor custo vs benefício, tendo em vista o valor disponível a ser investido, e as especificações da obra.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar dados quantitativos dos materiais que serão estudados;
- Elaborar o orçamento destes materiais;
- Pesquisar o *custo vs beneficio* destes materiais, bem como o tempo de retorno de seu investimento;
- Viabilizar o uso de cada material;
- Criar uma planilha para mostrar de forma adequada e intuitiva as melhores escolhas dos itens sustentáveis.

3 CONSIDERAÇÕES CONCEITUAIS

3.1 ENERGIA

A energia elétrica é atualmente um fator determinante na evolução da nossa sociedade, quer no setor doméstico quer no industrial, podendo representar ao mesmo tempo uma alavanca-gem ou uma ameaça para o setor econômico e ambiental (ALMEIDA, 2015).

Eficiência energética é uma atividade que busca melhorar o uso das fontes de energia. A utilização racional de energia chamada também simplesmente de eficiência energética, consiste em usar de modo eficiente a energia para se obter um determinado resultado (BAPTISTA, 2016).

Para uma boa escolha e utilização de equipamentos para se obter uma boa eficiência energética, podemos citar alguns exemplos: utilização de energia solar para aquecimento da água em substituição aos chuveiros elétricos; troca de lâmpadas tradicionais pelas lâmpadas LED e painéis solares para geração de energia.

3.1.1 LÂMPADA LED

Até recentemente, a maioria das lâmpadas destinadas à iluminação residencial era do tipo incandescente, que consumia muita energia, durava um curto período de tempo além de gerar uma quantidade excessiva de calor no ambiente. Gradativamente, esses produtos foram substituídos pelas fluorescentes compactas, ou lâmpadas eletrônicas, que são mais eficientes e duráveis, porém com maior impacto ambiental. Mais recentemente, percebeu-se o início da popularização das lâmpadas LED - Light Emitting Diodes.

Segundo o INMETRO, as lâmpadas LED podem durar, dependendo do modelo, pelo menos vinte e cinco vezes mais do que as lâmpadas incandescentes e quatro vezes mais do que as fluorescentes compactas. Entretanto, o tempo (em horas de funcionamento) estimado na embalagem não significa o tempo que ela vai levar para queimar e sim o período que a lâmpada passará a funcionar com mais ou menos 70% da capacidade luminosa original.

Nesse tipo de iluminação, 80% da energia é convertida em luminosidade, gerando uma economia de até 90%. Graças a sua eficiência energética, uma lâmpada dicróica de 50w, pode ser substituída por uma lâmpada de LED de 5w, sem alterar a luminosidade (JATOBÁ, 2014).

Para analisar os custos da substituição de lâmpadas fluorescentes por tecnologia LED em uma empresa de manutenção de máquinas, SOUZA (2012) montou uma tabela comparando as duas tecnologias, da qual foram analisadas potência de cada lâmpada, quantidade necessária, custo individual do produto, vida média, consumo mensal referente a 22 dias trabalhados no mês, custo inicial do sistema, consumo de energia por hora, custo de energia por hora, consumo de

energia mensal, custo de energia mensal, custo de energia final. Consumo mensal baseado no uso de 10 horas/dia, 22 dias/mês, ao custo de R\$ 0,33882000/kWh.

Tabela 1: Análise de custo entre Lâmpadas Fluorescentes e Lâmpadas LED

Recursos envolvidos	Unidades	Lâmpadas fluorescentes	Lâmpadas LED
Potência	Watts	40	15
Quantidade	Unidades	50	50
Custo do produto	Real (R\$)	8	130
Vida média	Horas	7500	40000
Consumo mensal (h*dia)	Hora x Dia	220	220
Custo	R\$/(KW/h)	0,33882	0,33882
Custo inicial do sistema	Real (R\$)	400	6500
Consumo de energia por hora	KW/h	0,04	0,015
Custo de energia por hora	Real (R\$)	0,67764	0,254115
Consumo de energia mensal	KW / h	8,8	3,3
Custo de energia mensal	Real (R\$)	149,08	55,9
Custo de energia Final	Real (R\$)	27105,6	10164,6

Fonte: SOUZA, 2012.

Analisando os resultados obtidos pela substituição de lâmpadas fluorescentes por tecnologia LED, é possível reduzir de R\$ 27105,6 para R\$ 10164,6 do custo de energia final da empresa, o que corresponde a uma economia de 62,5%. Observamos também que os indicadores econômicos obtidos pela análise de viabilidade econômica, demonstraram que o investimento é economicamente viável. O investimento é recompensado após a vida útil de 40000h da lâmpada LED. Além disso, a troca do sistema antigo traz benefícios ao meio ambiente, pois além de reduzir o consumo de energia, os equipamentos são recicláveis, não possuem mercúrio como as lâmpadas tubulares, apresentam baixa manutenção, alta eficiência luminosa e longa durabilidade (SOUZA, 2012).



Figura 1: Modelos de lâmpadas em LED.

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

As lâmpadas LED estão disponíveis em vários modelos como por bulbo, vela, dicroica, tubo T8, halopin e PAR 20 como ilustra a figura 1.

3.1.2 AQUECEDOR SOLAR

Segundo a ANEEL (2008), o consumo de energia em um país é um dos principais indicadores do desenvolvimento econômico e do nível de qualidade de qualquer sociedade. Ele reflete tanto o ritmo de atividade dos setores industrial, comercial e de serviços, quanto a capacidade da população para adquirir bens e serviços tecnologicamente mais avançados, como automóveis, eletrodomésticos e eletroeletrônicos.

O aquecedor solar (Figura 2) é uma técnica que emprega o uso da energia solar para o aquecimento de água para uso residencial, principalmente para banhos.

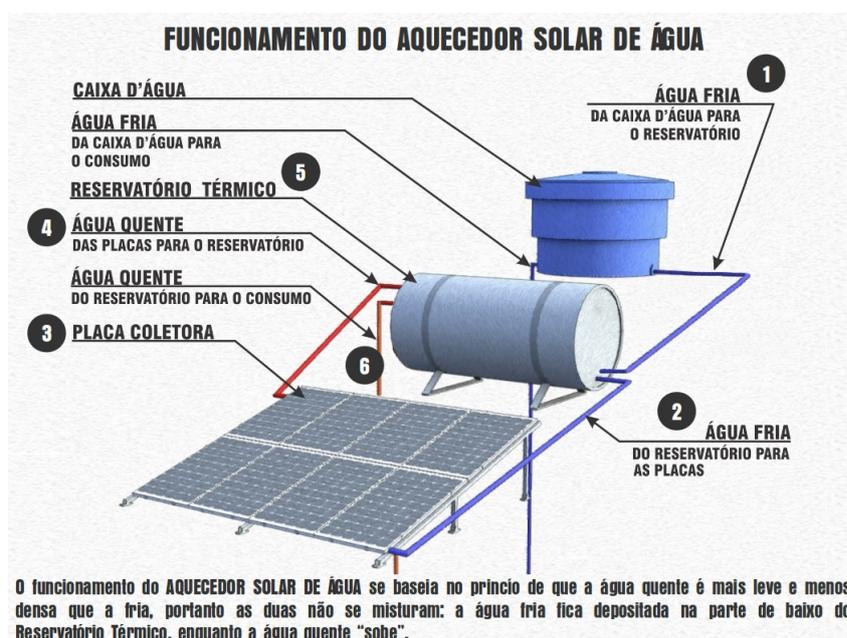


Figura 2: Esquema aquecedor solar.

Fonte: <http://www.tema.eco.br/>

O coletor solar é um conjunto onde estão presentes 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 esta os tubos de cobre, pintados 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 a 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 de la 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 (EMPRESA VIDA SOLAR HIDRÁULICA E AQUECEDORES).

A água quando aquecida, se torna menos densa e se move para 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).

De acordo com o site DOURANEWS (2011), o aquecedor solar possui um aproveitamento econômico de cerca de 80%, pois o sistema é desenhado para armazenar água quente por bastante tempo, no entanto, se estiver nublado ou chovendo por vários dias, ele não será capaz de fornecer água quente, sendo necessário nesse caso fazer uso de aquecimento elétrico ou a gás. Normalmente essas outras formas de aquecimento estão ligadas ao sistema para que sejam acionados facilmente quando necessários.

3.1.3 GERAÇÃO DE ENERGIA COM PLACAS FOTOVOLTAICAS

De uma maneira geral, nota-se uma expansão no consumo de energia no país, e isto devido ao crescimento econômico e ao crescimento populacional. As energias renováveis se tornam cada vez mais atraentes como alternativa de micro geração distribuída uma vez que houve redução do preço de células fotovoltaicas e aero geradores, já que atualmente aliado ao poder de compra do consumidor está o alto valor de conta de energia elétrica pago pelo brasileiro, considerada uma das contas mais elevadas no mundo (ANEEL, 2008).

De acordo com MOTTA (2011), A conversão da radiação solar em energia elétrica é realizada através de células fotovoltaicas, construídas por materiais semicondutores, como o Silício. Quando a luz solar atinge a célula, uma quantidade da energia da luz é absorvida pelo semicondutor, liberando os elétrons com uma ligação mais frágil para fluir livremente. Esses elétrons fluem num sentido de acordo com o campo elétrico produzido pela célula fotovoltaica, e quando se cria um caminho para essa corrente elétrica, têm-se um painel solar.

A energia solar possui uma capacidade de renovação praticamente infinita na escala humana, além de proporcionar um impacto ambiental mínimo, comparada com os demais métodos de geração energética. Outro ponto é a fácil viabilidade e confiabilidade junto aos consumidores finais, já que elimina a necessidade de transporte por grandes distâncias, durando mais de 25 anos sem manutenção. Sua principal desvantagem é o seu custo inicial de instalação, além de um rendimento dependente das condições climáticas (MOTTA, 2011).

BARBOSA (2012) cita que existem regras destinadas a facilitar e incentivar instalação de geração distribuída de pequeno porte, que incluem a micro geração, com até 100 kW de potência, e a mini geração, de 100 kW a 1 MW. Impostas pela (Resolução Normativa nº 482/2012, de

17/04/2012), a norma cria o Sistema de Compensação de Energia, que permite ao consumidor instalar pequenos geradores em sua unidade consumidora e trocar energia com a distribuidora local. A regra é válida para geradores que utilizem fontes renováveis de energia (hídrica, solar, biomassa, eólica).

A residência que utiliza este tipo de geração de energia, além de reduzir, permite até zerar o valor da conta de luz. O consumo excedente será injetado no sistema da distribuidora, que utilizará o crédito para abater o consumo dos meses subsequentes. Os créditos poderão ser utilizados em um prazo de 36 meses e as informações estarão na fatura do consumidor, a fim de que ele saiba o saldo de energia e tenha o controle sobre a sua fatura (SANTOS, 2015).

O sistema de geração de energia utilizando placas fotovoltaicas, é composto basicamente por um ou mais painéis fotovoltaicos, um controlador de carga e baterias. Dependendo ainda da aplicação, também se faz necessário o uso de um inversor. O papel principal do inversor solar no sistema fotovoltaico é inverter a energia elétrica gerada pelos painéis, de corrente contínua para corrente alternada. O seu papel secundário é garantir a segurança do sistema e medir a energia produzida pelos painéis solares. Uma representação desse sistema é feita na Figura 3.

