

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

BRUNO VIEIRA DE LACERDA

**PROJETO DE CASA CONTÊINER UTILIZANDO CONCEITOS
AMBIENTALMENTE SUSTENTÁVEIS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2016

BRUNO VIEIRA DE LACERDA

**PROJETO DE CASA CONTÊINER UTILIZANDO CONCEITOS
AMBIENTALMENTE SUSTENTÁVEIS**

Projeto de pesquisa apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 (TCC 2), do curso de Engenharia Ambiental, do Departamento Acadêmico de Ambiental (DAAMB), do Câmpus Campo Mourão, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. José Hilton Bernardino de Araújo

CAMPO MOURÃO

2016



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Ambiental - DAAMB
Curso de Engenharia Ambiental



TERMO DE APROVAÇÃO

PROJETO DE CASA CONTÊINER UTILIZANDO CONCEITOS AMBIENTALMENTE SUSTENTÁVEIS

por

BRUNO VIEIRA DE LACERDA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 02 de dezembro de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Prof. Dr. José Hilton Bernardino de Araújo

Prof. Dr^a. Flávia Vieira da Silva Medeiros

Prof. Dr. Adalberto Luiz Rodrigues de Oliveira

"O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental".

AGRADECIMENTOS

À Deus, por iluminar a minha vida e minhas escolhas, por sempre me proteger e me guiar.

Aos meu pais, que sempre me apoiaram e me incentivaram a crescer e amadurecer, sempre estiveram presentes durante minha formação e sem eles nada disso seria possível.

Aos meus amigos de turma, sempre foram bons companheiros de bar e melhores de aula, a melhor turma que eu poderia ter, uma amizade para vida toda.

Ao meu orientador, Professor Dr. José Hilton, que acreditou no meu potencial e sempre teve disponibilidade para me auxiliar, com boas ideias nas reuniões na universidade e também no italiano.

A minha companheira Paula que me pôs na linha durante o começo do curso, me cobrava e me lembrava dos trabalhos e provas, sempre me ajudou a estudar e sempre esteve ao meu lado, sendo estudando em um sábado à noite ou saindo, por todo o amor, carinho e dedicação. Se hoje estou formando no período certo, com certeza é devido a ela.

Ao Evandro que me recebeu em sua casa, e me ensinou como morar longe da família, a cozinhar e limpar a casa, sempre foi um grande companheiro.

Ao Samuel que foi um irmão para mim, sempre companheiro de estudos e de festas, que no fim morou comigo e nunca ganhou de mim no fifa.

À toda a Vila do Chaves que sempre estiveram presentes nos finais de tarde tomando um tereré, são uma grande família que levarei comigo para a vida toda.

Ao meu tio Beto que me incentivou e ajudou no meu intercâmbio, sempre me dando dicas sobre meu crescimento curricular.

A arquiteta Mariana Gomes pela ajuda com a parte arquitetônica da casa e pela amizade dela e do seu marido Victor Rondi.

À Coordenação de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Câmpus Campo Mourão, pela dedicação e empenho para que este curso cresça cada vez mais.

À banca pela disponibilidade e pela atenção dada a este trabalho.

RESUMO

LACERDA, B. V. **Projeto de casa contêiner utilizando conceitos ambientalmente sustentáveis**, 2016. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

O crescimento desenfreado dos campos industriais e da construção civil vem causando impactos ambientais severos, que podem ser reduzidos e remediados se realizado visando à conscientização ambiental. A construção civil tem impacto direto nos recursos naturais, portanto é um ponto a ser estudado para melhoria do bem-estar global. Os contêineres apresentam potencial para serem utilizados na construção civil, impedindo que, de utilizados para transporte marítimo e terrestre, não sejam apenas descartados. Sendo assim, esta pesquisa teve por objetivo propor técnicas e tecnologias para a aplicação de uma casa contêiner na cidade de Campo Mourão – PR, que seja ambientalmente sustentável. Com este intuito, foi realizado primeiramente uma revisão bibliográfica sobre conceitos e tecnologias que podem ser inseridas em uma casa sustentável e, a partir disso, foi realizado um orçamento em diversas empresas para avaliação do custo final do projeto. A instalação de um contêiner é realizada de forma rápida e prática, possuindo um conforto térmico e acústico devido ao isolamento feito previamente. Vinculando-se a outras tecnologias, é possível reduzir o gasto de água e energia, como a instalação de placas fotovoltaicas para a autonomia energética da casa, juntamente com o estudo de posicionamento da casa para melhor circulação de ar e incidência de luz solar, a reutilização da água da chuva para lavagem de carros, pisos, roupas e jardim, e equipamentos que podem reduzir o consumo energético e de água da residência. É de suma importância a conscientização ambiental dos moradores para que possam entender o funcionamento da casa e saber como poupar sem abrir mão do conforto. Segundo levantamentos de custos de todas as tecnologias empregadas, pode-se observar que o gasto ainda é alto para implantar todas as tecnologias já que ainda não se tem muitos investimentos nessa área no país, porém com um pouco a mais, pode-se ter conforto unido com a melhoria do meio ambiente no planeta Terra.

Palavras-chaves: Casa Contêiner, Placa Fotovoltaica, Reaproveitamento da Água, Ambientalmente Sustentável.

ABSTRACT

LACERDA, B. V. **Container house project using environmentally sustainable concepts**, 2016. 47 f. Course completion work. Bachelor in Environmental Engineering. Federal Technological University of Paraná. Campo Mourão, 2016

The rampant growth of industrial fields and construction is causing severe environmental impacts, which can be reduced and remediated if carried out to the environmental awareness. Civil construction has a direct impact on natural resources, so it is a point to be studied to improve global well-being. The containers have potential to be used in construction, preventing of used for sea and land transport, are not just discarded. Therefore, this research aimed to propose techniques and technologies for the application of a container house in the city of Campo Mourão - PR, which is environmentally sustainable. For this purpose, it was first conducted a literature review of concepts and technologies that can be inserted into a sustainable home, and from that, there was a budget for several companies to assess the final cost of the project. The installation of a container is performed quickly and practically, having a thermal and acoustic comfort due to the previously made insulation. Linking to other technologies, it is possible to reduce water and energy expenditure, such as the installation of photovoltaic panels for the energy autonomy of the house, together with the study of house positioning for better air circulation and sunlight incidence, the Reuse of rainwater to wash cars, floors, clothes and garden, and equipment that can reduce the energy and water consumption of the residence. It is extremely important the environmental awareness of the residents so they can understand the operation of the house and know how to save without giving up comfort. According to cost surveys of all the technologies employed, it can be observed that the spending is still high to implement all the technologies since there are still not many investments in this area in the country, but with a little more, one can have comfort Together with the improvement of the environment on planet Earth