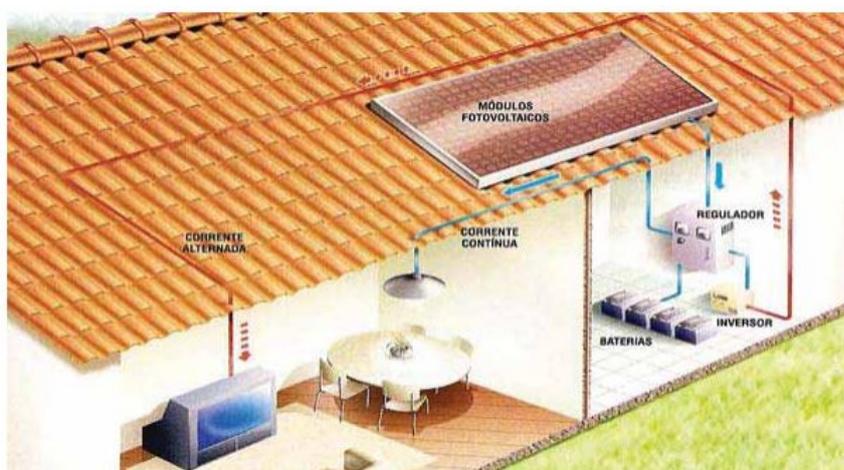


Figura 3: Sistema de Energia Solar Fotovoltaica.

Fonte: BAIMA, 2005

Este processo é simples, ocorre sem emissão de gases poluentes ou ruídos e possui uma necessidade mínima de manutenção. Devido à sua simplicidade, esta forma renovável de obter eletricidade possui diversas vantagens econômicas.

3.2 ÁGUA

De acordo com PERONA (2011) aproximadamente $\frac{3}{4}$ (três quartos) da crosta terrestre é formada por água. Quantitativamente isto significa que temos aproximadamente 1.386.000.000.000 de km³ (um trilhão, trezentos e oitenta e seis bilhões de quilômetros cúbicos) de água, no entanto nem toda essa água está disponível para consumo humano.

Do total de água disponível, 97,5% (noventa e sete vírgula cinco por cento) é salgada, os 2,5% (dois vírgula cinco por cento) restantes da água é doce, 69,5% (sessenta e nove vírgula cinco por cento) desta água doce estão indisponíveis nas calotas polares, em neves nas montanhas mais altas e em solos congelados; 30,1% (trinta vírgula um por cento) estão em águas subterrâneas, ou seja, lençóis freáticos ou aquíferos; e apenas 0,4% (zero vírgula quatro por cento) estão na superfície, não apenas em rios ou lagos, mas considerando também as neblinas e a umidade da superfície do solo (PERONA, 2011).

A escassez de água potável para consumo humano é uma realidade, principalmente, dos grandes centros urbanos. Este cenário revela uma crise ambiental preocupante que é resultado de mudanças climáticas, diminuição dos recursos naturais, poluição das águas e do consumo desmedido de água potável.

PERONA (2011) estima que a quantidade de água que um ser humano precisa para sobreviver variam entre 25 (vinte e cinco) a 50 (cinquenta) litros diários, ou seja de 9.125 (nove mil, cento e vinte e cinco) litros a 18.250 (dezoito mil, duzentos e cinquenta) litros por pessoa ao ano.

Os mananciais utilizados para abastecimento de água, próximos à zona urbana, tornam-se insuficientes, ou têm sua qualidade comprometida, devido ao crescimento populacional, o processo de industrialização e o conseqüente aumento da demanda por água nos grandes centros urbanos, e isso tem causado insuficiência e degradação dos mananciais superficiais e subterrâneos próximos a estas regiões, gerando a necessidade de buscar maiores volumes de água, em locais cada vez mais distantes (COHIM et al, 2008).

O crescimento populacional, o processo de industrialização e conseqüente aumento da demanda por água nos grandes centros urbanos, têm causado a insuficiência e degradação dos mananciais superficiais e subterrâneos próximos a estas regiões, gerando a necessidade de buscar maiores volumes de água, em locais cada vez mais distantes, com elevado encargo energético.

3.2.1 VASO SANITÁRIO ECONÔMICO EM ABS

Uma das maiores formas de desperdícios de água é através das descargas dadas em vasos sanitários. Em um acionamento, esses vasos gastam de 6 a 10 litros de água. Cada vez mais presente no dia-a-dia, a preocupação vem ganhando espaço no mundo empresarial. Identificando o atual momento de conscientização da sociedade, empresas investem cada vez mais em linhas de produtos ecologicamente corretos, no intuito de chamar a atenção dos consumidores.

A empresa brasileira Acquamatic criou um vaso sanitário que consegue economizar mais de 50% da água (Figura 4). O sistema usa apenas 2 litros de água a cada acionamento, em comparação com os convencionais que gastam de 6 a 10 litros (DARAYA, 2013).

As características do vaso sanitário que permitem essa economia, são a ausência do sifão e utilização do basculante, com tubulação reta. Assim, o basculante irá despejar os dejetos diretamente na prumada do esgoto. E não há necessidade do uso de eletricidade, uma vez que tudo acontece pela própria dinâmica da água. Além de ser sustentável no momento do uso, o vaso sanitário é ecologicamente correto desde a fase de produção ao descarte (HOMETEKA, 2014).

A fabricação do vaso tem como matéria prima o polímero ABS, que é mais durável e mais resistente que a louça utilizada nos vasos tradicionais, por ser inquebrável e suportar até 1,5 tonelada. Ainda por conta do uso do polímero ABS, o sanitário é leve e de fácil instalação por pesar apenas 6,8 quilos, valor cinco vezes menor que o vaso de louça. O sanitário criado por Leonardo Lopes rendeu o selo hídrico pela eficiência e inovação e é recomendado pelo Green Building Council Brasil. Ainda facilita o uso por idosos e por deficientes físicos (HOMETEKA, 2014).

Outro diferencial do modelo é a utilização de apenas 200 ml de água para evitar o mau cheiro, enquanto que os vasos tradicionais usam um litro (PENSAMENTO VERDE, 2014).



Figura 4: Vaso sanitário em ABS.

Fonte: <https://www.hometeka.com.br>

3.2.2 TORNEIRAS EFICIENTES

A economia de água vinda através do uso de torneiras, depende em maior parte do usuário, porém ainda assim existem tecnologias que economizam água através de dispositivos. Dentre eles estão, arejador, torneiras hidromecânicas e torneiras com sensor de presença (PERONA, 2011).

O arejador (Figura 5) é um componente instalado na extremidade de uma torneira, contendo peças perfuradas ou telas finas que reduzem o consumo de água. Sua função é misturar ar com a água fazendo com que pareça que o usuário que está utilizando mais água do que na realidade. São recomendados para todas as torneiras, exceto as de limpeza ou as que por algum motivo necessitem de maior vazão. Para se ter uma média, enquanto uma torneira convencional utiliza cerca de 14 a 25 litros de água por minuto a torneira com arejador utiliza de 6 a 20 litros por minuto, o que gera uma economia de cerca de 60% (CONDOMÍNIO SUSTENTÁVEL).



Figura 5: Arejador.

Fonte: <https://www.docol.com.br>

Já as torneiras hidromecânicas (Figura 6) desligam após algum tempo de uso, ou seja, são torneiras com temporizador. Podem ser uma opção interessante para uso em banheiros, mas não são indicadas para a cozinha, onde necessita de um fluxo contínuo de água, por ser feita a limpeza de panelas e outros utensílios domésticos (PERONA, 2011).

MARINS E MOURA (2015) cita ainda que as torneiras hidromecânicas, funcionam por meio de pressão manual e fechamento automático, devido à pressão da água escoando. Sua economia, em relação às torneiras convencionais, varia entre 30% a 77%.



Figura 6: Torneira de Mesa para Lavatório Alfa Pressmatic - Docol.

Fonte: <https://www.docol.com.br>

3.2.3 CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA

A captação de água não é uma novidade. Desde a antiguidade, a coleta era feita para uso doméstico, agrícola e produção de bebidas. Porém, a necessidade de se tornar uma prática comum e cada vez mais presente na sociedade, incentiva o estudo das formas de captação e utilização dessa água coletada. O sistema simples é feito normalmente pelo telhado, com calhas que drenam a água para um reservatório na superfície. A coleta também pode ser feita para edificações de grande porte ou edificações altas, mas o sistema já é mais planejado. Também pode ser feita captação de água de superfícies em centros urbanos já danificados pelos alagamentos, provenientes da própria chuva. Cada captação tem um fim, que direciona o sistema que é mais recomendado.

Ao se dimensionar um sistema de captação de água de chuva (Figura 7) alguns itens devem ser observados para que se obtenha um sistema eficiente e ao mesmo tempo apresente um *custo vs benefício* adequado à sua implantação, dentre os observados PROSAB (2006) cita:

- Nem sempre haverá chuva suficiente para atender toda a demanda;
- Nem sempre será possível armazenar toda a chuva precipitada (por questões físicas e econômicas);
- Os estudos de dimensionamento de reservatórios devem compatibilizar produção e demanda;
- Identificar o percentual de demanda possível de ser atendida em cada sistema;
- Tornar o sistema mais eficiente e com o menor gasto possível.

De acordo com COHIM et al. (2008) um sistema de captação e utilização de água de chuva é composto basicamente 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.
- Calhas e Tubulações: Utilizados para transportar a chuva coletada, podem ser encontrados em diversos materiais, porém os mais utilizados são em PVC e metálicos (alumínio e aço galvanizado). Toda a tubulação que fizer parte desse sistema deve estar destacada com cor diferente e avisos de que essa conduz água de chuva evitando, assim, conexões cruzadas com a rede de água potável.

- **Tratamentos:** O tipo e a necessidade de tratamento das águas pluviais dependerão da qualidade da água coletada e do seu destino final. As concentrações de poluentes, galhos e outras impurezas nas águas pluviais são maiores nos primeiros milímetros da chuva, assim recomenda-se a não utilização destes, diversos dispositivos já foram desenvolvidos e testados com este objetivo.
- **Bombas e sistemas pressurizados:** Estes dispositivos são usados quando os pontos de utilização estão em cotas superiores a do nível de água no reservatório principal. Porém vale ressaltar que durante a concepção do sistema de aproveitamento de água pluvial deve-se buscar a utilização de reservatórios elevados e o encaminhamento da água coletada diretamente para este, quando possível evitando o bombeamento e aumentando assim a eficiência energética do sistema.
- **Reservatórios:** Estes podem ser enterrados, apoiados ou elevados. Diversos materiais podem ser utilizados na fabricação dos reservatórios, sendo, portanto, necessário avaliar em cada caso aspectos como: capacidade, estrutura necessária, viabilidade técnica, custo, disponibilidade local.