Key-words: House Container, Photovoltaic Plate, Water Reuse, Environmentally Sustainable.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização do terreno para construção da casa contêiner	17
Figura 2 - Exemplo da execução de um radier	18
Figura 3 - Recebimento e encaixe de estruturas de contêiner realizado com auxílio de um guindaste	19
Figura 4 - Planta baixa do térreo do projeto de casa contêiner realizado neste projeto.....	20
Figura 5 - Planta baixa do primeiro andar do projeto de casa contêiner realizado neste projeto.....	21
Figura 6 - Esquematização do piso inferior do projeto de casa contêiner realizado nesta pesquisa.....	22
Figura 7 - Esquematização do piso superior do projeto de casa contêiner realizado nesta pesquisa.....	22
Figura 8 - Esquematização da lateral esquerda do fundo do projeto de casa contêiner realizado nesta pesquisa, com visualização da cisterna de água	23
Figura 9 - Esquematização da lateral esquerda frontal do projeto de casa contêiner realizado nesta pesquisa, com visualização da localização das placas fotovoltaicas.	23
Figura 10 - Esquematização da lateral direita do fundo do projeto de casa contêiner realizado nesta pesquisa.	24
Figura 11 - Esquematização da lateral direita frontal do projeto de casa contêiner realizado nesta pesquisa, com visualização da posição das placas fotovoltaicas..	24
Figura 12 - Esquematização da frente do projeto de casa contêiner realizado nesta pesquisa.....	25
Figura 13 - Esquematização do fundo do projeto de casa contêiner realizado nesta pesquisa.....	25
Figura 14 - Exemplo de instalação de uma placa fotovoltaica em contêiner	26
Figura 15 - Casa contêiner com sistema de aquecimento solar	27
Figura 16 - Esquema de funcionamento de um sistema fotovoltaico	28
Figura 17 - Posição do Sol em relação as diferentes estações do ano	29
Figura 18 - Estimativa de produção do sistema	30
Figura 19 - Esquema da captação da água da chuva para reaproveitamento	31
Figura 20 - Filtro auto-limpante para água de chuva	32
Figura 21 - Tecnologia básica de uma minicisterna	33
Figura 22 - Porcentagem de consumo de água de acordo com sua distribuição em uma residência tradicional	35
Figura 23 - Quantidade de água gasto em relação ao funcionamento de uma torneira.....	36
Figura 24 - Exemplo de selo Procel.....	37
Figura 25 - Exemplificação do modo <i>stand by</i> em um equipamento	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Equipamentos necessários para a estrutura fotovoltaica.....	29
Tabela 2 - Estimativa de gasto anual do sistema fotovoltaico.	30
Tabela 3 - Cotação dos equipamentos e acessórios utilizados para construção de uma casa contêiner ambientalmente sustentável em dólar (US\$).	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO GERAL.....	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
3.1 CONTÊINER.....	12
3.2 RESIDÊNCIA AMBIENTALMENTE SUSTENTÁVEL.....	13
3.2.1 Dimensionamento e arranjos espaciais da arquitetura da edificação	13
3.2.2 Equipamentos vinculados à eficiência energética.....	14
3.2.3 Telhado verde	14
3.2.4 Avaliação do sistema hidráulico	14
3.2.5 Avaliação do sistema elétrico	15
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	17
5.1 CONTÊINER.....	17
5.2 PLACAS FOTOVOLTAICAS	26
5.3 ARMAZENAMENTO ÁGUA DA CHUVA	31
5.4 TELHADO VERDE	34
5.5 TECNOLOGIAS PARA ECONOMIA DE ÁGUA E LUZ.....	34
5.5.1 Redutor de vazão	35
5.5.2 Caixa sanitária acoplada	36
5.5.3 Máquina de lavar	36
5.5.4 Economia de energia (Consciência ambiental)	37
5.5.5 Chuveiro Elétrico	38
5.5.5 Geladeira	38
5.5.6 Lâmpadas	38
5.5.7 Ferro Elétrico.....	39
5.5.8 <i>Stand by</i>	39
5.6 COTAÇÃO DE VALORES.....	40
6 CONCLUSÕES.....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, diversas pesquisas têm sido realizadas devido ao futuro duvidoso do planeta Terra, pensando na natureza e na preocupação ambiental como um importante assunto ao redor do mundo. O desenvolvimento desenfreado nos campos: industriais, transporte, comunicação, construção causaram mudanças ambientais radicais e, conseqüentemente, vem afetando os componentes atmosféricos e a cobertura vegetal, que podem causar depreciação de recursos naturais. Devido a isso, a arquitetura na construção civil, vem sendo avaliada como um dos fatores que influenciam diretamente na crise ambiental visto a quantidade de resíduos e emissões que produzem (AL-ZUBAIDI, 2007).

A construção sustentável tem sido foco de muitos estudos devido à preocupação global atual em relação ao meio ambiente, visto o contínuo crescimento de tecnologias, é de suma importância a tomada de consciência da escassez dos combustíveis fósseis e o aumento do seu custo, portanto deve-se atentar a utilização de sistemas alternativos para obtenção de energia, explorando fontes renováveis disponíveis e técnicas construtivas (PEREIRA, 2009).

O conceito de construção sustentável defende um desenvolvimento econômico, ambiental e social para o atendimento às necessidades da geração atual, sem prejudicar as gerações futuras. O objetivo principal é a eficiência para a construção visando poupar os recursos naturais como água e energia, sendo utilizada de forma adequada, rentável e de curto prazo (PEREIRA, 2009).