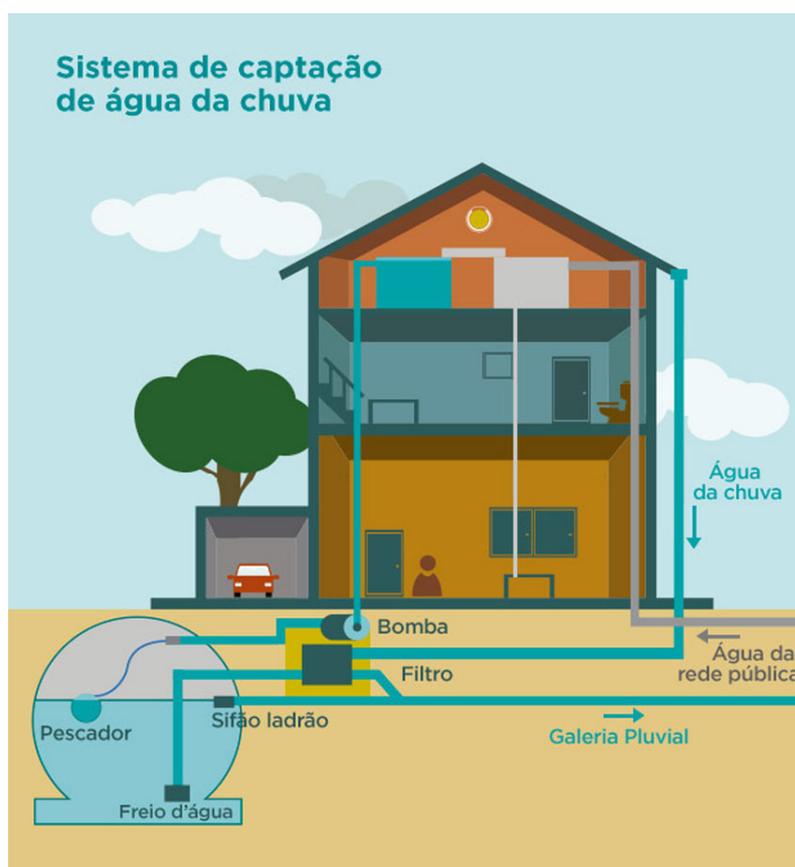


Figura 7: Esquema de captação de água de chuva.

Fonte: <http://ineam.com.br/>

A eficiência e a confiabilidade dos sistemas de aproveitamento de água de chuva estão ligados diretamente ao dimensionamento do reservatório de armazenamento, necessitando de um ponto ótimo na combinação do volume de reserva e da demanda a ser atendida, que resulte na maior eficiência, com o menor gasto possível (PROSAB, 2006).

THOMAS (2001) cita que o reservatório é o item mais oneroso no sistema de captação de água pluvial, deixando seu dimensionamento de forma criteriosa, pois sua escolha influencia diretamente na viabilidade da implantação do sistema. Seu custo pode representar cerca de 50% à 80% do valor final do sistema de captação de água de chuva.

De acordo com a obra em específico deve-se escolher um reservatório adequado, caso não exista espaço físico para a implantação de um reservatório uma boa escolha seria os tanques slim (Figura 8), que ocupam um espaço reduzido, outra escolha seria o reservatório tipo cisterna (Figura 9), que não ocupam espaço, porém para sua implantação deve-se ter uma grande área livre, além de ser mais trabalhoso e oneroso, uma solução para com os custos são os reservatórios artesanais (Figura 10), que são baratos em comparação dos demais, porém necessitam de um maior cuidado para com sua instalação.



Figura 8: Exemplos de tanque Slim para captação água chuva.

Fonte: <http://ecohospedagem.com/>



Figura 9: Exemplo de cisterna para captação água chuva.

Fonte: <http://meioambiente.culturamix.com/>



Figura 10: Exemplo de reservatório doméstico para captação água chuva.

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

Para se realizar o dimensionamento do reservatório, deve ser observados diversos itens importantes dentre eles:

- Regime de chuvas local
- Área de captação
- Consumo

Para se dimensionar o sistema de captação de água de chuva, procura-se construir grandes reservatórios, buscando com isso acumular água durante o período chuvoso, para ser utilizada durante a estiagem. Desta forma, beneficiam as regiões que não dispõem de outras fontes de água. Porém, em áreas urbanas que, frequentemente, possui sistemas de públicos de abastecimento de água e inexistência de áreas livres para instalação de grandes volumes de reservação, deve-se adotar uma outra lógica, nestas regiões a utilização de água pluvial deve funcionar como uma fonte complementar (COHIM et al, 2008).

Segundo a ECYCLE a captação de água de chuva apresenta as seguintes vantagens:

- É uma atitude ecologicamente responsável, pois reaproveita a água da chuva em vez de utilizar o precioso recurso hídrico potável, diminuindo sua pegada hídrica;
- Pode ser instalada em qualquer ambiente: rural ou urbano, casa ou apartamento;
- Representa uma economia de 50% na conta de água;

- Possui diferentes capacidades de acordo com as suas necessidades - desde mil litros até 16 mil litros;
- Ajuda a conter enchentes ao armazenar parte da água;
- Ajuda em tempos de crise hídrica e até está sendo utilizada em áreas do sertão nordestino como forma de combate às secas;
- Pode-se criar uma cultura de sustentabilidade ecológica nas construções, o que poderá garantir uma cisterna em cada casa construída no futuro.

Porem o sistema requer alguns cuidados, dentre eles ECYCLE cita:

- É necessário disciplina, as calhas devem ser limpas para impedir contaminação através de fezes de ratos ou de animais mortos e mantidas em boas condições;
- O interior da cisterna também deve ser limpo periodicamente;
- A instalação, se for ligada à rede de encanamentos da casa, precisará de um profissional para rearranjar os encanamentos (lembrando que a água não pode ser utilizada para consumo porque não é potável), porém, em muitos casos, o investimento é devolvido no primeiro ano, senão nos primeiros meses;
- Algumas cisternas de plástico podem deformar com o tempo, ou apresentar rachaduras. Procure uma com filtro anti-UV 8 ou construa uma de alvenaria;
- Caso seja enterrada (ou subterrânea), seu custo de instalação será maior.

A página da internet LUGAR CERTO (2015), cita em seu artigo que de acordo com especialistas, alguns sistemas de captação ajudam a economizar entre 30 e 60% de água e é feita por meio de calhas que escoam a água das chuvas para tubos.

3.3 EMPREGO DE MATERIAIS SUSTENTÁVEIS

A construção civil é uma das indústrias que mais consomem recursos naturais. Materiais alternativos são meios encontrados para amenizar os impactos ambientais causados.

A implantação de edificações com técnicas alternativas visa amenizar problemas ambientais, tais como, o esgotamento de recursos naturais, a geração de resíduos e emissões de gases poluentes. Para o proprietário ela deve oferecer um retorno rápido sobre o investimento.

ECYCLE cita que prédios ou casas sustentáveis devem levar em conta algumas características para assim serem consideradas. Em residências, por exemplo, a utilização de madeiras reflorestadas, com selo de certificação, tintas e telhas ecológicas, estética inteligente a se utilizar

a luz do sol e aproveitar seu calor ou amenizá-lo, a fim de reduzir o consumo de energia por ar condicionados ou ventiladores, são formas de deixar seu imóvel mais sustentável.

3.3.1 TELHADO VERDE

Segundo HEWAGE (2011) os telhados verdes (Figura 11) podem ser classificados de duas maneiras distintas que são os telhados verdes intensivo que exige uma maior manutenção, necessitando mão de obra especializada e comumente associados a terraços ajardinados. É necessário para construção desse sistema um substrato de no mínimo 30cm, esse tipo de cobertura demandam o uso de mais água e adubo, fazendo assim com que a estrutura tenha que ser mais reforçada para suportar esses jardins quando saturada.



Figura 11: Telhado verde.

Fonte: <https://arquiteturaesustentabilidade.wordpress.com/>

KOHLER (et al. 2001) descreve as coberturas extensivas como sendo telhados que necessitam de menor cuidado e menor manutenção, pode ser usado um substrato de 10cm e o plantio de mudas de baixa manutenção, o que reduz a necessidade de regá-las, o que torna o peso da estrutura muito próximo ao de uma convencional.

MINKE (2005) afirma que a aplicação dos telhado verdes nos grandes centros urbanos poderia melhorar consideravelmente a qualidade do clima, através da purificação de ar, da redução de pó e também na variação de temperatura tornando mais ameno, uma aplicação de 10 a 20% nas coberturas de telhado verde já garantiria um clima mais saudável.

Utilizando como base bairros centrais dos grandes centros urbanos, veremos que $\frac{1}{3}$ de toda sua superfícies esta edificada, o que corresponde a sua rua e praças, fazendo com que sobre apenas $\frac{1}{3}$ de camada verde, ou seja, livre de pavimentos. Portanto se aplicarmos as coberturas verdes em um a cada cinco casas iríamos dobrar a área verde nas cidades (MINKE, 2005).

Para se alcançar a maior parte dos benefícios da implantação de coberturas verdes como isolamento térmico, filtragem do ar, dentre outros, deve-se levar em consideração a densidade, a espessura e a quantidade de folhas colocadas na superfície. Destaca-se alguns desses benefícios:

1. Redução das Ilhas de Calor: De acordo com D'ELIA (2012) se fossem utilizado as coberturas verdes nos centros urbanos, poder-se-ia alcançar uma redução de $1^{\circ}C$ a $2^{\circ}C$ nas temperaturas, amenizando a sensação de calor e aumentando a qualidade de vida nas cidades.
2. Redução da variação de temperatura durante o dia e noite: MINKE (2005), afirma que na Europa as lajes impermeabilizadas ao longo do ano sofrem uma variação de temperatura na casa de $100^{\circ}C$ ($-20^{\circ}C$ até $80^{\circ}C$). A mesma cobertura se fosse ajardinada sofreria com uma variação de cerca de $30^{\circ}C$.
3. Protegem as edificações de raios solares: MORAIS et al (2003) afirma que as coberturas em dias muito quentes podem alcançar temperaturas na casa do 65,2 graus-horas de calor, se instalados os telhados verdes, eles acumulam 40% deste valor.
4. Aumento da qualidade da água filtrada: Um papel importante que a chuva desempenha é o de limpar todas as impurezas contidas no ar, por isso a água da chuva se torna poluída, com a implantação dos telhados verdes filtra-se a água da chuva tornando-a menos poluída quando faz seu retorno a natureza (KOHLER et al. 2001).
5. Melhor desempenho acústico da edificação: Segundo MACHADO et al. (2003), o excesso de ruído produzido pela tráfego das áreas urbanas e outras diversas fontes causam danos físicos e psicológicos na população, e as coberturas convencionais acabam expandindo as ondas sonoras, por outro lado as coberturas verdes reduzem drasticamente os ruídos.

MINKE (2005) cita que existe uma grande variação nos custos dos telhados verdes, pois existem diferentes tipos de sistemas a serem adotados, essa variação pode girar em torno de 80% do custos em diferentes tipos de coberturas. Em obras planejadas desde o princípio com o telhado verde, o custo fica mais próximo ao convencional, em contrapartida as reformas para a cobertura verde tendem a ter um custo mais elevado, devido ao fato de se ter que adaptar a estrutura em questão (HEWAGE, 2011).

3.3.2 TELHADO BRANCO

A cobertura branca (Figura 12) 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 impede 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, a temperatura do imóvel fica menor, 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 vilão do aquecimento global (NERY, 2011).

NUNES (2015) cita que os telhados brancos são extremamente práticos e de baixo custo. Estudos comprovam que pintar um telhado de branco pode reduzir entre 40% à 70% a temperatura nos ambientes, com capacidade de reduzir também em até 96% os raios UV, e refletir mais 80% os raios solares, no qual pode gerar uma economia de energia elétrica em torno de 30%. Aponta ainda cinco vantagens do uso do telhado branco:

1. Diminuição das ilhas de calor: Ilhas de calor é o nome que se dá a um fenômeno climático que ocorre principalmente nas cidades com elevado grau de urbanização. Nestas cidades, a temperatura média costuma ser mais elevada do que nas regiões rurais próximas.
2. Diminuição da emissão de CO_2 : CO_2 é a representação química do dióxido de carbono (também conhecido como gás carbônico), é um composto químico constituído por dois átomos de oxigênio e um átomo de carbono. Atualmente é um dos grandes problemas da sociedade moderna em função da queima de combustíveis fósseis (diesel, gasolina, querosene, carvão mineral e vegetal). A grande quantidade de dióxido de carbono na atmosfera é prejudicial ao planeta, pois ocasiona o efeito estufa e, por consequência, o aquecimento global.
3. Reduz o consumo de energia: Os ambientes ficam menos quentes com o uso de telhado branco, refletindo a radiação solar, há uma menor necessidade do uso de aparelhos de ar condicionado, ventiladores e condicionadores de ar. Em média, gasta-se de 20% a 70% a menos de energia do que anteriormente para esfriar o ambiente.
4. Ajuda a refletir os raios solares: A cor branca reflete a radiação solar, reduzindo a absorção de calor. Quanto mais escura a tinta, mais a superfície absorve os raios solares e mais quente o ambiente fica.
5. Maior vida útil para os telhados: A aplicação é fácil, e logo após a aplicação pode sentir o efeito da diferença de temperatura. As tintas específicas impermeabilizam e protegem os telhados, evitando a proliferação de fungos. Normalmente a manutenção é aplicar a cada 5 anos.



Figura 12: Telhado branco nos EUA.

Fonte: <https://cleantechnica.com>

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com o 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, foram feitos cálculos para que se pudesse determinar o quanto se tem de valor economizado pela implementação dos itens sustentáveis levando em consideração a porcentagem de economia gerada por cada item, bem como o tempo necessário para que o investimento na sustentabilidade seja recuperado, fez-se um levantamento dos custos dos itens através de pesquisas em lojas online e na cidade de Caratinga não levando em consideração a mão de obra para instalação dos itens, também foi desconsiderado o valor do frete no custo final, foi analisado também quais os benefícios a implementação desses itens trazem tanto para o investidor quanto para o meio ambiente.

Por fim, criou-se uma planilha no Microsoft Excel, conforme é possível verificar no "APÊNDICE A - PLANILHA MODELO" deste trabalho, nela é possível entrar com os dados referentes à obra, como a área construída, número de ocupantes, o valor que deseja ser investido em itens sustentáveis, bem como os ambientes contidos na residência. Com estes dados faz-se uma verificação de quais itens devem ser utilizados para aquele empreendimento em específico, de acordo com o levantado com esta pesquisa e com o valor que o usuário indicou que deseja investir. Gerando com isso, um tempo de retorno aproximado da realidade da obra, a economia mensal gerada com este empreendimento, e o valor real investido.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A apresentação e discussão dos resultados estão fundamentados em dados coletados a partir da revisão bibliográfica realizada, estimando com os valores encontrados, a real economia gerada pelos itens e soluções sustentáveis estudadas. Com os resultados obtidos, encontramos um valor de *custo vs benefício* ideal, onde dependendo de alguns fatores, como capital investido, tempo gasto para recuperar o investimento e economia gerada, por exemplo, viabilize ou não o uso de tais soluções para o empreendimento específico. O orçamento realizado possui embasamento em empresas como Leroy Merlin, Acquamatic e Sema.

5.1 ANÁLISE DO RETORNO E VIABILIDADE DE USO

5.1.1 LÂMPADA LED

Para se realizar o orçamento e verificar o tempo de retorno e a viabilidade de uso, usaremos como modelo a Lâmpada LED Golden Bulbo 10W Amarela Bivolt (Figura 13), por ser um modelo Bulbo, do qual é o mais utilizado em residências, além de ter um valor razoavelmente baixo.



Figura 13: Lâmpada LED Golden Bulbo 10W Amarela Bivolt.

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

Para se realizar o orçamento foram lavadas em considerações alguns detalhes, são eles:

- As empresas usadas para se fazer o levantamento de valores foram **Leroy Merlin** (Online), **Telhanorte** (Online) e **SEMA** (Caratinga - MG);
- Para o valor orçado nas lojas online, não foi levado em conta o frete do produto, somente o preço bruto;

- O orçamento foi realizado dia 21 de nov. de 2016, com os valores encontrados no dia.

Os valores de economia (%) utilizados na realização da tabela foram retirados do levantamento feito para a própria monografia, sendo encontrados no item Considerações Conceituais. Para o valor real de economia, os dados foram retirados do gráfico consumo de energia percentual por eletrodoméstico (Figura 14), encontrado no artigo de FURLANETTO & POSSAMAI (2001), e para seu cálculo foi utilizado a equação 5.3:

Considerações e dados diversos para a elaboração do cálculo:

- Considera-se o valor de uma conta de energia de R\$ 100,00;
- Influencia das lâmpadas no valor final da conta de energia 25% (FURLANETTO & POSSAMAI, 2001));
- Considerando o valor da conta estimado e a influencia da iluminação no valor final da conta, temos que:

$$25\% = R\$25,00 \quad (5.1)$$

- Economia gerada pelo uso das lâmpadas LED 85%, conforme equação 5.2 da qual foi considerado o consume médio das lâmpadas fluorescentes de 40w, e LED de 6w:

$$40w = 100\% \quad (5.2)$$

$$6w = X$$

$$X = 15\%$$

$$100\% - 15\% = 85\%$$

- Cálculo feito com regra de três;
- Valor encontrado, equivale à economia gerada por cada lâmpada, em relação às incandescentes.

$$100\% = R\$25,00 \quad (5.3)$$

$$85\% = X$$

$$X = R\$21,25$$

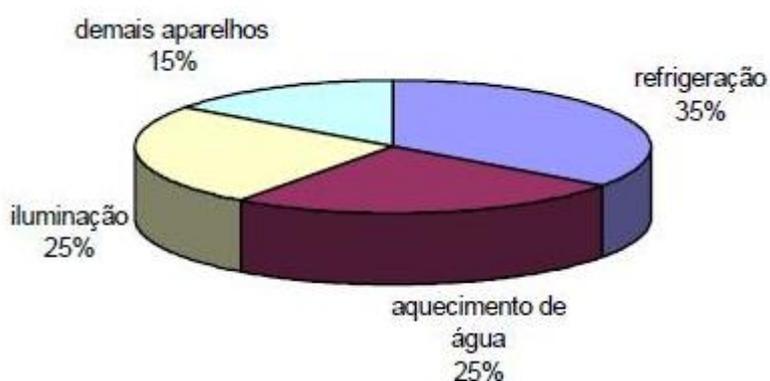


Figura 14: Consumo de energia percentual por eletrodoméstico.

Fonte: FURLANETTO & POSSAMAI (2001)

Com o valor de economia real encontrado para cada lâmpada faz-se uma estimativa do tempo de retorno do investimento, para efeito de cálculo, estima-se a quantia total de 10 lâmpadas a serem trocadas, com isso chegamos aos seguintes cálculos (Exemplo de cálculo para a compra na empresa Leroy Merlin (Online)):

$$R\$17,89 \times 10un = R\$178,90 \tag{5.4}$$

$$R\$178,90 \div R\$21,25 = 8,42 \approx 9 \tag{5.5}$$

- Resultado dado em meses

Tabela 2: Análise de retorno lâmpada LED

ITEM	LOJA	VALOR	% DE ECONOMIA	VALOR REAL ECONOMIZADO	TEMPO DE RETORNO
Lâmpada LED Golden Bulbo 10W Amarela Bi-volt	Leroy Merlin (Online)	R\$ 17,89	85%	R\$ 21,25	9 meses
Lâmpada LED Golden Bulbo 10W Amarela Bi-volt	Telha Norte (Online)	R\$ 19,90	85%	R\$ 21,25	10 meses
Lâmpada LED Golden Bulbo 10W Amarela Bi-volt	Sema (Caratinga)	R\$ 18,00	85%	R\$ 21,25	9 meses

Fonte: Acervo do autor.

Como podemos verificar nos resultados descritos acima, a troca das lâmpadas de uma residência para o modelo LED, se mostra um investimento viável, independente do tipo e porte

da obra, pois seu custo inicial não é elevado, a economia gerada com a substituição é considerável (se comparada com os modelos incandescentes, gera um alto valor econômico, já comparada com modelos fluorescentes, dentre outros, a rentabilidade se torna um pouco reduzida, mas ainda assim devido ao seu tempo de vida útil é um investimento considerável) e o prazo de retorno do investimento realizado é reduzido.

5.1.2 AQUECEDOR SOLAR

O aquecedor solar (Figura 15) utilizado para a realização do orçamento é da marca Enalter sendo vendido e montado pela empresa Casa Solar (Caratinga), mesmo tendo opções para compra do aquecedor pela internet, demos a preferencia de utilizar para a cotação os valores encontrados na Casa Solar (Caratinga), devido a confiabilidade na empresa e na montagem do produto, por ser de autoria da mesma. O orçamento foi realizado dia 23 de nov. de 2016, com os valores encontrados no dia.



Figura 15: Aquecedor solar de água.

Fonte: <http://enalter.tempsite.ws/>

Os valores de economia (%) utilizados na realização da tabela foram retirados do levantamento feito para a própria monografia, sendo encontrados no item Considerações Conceituais. Para o valor real de economia, os dados foram retirados do gráfico consumo de energia percentual por eletrodoméstico (Figura 16), encontrado no artigo de FURLANETTO & POSSAMAI (2001), e para seu cálculo foi utilizado a equação 5.7:

Considerações e dados diversos para a elaboração do cálculo:

- Considera-se o valor de uma conta de energia de R\$ 100,00;
- Influencia do aquecimento de água no valor final da conta de energia 25% FURLANETTO & POSSAMAI, 2001));

- Considerando o valor da conta estimado e a influencia do aquecimento de água no valor final da conta, temos que:

$$25\% = R\$25,00 \quad (5.6)$$

- Economia gerada pelo uso de aquecedor solar 80% (DOURANEWS, 2011);
- Cálculo feito com regra de três;
- Valor encontrado, equivale à economia gerada pelo uso de aquecedor solar de água, em relação ao sistema de aquecimento convencional elétrico.

$$100\% = R\$25,00 \quad (5.7)$$

$$80\% = X$$

$$X = R\$20,00$$

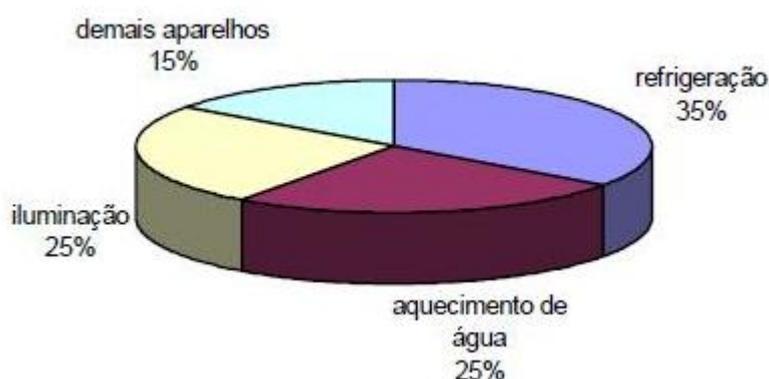


Figura 16: Consumo de energia percentual por eletrodoméstico.

Fonte: FURLANETTO & POSSAMAI (2001)

Com o valor de economia real encontrado, faz-se uma estimativa do tempo de retorno do investimento, para efeito de cálculo, estima-se a quantia total de um vaso sanitário a ser trocado, com isso chegamos aos seguintes cálculos (Exemplo de cálculo para a o aquecedor com Boiler de 400 litros e dois coletores):

$$R\$2100,00 \times 1un = R\$2100,00 \quad (5.8)$$

$$R\$2100,00 \div R\$20,00 \quad (5.9)$$

- Resultado dado em meses

Tabela 3: Análise de retorno uso de aquecedor solar

ITEM	LOJA	VALOR	% DE ECONOMIA	VALOR REAL ECONOMIZADO	TEMPO DE RETORNO
Aquecedor Solar Enalter 400 litros 2 coletores	Casa Solar (Caratinga)	R\$ 2100,00	80%	R\$ 20,00	105 meses

Fonte: Acervo do autor.

Como podemos verificar nos resultados descritos acima, a implementação do sistema de aquecimento solar de água, é uma alternativa com um tempo de retorno relativamente alto (cerca de 105 meses, aproximadamente 8 anos), porém sua implantação ainda se torna viável, devido a sua economia ao longo dos anos, sua quase extinta manutenção e tempo de vida útil. Ao ser incluído em um contexto de outros equipamentos sustentáveis, o valor gerado de economia se torna altamente significativo.

5.1.3 GERAÇÃO DE ENERGIA COM PLACAS FOTOVOLTAICAS

A implantação de placas fotovoltaicas para geração de energia (Figura 17), requer um orçamento especial para cada tipo de empreendimento, pois sua variação é desde o consumo de energia até os aparelhos utilizados na própria residência, portanto, devido à sua grande variação de valores o site PORTAL SOLAR disponibiliza em sua página um guia de preços médios para a implantação do sistema de geração de energia:

- Até 2 pessoas = Sistema de 1.5kWp custa de R\$ 15.000 a R\$ 20.000
- De 3 a 4 pessoas = Sistema de 2kWp custa de R\$ 19.000 a R\$ 24.000
- 4 pessoas = Sistema de 3kWp custa R\$ 25.000 a R\$ 32.000
- De 4 a 5 pessoas = Sistema de 4kWp custa de R\$ 32.000 a R\$ 40.000
- 5 pessoas = Sistema de 5kWp custa de R\$ 36.500 a R\$ 46.500
- Mais de 5 pessoas = Sistemas de até 10kWp custam de R\$ 70.000 a R\$ 85.000

Para se obter uma base mais sólida de valores, foram realizados mais alguns orçamentos, tendo como base um sistema médio de 2kWp, nas empresas Neosolar (Online), que vende um kit de geração de energia solar, contendo os itens necessários para a montagem e instalação, não incluso frete e mão de obra para instalação, e a empresa SolarGrid (Online), da qual já é incluso o frete, a mão de obra para montagem além de cuidar de todo o processo de homologação do sistema junto à concessionária, ambos orçamentos foram realizados no dia 22 de nov. 2016, com os valores fornecidos no dia.



Figura 17: Sistema de Energia Solar Fotovoltaica.
Fonte: BAIMA, 2005

Tabela 4: Análise de retorno da implementação do sistema de geração de energia solar com placas fotovoltaicas

ITEM	LOJA	VALOR
Kit de geração de energia solar com 8 módulos fotovoltaicos e potencia de 2,1kWp	SolarGrid (Online)	R\$ 25.465,26
Kit de geração de energia solar com 8 módulos fotovoltaicos e potencia de 2,08kWp	Neosolar (Online)	R\$ 15.339,00

Fonte: Acervo do autor.

Verificamos que há uma grande variação de valores entre os fornecedores pesquisados, sendo motivado principalmente pela inclusão da instalação e manutenção do sistema. Em vista da atual inexistência de mão de obra qualificada na região de Caratinga e a falta de apoio para com a manutenção e mesmo para com a homologação, que deve ser feita junto à concessionária, torna-se extremamente atraente o orçamento.

Conforme contato com representantes, uma conta de energia elétrica residencial no valor de R\$ 250,00, é totalmente reposta com a instalação de um sistema de geração de energia solar de 2,0kWp. Com isso para a se obter o tempo médio de retorno do uso da geração de energia solar temos a equação 5.10 (Utilizamos como base de cálculo o orçamento realizado na empresa SolarGrid):

$$R\$25.465,26/R\$250,00 \approx 102 \quad (5.10)$$

- Resultado dado em meses

Conforme resultados descritos acima, podemos analisar que a implantação do sistema de geração de energia solar com placas fotovoltaicas é um investimento com um custo inicial elevado, porém devido ao seu tempo de retorno (cerca de 8 anos ou 102 meses), se mostra viável para residências de médio a grande porte, em virtude de seu alto valor inicial

5.1.4 VASO SANITÁRIO ECONÔMICO EM ABS

Vaso Sanitário Econômico em ABS (Figura 18) é fabricado e vendido pela empresa Acquamatic do Brasil, apesar de possuir outros locais de venda online não foram encontrados pontos de venda na cidade de Caratinga, sendo o orçamento realizado apenas na loja da Acquamatic, devido a confiabilidade na empresa, necessário observar que não foram adicionados valores de frete do produto, somente valor bruto do mesmo. O orçamento foi realizado dia 21 de nov. de 2016, com os valores encontrados no dia.



Figura 18: Vaso Sanitário Econômico em ABS.

Fonte: ACQUAMATIC

Os valores de economia (%) utilizados na realização da tabela foram retirados do levantamento feito para a própria monografia, sendo encontrados no item Considerações Conceituais. Para o valor real de economia, os dados foram retirados do gráfico distribuição do consumo de água nas residências brasileiras (Figura 19), encontrado no artigo de LAGEMANN (2012), e para seu cálculo foi utilizado a equação 5.12:

Considerações e dados diversos para a elaboração do cálculo:

- Considera-se o valor de uma conta de água de R\$ 50,00;
- Influencia da bacia sanitária no valor final da conta de água 29% (LAGEMANN, 2012);
- Considerando o valor da conta estimado e a influencia do vaso sanitário no valor final da conta, temos que:

$$29\% \times R\$50,00 = R\$14,50 \quad (5.11)$$

- Economia gerada pelo vaso sanitário econômico em ABS 50% (DARAYA, 2013);

- Cálculo feito com regra de três;
- Valor encontrado, equivale à economia gerada por uma bacia sanitária, em relação aos convencionais.

$$100\% = R\$14,50 \tag{5.12}$$

$$50\% = X$$

$$X = R\$7,25$$

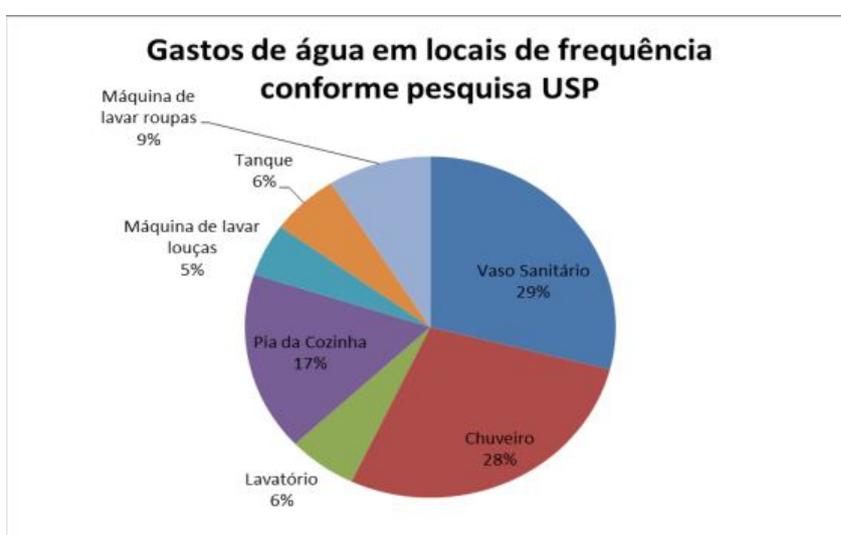


Figura 19: Gastos de água em locais de frequência conforme pesquisa USP.

Fonte: LAGEMANN, 2012

Com o valor de economia real encontrado, faz-se uma estimativa do tempo de retorno do investimento, para efeito de cálculo, estima-se a quantia total de um vaso sanitário a ser trocado, com isso chegamos aos seguintes cálculos (Exemplo de cálculo para a compra na empresa Acquamatic (Online)):

$$R\$498,00 \times 1un = R\$498,00 \tag{5.13}$$

$$R\$498,00 \div R\$7,25 \tag{5.14}$$

$$68,69 \approx 69$$

- Resultado dado em meses

Tabela 5: Análise de retorno vaso sanitário econômico em ABS

ITEM	LOJA	VALOR	% DE ECONOMIA	VALOR REAL ECONOMIZADO	TEMPO DE RETORNO
Vaso Sanitário Econômico em ABS	Acquamatic do Brasil (Online)	R\$ 498,00	50%	R\$ 7,25	69 meses

Fonte: Acervo do autor.

Como podemos verificar nos resultados descritos acima, a troca do vaso sanitário de uma residência para o modelo em ABS, se mostra um investimento com um custo inicial relativamente baixo, um tempo de retorno elevado (quanto maior for o gasto com água de uma residência menor o período de retorno), e uma economia razoável (50% do valor gasto com água em correlação com uma bacia sanitária comum). Tendo isso em vista, sua implementação se mostra viável, já que o valor investido é relativamente pequeno, e com a implementação de outros itens sustentáveis e economizadores de água, o conjunto gera uma economia expressiva.

5.1.5 TORNEIRAS EFICIENTES

Foram escolhidos dois modelos de torneiras eficientes, um para cada uso, sendo usada para cozinha a Torneira para Cozinha Mesa Bica Alta Cromada Fit Slim 1167 C31 Lorenzetti (Figura 20), que possui um arejador móvel e é constituída de metal e plástico, já para o banheiro será utilizada a Torneira Temporizada Mesa Bica Baixa Cromada Pressmatic Docol (Figura 21), que possui acionamento hidromecânico com leve pressão manual. Ambas são torneiras de alta qualidade e eficiência.



Figura 20: Torneira para Cozinha Mesa Bica Alta Cromada Fit Slim 1167 C31 Lorenzetti.

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



Figura 21: Torneira Temporizada Mesa Bica Baixa Cromada Pressmatic Docol.

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

Para se realizar o orçamento foram lavadas em considerações alguns detalhes, são eles:

- As empresas usadas para se fazer o levantamento de valores foram **Leroy Merlin** (Online), **Telhanorte** (Online) e **SEMA** (Caratinga - MG);
- Para o valor orçado nas lojas online, não foi levado em conta o frete do produto, somente o preço bruto;
- O orçamento foi realizado dia 21 de nov. de 2016, com os valores encontrados no dia.

Os valores de economia (%) utilizados na realização da tabela foram retirados do levantamento feito para a própria monografia, sendo encontrados no item Considerações Conceituais. Para o valor real de economia, os dados foram retirados do gráfico distribuição do consumo de água nas residências brasileiras (Figura 22), encontrado no artigo de LAGEMANN (2012), e para seu cálculo foi utilizado as equações 5.17 e 5.18:

Considerações e dados diversos para a elaboração do cálculo:

- Considera-se o valor de uma conta de água de R\$ 50,00;
- Influencia do uso de água na pia da cozinha na conta de água 17% (LAGEMANN, 2012);
- Influencia do uso de água nos lavatórios na conta de água 6% (LAGEMANN, 2012);
- Considerando o valor da conta estimado e a influencia do uso de água na pia da cozinha no valor final da conta, temos que:

$$17\% \times R\$50,00 = R\$8,50 \quad (5.15)$$

- Considerando o valor da conta estimado e a influencia do uso de água no lavatório no valor final da conta, temos que:

$$6\% \times R\$50,00 = R\$3,00 \quad (5.16)$$

- Economia gerada pelo uso de torneira com arejador na cozinha 60% (CONDOMÍNIO SUSTENTÁVEL);
- Economia gerada pelo uso de torneira com temporizador e arejador nos lavatórios, em torno de 70% (MARINS E MOURA, 2015);
- Cálculo feito com regra de três;
- Os valores encontrados, equivalem à economia gerada pela troca de uma torneira de cozinha e uma de lavatório, em relação aos convencionais.

Torneira para pia de cozinha:

$$100\% = R\$8,50 \quad (5.17)$$

$$60\% = X$$

$$X = R\$5,10$$

Torneira para lavatório:

$$100\% = R\$3,00 \quad (5.18)$$

$$70\% = X$$

$$X = R\$2,10$$

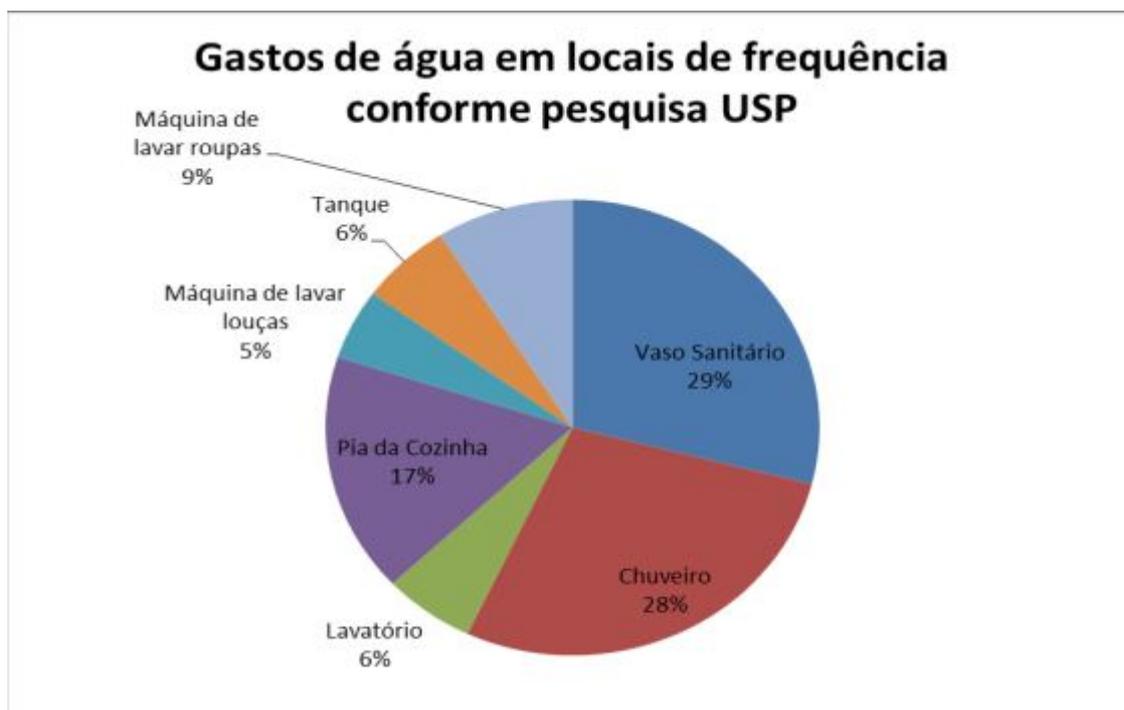


Figura 22: Gastos de água em locais de frequência conforme pesquisa USP.

Fonte: LAGEMANN, 2012

Com o valor de economia real encontrado, faz-se uma estimativa do tempo de retorno do investimento, para efeito de cálculo, estima-se a quantia total de duas torneiras a serem trocadas, sendo elas, uma para pia de cozinha e uma para lavatório, com isso chegamos aos seguintes cálculos (Exemplo de cálculo para a compra na empresa Leroy Merlin (Online)):

Torneira para pia de cozinha:

$$R\$128,90 \times 1un = R\$128,90 \quad (5.19)$$

$$R\$128,90 \div R\$5,10 \quad (5.20)$$

$$25,27 \approx 26$$

- Resultado dado em meses

Torneira para lavatório:

$$R\$99,90 \times 1un = R\$99,90 \quad (5.21)$$

$$R\$99,90 \div R\$2,10 \quad (5.22)$$

$$47,57 \approx 48$$

- Resultado dado em meses

Tabela 6: Análise de retorno torneira para pia de cozinha

ITEM	LOJA	VALOR	% DE ECONOMIA	VALOR REAL ECONOMIZADO	TEMPO DE RETORNO
Torneira Bica Alta cromada Fit Slim 1167 C31 Lorenzetti	Leroy Merlin (Online)	R\$ 128,90	60%	R\$ 5,10	26 meses
Torneira Bica Alta cromada Fit Slim 1167 C31 Lorenzetti	Telha Norte (Online)	R\$ 109,90	60%	R\$ 5,10	22 meses
Torneira Bica Alta cromada Fit Slim 1167 C31 Lorenzetti	Casa Auxiliadora (Caratinga)	R\$ 129,00	60%	R\$ 5,10	26 meses

Fonte: Acervo do autor.

Tabela 7: Análise de retorno torneira temporizada para lavatório

ITEM	LOJA	VALOR	% DE ECONOMIA	VALOR REAL ECONOMIZADO	TEMPO DE RETORNO
Torneira Temporizada mesa Bica Baixa cromada Pressmatic Docol	Leroy Merlin (Online)	R\$ 99,90	70%	R\$ 2,10	48 meses
Torneira Temporizada mesa Bica Baixa cromada Pressmatic Docol	Telha Norte (Online)	R\$ 124,90	70%	R\$ 2,10	59 meses
Torneira Temporizada mesa Bica Baixa cromada Pressmatic Docol	Água e Luz (Caratinga)	R\$ 206,00	70%	R\$ 2,10	99 meses

Fonte: Acervo do autor.

Como podemos verificar nos resultados descritos acima, a troca das torneiras de uma residência para o modelos econômicos, se mostra um investimento com um custo inicial relativamente baixo, um tempo de retorno elevado (quanto maior for o gasto com água de uma residência menor o período de retorno), e uma economia razoável (cerca de 60% do valor gasto com água em correlação com uma torneira comum). Tendo isso em vista, sua implementação se mostra viável, já que o valor investido é relativamente pequeno (Relativamente viável se observados valores encontrados em lojas online, lojas físicas na cidade de Caratinga não apresentam valores que gerem um retorno viável) e com a implementação de outros itens sustentáveis e economizadores de água, o conjunto gera uma economia expressiva.

5.1.6 CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA

Para se realizar o orçamento e verificar o tempo de retorno e a viabilidade de uso, usaremos como modelo a Cisterna Vertical Modular com filtro e clorador Tecnotri (Figura 23), da qual não requer uma mão de obra especializada para sua instalação, por ser um modelo compacto, de fácil instalação e manutenção, e ter uma estética favorável a ser implantada em áreas livres. A cotação foi realizada online, pois não foram encontrados pontos de venda na cidade de Caratinga, sendo o orçamento realizado nas lojas **Ponto Frio** e **Plantei**, necessário observar que não foram adicionados valores de frete do produto, somente valor bruto do mesmo. O orçamento foi realizado dia 21 de nov. de 2016, com os valores encontrados no dia.



Figura 23: Cisterna Vertical Modular.

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

Os valores de economia (%) utilizados na realização da tabela foram retirados do levantamento feito para a própria monografia, sendo encontrados no item Considerações Conceituais. Para o valor real de economia, os dados foram retirados do gráfico distribuição do consumo de água nas residências brasileiras (Figura 24), encontrado no artigo de LAGEMANN (2012), e para seu cálculo foi utilizado a equação 5.24:

Considerações e dados diversos para a elaboração do cálculo:

- Considera-se o valor de uma conta de água de R\$ 50,00;
- Influencia do uso de tanques no valor final da conta de água 6% (LAGEMANN, 2012);
- Influencia do uso de máquinas de lavar roupas no valor final da conta de água 9% (LAGEMANN, 2012);
- Influencia do uso de vaso sanitário no valor final da conta de água 29% (LAGEMANN, 2012);
- Considerando o valor da conta estimado e a influencia do uso da água em tanques, máquinas de lavar roupas e vaso sanitário no valor final da conta, temos que:

$$(6\% + 9\% + 29\%) \times R\$50,00 = R\$22,00 \quad (5.23)$$

- Economia gerada pelo uso de água de chuva até 60% (LUGAR CERTO, 2015);

- Cálculo feito com regra de três;
- Valor encontrado, equivale à economia gerada pelo uso da água da chuva em tanques, em relação aos convencionais.

$$100\% = R\$22,00 \quad (5.24)$$

$$60\% = X$$

$$X = R\$13,20$$

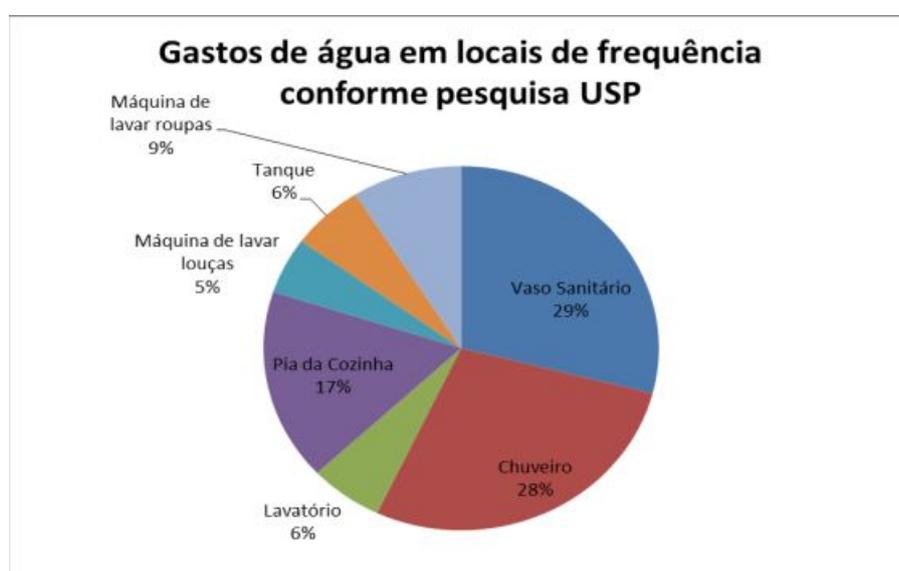


Figura 24: Gastos de água em locais de frequência conforme pesquisa USP.

Fonte: LAGEMANN, 2012

Com o valor de economia real encontrado, faz-se uma estimativa do tempo de retorno do investimento, para efeito de cálculo, estima-se a quantia total de um vaso sanitário a ser trocado, com isso chegamos aos seguintes cálculos (Exemplo de cálculo para a cisterna de 600 litros orçada na empresa Plantei (Online)):

$$R\$1.350,00 \times 1un = R\$1.350,00 \quad (5.25)$$

$$R\$1.350,00 \div R\$13,20 \quad (5.26)$$

102

- Resultado dado em meses

Tabela 8: Análise de retorno da implementação de captação de água de chuva

ITEM	LOJA	VALOR	% DE ECONOMIA	VALOR REAL ECONOMIZADO	TEMPO DE RETORNO
Cisterna vertical modular 600 litros com filtro e clorador - Tecnotri	Plantei (Online)	R\$ 1.350,00	60%	R\$ 13,20	102 meses
Cisterna vertical modular 600 litros com filtro e clorador - Tecnotri	Ponto Frio (Online)	R\$ 1.355,40	60%	R\$ 13,20	102 meses

Fonte: Acervo do autor.

Como podemos verificar nos resultados mostrados acima, a implementação do sistema de captação de água de chuva para residências, se mostra viável, devido principalmente à escassez dos recursos hídricos, além principalmente da economia gerada, auxílio ao meio ambiente e ao meio de uma forma geral, pois com a captação, evita-se que a mesma água vá parar no sistema público, em vários casos causando problemas de inundação. Seu tempo de retorno aproximado é de 102 meses, cerca de oito anos e meio, porém dependendo do uso o tempo chega a ser mais reduzido.

5.1.7 TELHADO VERDE

Como foi verificado em revisões bibliográficas indicadas nas considerações conceituais, a variação de custos dos sistemas de telhado verde (Figura 25) é muito grande, em função dos diferentes tipos de sistemas que podem ser adotados, MINKE (2005). Contudo, apesar de não conseguirmos orçar de forma precisa o custo da implantação do telhado verde, HEWAGE (2011) indica que quando a obra já é planejada para o mesmo, seu custo fica próximo ao telhado convencional. Esse custo elevado se dá em maior parte sobre a sobrecarga gerada na estrutura.



Figura 25: Telhado verde.

Fonte: <https://arquiteturaesustentabilidade.wordpress.com/>

Importante ressaltar também que através de nossos estudos não foram encontrados valores quantitativos referentes à economia gerada no uso do telhado verde em residências, porém, encontramos diversos itens benéficos tanto para com o meio ambiente quanto para o usuário da edificação, como a redução de ilhas de calor, redução da variação da temperatura entre dia e noite, proteção das edificações dos raios solares, aumentar a qualidade da água filtrada e melhorar o desempenho acústico da edificação.

Contudo, podemos concluir que o uso do telhado verde em residências, se mostra uma alternativa altamente viável, porém apenas para residências de padrão alto, pois se trata de uma implementação altamente sustentável, que possui diversos benefícios, com difícil mão de obra, e um tempo de retorno indeterminado para com o investimento.

5.1.8 TELHADO BRANCO

Para se realizar o orçamento do telhado branco, utilizaremos como base a tinta própria para este fim, a Suvinil Telhas, Pedras e Tijolos, Resina Acrílica Exterior e Interior Branca (Figura 26), com rendimento médio de $225 m^2$ por demão, em análise no mercado, ela se mostrou uma das melhores escolhas visando durabilidade e qualidade da aplicação, para a realização deste trabalho não foi levado em conta o valor de mão de obra para a pintura das telhas, somente o valor da tinta.



Figura 26: Suvinil Telhas, Pedras e Tijolos, Resina Acrílica Exterior e Interior.

Fonte: <https://www.suvinil.com.br/>

Para se realizar o orçamento foram lavadas em considerações alguns detalhes, são eles:

- As empresas usadas para se fazer o levantamento de valores foram **Telhanorte** (Online) e **Casa Auxiliadora** (Caratinga - MG);
- Para o valor orçado nas lojas online, não foi levado em conta o frete do produto, somente o preço bruto;
- O orçamento foi realizado dia 21 de nov. de 2016, com os valores encontrados no dia.

Os valores de economia (%) utilizados na realização da tabela foram retirados do levantamento feito para a própria monografia, sendo encontrados no item Considerações Conceituais. Para o valor real de economia, os dados foram retirados do gráfico consumo de energia percentual por eletrodoméstico (Figura 27), encontrado no artigo de FURLANETTO & POSSAMAI (2001), e para seu cálculo foi utilizado a equação 5.28:

Considerações e dados diversos para a elaboração do cálculo:

- Considera-se o valor de uma conta de energia de R\$ 100,00;
- Influência da refrigeração no valor final da conta de energia 35% (FURLANETTO & POSSAMAI, 2001));
- Considerando o valor da conta estimado e a influência da refrigeração no valor final da conta, temos que:

$$35\% = R\$35,00 \quad (5.27)$$

- Economia gerada pelo uso do telhado branco, até 30% (NUNES, 2015);
- Cálculo feito com regra de três;
- Valor encontrado equivale a economia gerada sobre o sistema de refrigeração (ar condicionado e/ou ventiladores), pelo uso do telhado branco.

$$100\% = R\$35,00 \quad (5.28)$$

$$30\% = X$$

$$X = R\$10,50$$

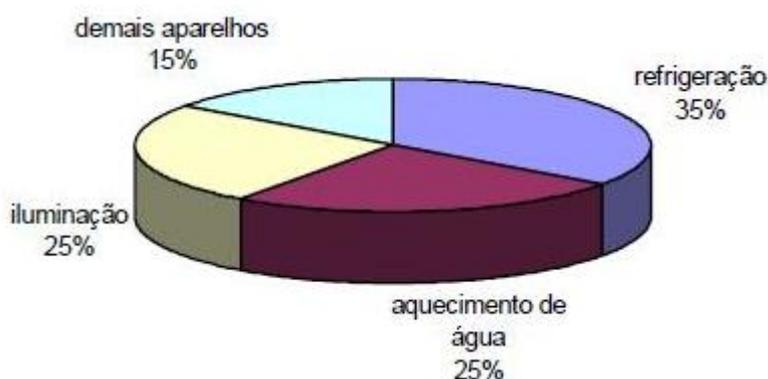


Figura 27: Consumo de energia percentual por eletrodoméstico.

Fonte: FURLANETTO & POSSAMAI (2001)

Com o valor de economia real encontrado, faz-se uma estimativa do tempo de retorno do investimento, para efeito de cálculo, estima-se a quantia total de um vaso sanitário a ser trocado, com isso chegamos aos seguintes cálculos (Exemplo de cálculo para a aquisição da tinta na empresa Casa auxiliadora (Caratinga)):

$$R\$325,00 \times 1un = R\$325,00 \quad (5.29)$$

$$R\$325,00 \div R\$10,50 \quad (5.30)$$

$$30,9 \approx 31$$

- Resultado dado em meses

Tabela 9: Análise de retorno da implementação do telhado branco

ITEM	LOJA	VALOR	% DE ECONOMIA	VALOR REAL ECONOMIZADO	TEMPO DE RETORNO
Suvinil Telhas, Pedras e Tijolos, Resina Acrílica Exterior e Interior Branca	Telhanorte (Online)	R\$ 349,90	30%	R\$ 10,50	33 meses
Suvinil Telhas, Pedras e Tijolos, Resina Acrílica Exterior e Interior Branca	Casa Auxiliadora (Caratinga)	R\$ 325,00	30%	R\$ 10,50	31 meses

Fonte: Acervo do autor.

Como podemos verificar nos resultados descritos acima, a implementação do uso de telhados brancos em residências, se mostra altamente viável e com um tempo de retorno razoavelmente pequeno, principalmente visando o conforto térmico e a economia de energia para com a refrigeração gerada.

6 CONCLUSÃO

Por meio dos resultados obtidos foi possível observar que, implementações sustentáveis em obras de construção civil são extremamente viáveis, possuem um custo inicial elevado, porém proporcionam ao investidor um retorno em curto ou médio prazo. Geram uma economia significativa e um conforto maior ao usuário da edificação. Além de se obter uma economia financeira, a inclusão de itens sustentáveis, auxiliam a redução dos impactos ambientais sobre o gasto de água potável, construção e uso de hidrelétricas, além da diminuição dos impactos causados pela indústria da construção civil.

Existe uma infinidade de materiais, técnicas e implementações sustentáveis no cenário atual do mercado, a escolha adequada dos itens a serem utilizados em cada tipo de obra, é de extrema importância, pois uma escolha inadequada ou ineficiente, pode gerar transtornos ao investidor, devido principalmente, a sua incapacidade de suprir a necessidade do empreendimento, seja por não gerar a economia prevista ou mesmo não conseguir atender à demanda.

Entretanto, técnicas sustentáveis ainda possuem uma certa resistência pelos consumidores, que devido a um desconhecimento das vantagens geradas ou até a disponibilidade de materiais, optam por não investir em itens de sustentabilidade. Sugere-se então o incentivo para o uso de técnicas sustentáveis na construção civil. O que resultaria em uma melhor preservação para com o meio ambiente, uma qualidade de vida melhor, além de em menores preços dos materiais, devido ao aumento da procura.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**. In: GOLDEMBERG, J. (coordenador), *Série Sustentabilidade*, 1ª reimpressão, São Paulo, 2012.
- ALMEIDA, Rúben Filipe Rocha Teixeira de. **Estratégias de Comercialização de Potência como Medida de Eficiência Energética**. ISEP, 2015. Disponível em <<http://hdl.handle.net/10400.22/8048>>. Acesso em 05 de nov. 2016.
- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <www.aneel.gov.br>. Acesso em 08 de nov. 2016.
- BACCI, D.L.C; LANDIM, P.M.B; ESTON, S.M. **Aspectos e impactos ambientais de pedreira em área urbana**. São Paulo, p. 47-54, jan/mar. 2006.
- BAPTISTA, Thuanne Figueiredo. **Impacto no Sistema de Energia pela Troca das Lâmpadas Tradicionais por Lâmpadas LED**. UFRJ, Rio de Janeiro, 2016.
- BARBOSA, Luís Fernando. M. **Geração de energia renovável em residências: aplicação de tecnologias existentes**. Guaratinguetá, 2012.
- BLUMENSCHHEIN, R. N., **A sustentabilidade na cadeia produtiva na indústria da construção**. Tese de Doutorado. CDS, UnB, Brasília, 2004.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 348, 16 de agosto de 2004. Altera a Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Brasília-DF.
- CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Guia de Sustentabilidade na Construção**. Belo Horizonte: FIEMG, 2008. 60p.
- CANTOR, Steven L. **Green Roofs in Sustainable Landscape Design**. W.W. Norton E Company, New York – London, 2008.
- CARDOSO, A. S. et al. **Metodologia para classificação de aspectos e riscos ambientais conforme NBR ISO 14001**. Santa Catarina, Nov. 2004.
- CBCS. **Materiais, componentes e a construção sustentável**. São Paulo, Agosto, 2009.
- CHUNG, S. S; LO, C. W. H. **Evaluating sustainability in waste management: the case of construction and demolition, chemical and clinical waste in hong Kong**. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 37 (2), p. 119-145, 2003.
- CIB. **Agenda 21 for sustainable construction in developing countries: A discussion document**. South Africa, 2002. 82p.

COHIM, Eduardo; GARCIA, Ana; KIPERSTOK, Asher. **Captação e aproveitamento de água de chuva**. Salvador, 2008.

CONDOMÍNIO SUSTENTÁVEL. **Água - Torneiras com Arejador**. Disponível em <<http://condominiosustentavel.org/boas-praticas/13-agua/50-agua-torneiras-com-arejador>>. Acesso em 05 de nov. 2016.

D'ELIA, Renata. **Telhado Verde. Coberturas verdes projetadas no Brasil oferecem sistemas diferenciados para proporcionar conforto térmico colaborando com o meio ambiente**. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenhariacivil/148/artigo144157-3.asp>> Acesso em 19 de nov. 2016.

DARAYA, Vanessa. **Vaso sanitário brasileiro economiza 50% de água**. Disponível em <<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/casa/vaso-sanitario-brasileiro-economiza-50-agua-737967.shtml>>. Acesso em 19 de out. 2016.

DOURANEWS. **Uso de aquecedor solar gera economia na conta de luz**. Disponível em <<http://douranews.com.br/economia/item/15201-uso-de-aquecedor-solar-gera-economia-na-conta-de-luz-de-at%C3%A9-30>>. Acesso em 20 de nov. 2016.

DYLLICK, Thomas B. et al. **Guia da Série de Normas ISO 14001: Sistemas de Gestão Ambiental**. Blumenau: Edifurb, 2000.

ECYCLE. **Captação de água de chuva: conheça as vantagens e cuidados necessários para o uso da cisterna**. Disponível em <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/43-drops-agua/3301-o-que-e-cisterna-tecnologia-projeto-sistema-solucao-alternativa-aproveitamento-reaproveitamento-reuso-captacao-coleta-agua-chuva-pluviais-reservatorio-armazenamento-deposito-caixa-de-agua-casa-condominio-consumo-humano-como-onde-encontrar-comprar.html>>. Acesso em 15 de nov. 2016.

ECYCLE. **Conheça tudo sobre construção sustentável**. Disponível em <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/42-eco-design/2062-conheca-tudo-sobre-construcao-sustentavel.html>>. Acesso em 15 de nov. 2016.

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 27 de out. 2016.

FURLANETTO, Cesar; POSSAMAI, Osmar. **O uso da energia elétrica no ambiente residencial**. Florianópolis, SC, 2001.

HEWAGE, Kasun; BIANCHINI, Fabricio. **How “green” are the green roofs? Lifecycle analysis of green roof materials**. Building and Environment, Canadá, V 48 Pg 57 a 65. Ago, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/03601323>> Acesso em 19 de

nov. 2016.

HOMETEKA. **Vaso sanitário economiza até 70% de água.** Disponível em <<https://www.hometeka.com.br/f5/vaso-sanitario-economiza-ate-70-de-agua/>>. Acesso em 02 de nov. de 2016.

IBGE. **Pesquisa anual da indústria da construção 2003.** Rio de Janeiro, 2004a. v.13.

IBGE. **Sistema de Constas Nacionais Brasil, 2003.** Rio de Janeiro, 2004b.

INMETRO. **Lâmpada LED.** Disponível em <<http://www.kianbrasil.com.br/images/downloads/lampada-led-inmetro.pdf>>. Acesso em 15 de nov. 2016.

JATOBÁ, Adriano. **Vantagens da lâmpadas de LED.** Universo Jatobá. Disponível em <<http://www.universojatoba.com.br/sustentabilidade/consumo-consciente/vantagens-das-lampadas-de-led>>. Acesso em 29 de out. 2016.

KÖHLER, M.; SCHMIDT, M.; GRIMME, F. W.; LAAR, M.; ASSUNÇÃO PAIVA, V. L.; TAVARES, S. **Green roofs in temperate climates and in the hot-humid tropics.** In: International Conference on Passive and Low Energy Architecture, PLEA, 18., 7-9 de nov. de 2001, Florianópolis. Proceedings. 2001.

KUSTER, E. M. P. **Baudelaire e a construção do novo olhar sobre o espaço urbano.** Territórios e Fronteiras, v. 07, p. 277-286, 2007.

LANGUELL, J. L. **Development of a prototype assessment tool to evaluate the potencial to successfully implement deconstruction as a regional waste reduction strategy.** Ph. D. thesis. Department of Coastal Engineering, University of Florida, 232f. 2001.

LUGAR CERTO. **Captação de água das chuvas gera até 60% de economia.** Uai. fevereiro-2015. Disponível em <<http://estadodeminas.lugarcerto.com.br/app/noticia/noticias/2015/02/20/interna-noticias,48612/captacao-de-agua-das-chuvas-gera-ate-60-de-economia.shtml>>. Acesso em 21 de nov. 2016.

MACHADO, María V. BRITTO, Celina, NEILA Javier. **El cálculo de la conductividad térmica equivalente en la cubierta ecológica.** Revista on-line de ANTAC, v.3, n.3, jul./set. 2003. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3495/1896>> Acesso em 20 de nov. 2016.

MARINS, Natália, MOURA, Daniel A. **Análise da utilização de equipamento economizador na promoção do uso racional de água em prédio público.** Porto Alegre, 2015.

MINKE, G. **Techos verdes - Planificación, ejecución, consejos prácticos.** Uruguay: Editora Fin de Siglo, 2005.

MORAIS, Caroline S. de, RORIZ, Maurício. **Comparação entre os desempenhos térmicos de cobertura ajardinada e laje comum em guaritas.** ENCAC –COTEDI. Curitiba. Nov. 2003.

MOTTA, Rodolfo Rafael B. **Técnicas de energia elétrica sustentável aplicadas em edificações.**

Guaratinguetá: UNESP. 2011.

MUCELIN E BELLINI, Carlos Alberto e Marta. **Lixo e Impactos Ambientais Perceptíveis no Ecossistema Urbano**. Artigo. Sociedade e Natureza, Uberlândia, 2008.

NUNES, Adriano. **Cinco Vantagens do telhado branco**. SustentArqui, Rio de Janeiro 2015. Disponível em <<http://sustentarqui.com.br/dicas/vantagens-do-telhado-branco/>>. Acesso em 29 de out. 2016.

PROSAB. **Uso Racional da Água em Edificações**. / Ricardo Franci Gonçalves (Coord.). Rio de Janeiro: ABES, 2006.

PENSAMENTO VERDE. **Empresa brasileira cria vaso sanitário que utiliza apenas 2 litros de água por descarga**. Disponível em <<http://www.pensamentoverde.com.br/produtos/empresa-brasileira-cria-vaso-sanitario-que-utiliza-2-litros-de-agua-por-descarga/>>. Acesso em 19 de out. 2016.

PEREIRA, Patrícia Isabel, **Construção sustentável: o desafio**. Porto, Portugal, 2009.

PERONA, Jean François. **Eficiência do uso da água nas edificações**. Belo Horizonte, 2011.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada dos resíduos da construção**. Escola Politécnica Universidade de São Paulo, São Paulo. 1999.

SARDÁ, M. C. **Diagnóstico do entulho gerado no município de Brumenal-SC: Potencialidade de uso de obras públicas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), UFSC, 129f. 2003.

SIMONETTI, Henrique. **Estudo de Impactos Ambientais Gerados pelas Rodovias: Sistematização do Processo de Elaboração do EIA/RIMA**. Dissertação (Graduação) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. 2010.

TEIXEIRA, Luciene T. **Definição de pequena e média empresa no setor da construção brasileira**. Belo Horizonte: Comissão de Economia e Estatística da Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2003. Disponível em <<http://www.cbicdados.com.br>>. Acesso em 01 de nov. 2016.

THOMAS, T. (2001). **Escolha de cisternas para captação de água de chuva no sertão**. In: Anais do 3º Simpósio Brasileiro de Captação de água de Chuva no Semi-árido. Campina Grande. Petrolina: ABCMAC.

APÊNDICE A - PLANILHA MODELO

A planilha (Figura 28) gerada a partir dos resultados obtidos com o estudo está disponível para download através do seguinte link:

<https://www.dropbox.com/sh/m04wsakqzkq423g/AAB-Su4IOJRK553loSXmQQfNa?dl=0>

APLICAÇÃO DE SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS EM OBRAS UNIFAMILIAR DE CONSTRUÇÃO CIVIL, CORRESPONDENTE COM O TIPO E O CAPITAL A SER INVESTIDO Voltar Menu

Descreva os atributos da obra

Área coberta	<input type="text"/>	m ²	LIMPAR
Tipo de cobertura	<input type="text"/>		
Área construída	<input type="text"/>	m ²	VER RESULTADO
Número de Ocupantes	<input type="text"/>		
Valor investido	<input type="text"/>		
Padrão da Obra	<input type="text"/>		

GOMES, Artur Rodrigues; SANTOS, Victor Maury dos

Figura 28: Página de inserção de dados, planilha modelo versão 1.0

Fonte: Acervo do autor.