Muitos contêineres são utilizados para outras finalidades que não de transporte de materiais. Os contêineres oferecem baixo custo, durabilidade, construção rápida, além disso, são portáteis e podem ser usados para diversas aplicações, incluindo uma casa pós-desastre, operações militares e uma casa convencional (GIRIUNAS, SEZEN, DUPAIX, 2012).

O uso de contêineres de carga é uma alternativa atualmente avaliada e empregada como opção de arquitetura sustentável. São estruturas que apresentam a possibilidade de serem recicláveis, porém a grande maioria permanece em depósitos portuários embora já tenha se encerrado o tempo de vida útil, e mesmo em perfeitas condições, são abandonados, pois o custo para enviá-los de volta ao local de origem é mais elevado que a compra de um novo. Por serem formados por

estruturas metálicas, o que oferece resistência e durabilidade a estes materiais, os contêineres vêm chamando grande atenção dos arquitetos (LEONE, CASTELNOU, 2014). O presente estudo tem por objetivo propor técnicas e tecnologias para a aplicação de uma casa contêiner ambientalmente sustentável incentivando a sua utilização no ramo da construção civil.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral é projetar uma casa contêiner com conceitos ambientalmente sustentáveis, utilizando placas fotovoltaicas, telhado verde, coleta de água pluvial, projeto paisagístico e sistemas que maximizem a economia de energia.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos esperam-se:

- Estudar as melhores condições de instalação da casa contêiner;
- Projetar o sistema de captação da água pluvial;
- Realizar o levantamento da quantidade e tipo de painéis fotovoltaicos que serão necessários para a autonomia elétrica da casa;
- Estudar as possíveis ideias para a diminuição de gastos de energia e água da casa;
- Realizar um estudo de educação ambiental para a melhoria da eficiência ambiental da casa;
- Fazer um projeto paisagístico;

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Devido à escassez dos recursos naturais, e as atitudes pouco racionais dos seres humanos, o futuro das próximas gerações pode estar ameaçado. Na atualidade a velocidade de exploração e ao dano dos recursos naturais são maiores que a capacidade de recomposição natural. Desta forma é preciso tomar medidas para melhor condicionar a situação atual, como por exemplo, a construção sustentável (SILVA, SILVA, 2011).

A construção sustentável é um método que promove melhoras ambientais no entorno, satisfazendo os usos do homem moderno e as necessidades da edificação, de forma que conserve o meio ambiente e os recursos naturais (IDHEA, 2016). É a construção de obras com o objetivo de aumento da qualidade de vida no local construído e no ambiente, unindo as características da vida e do clima, utilizando o menor consumo de energia junto ao conforto ambiental, garantindo qualidade de vida para as gerações futuras (CORBERLA, YANNAS, 2003).

3.1 CONTÊINER

O transporte de cargas via marítima sempre foram realizados via contêineres. Esses contêineres são compostos por estrutura de perfis de aço laminado e portas laterais para fechamento de chapas onduladas soldadas. Possuem alta resistência a corrosão, mudanças climáticas e uso constante. A cobertura do contêiner é de chapa de aço estampada, e são forjadas as dobradiças das portas e fechaduras. (MUSSNICH, 2015)

Padronizados internacionalmente, os contêineres possuem o formato retangular, geralmente construído em aço, alumínio ou fibra. Apresentam diversas funções na qual a mais relevante é o transporte, oferecendo segurança a carga, fácil empilhamento, e baixos custos de armazenamento (LUDOVICO, 2007).

A utilização do contêiner para a moradia sustentável auxilia o meio ambiental, dando a caixa metálica utilizada em transportes uma nova utilidade,

disponibilizando conforto, segurança e funcionalidade para o novo uso (PRIMAPAGINA, 2012).

3.2 RESIDÊNCIA AMBIENTALMENTE SUSTENTÁVEL

A arquitetura sustentável se preocupa tanto com o usuário da edificação, quanto com os impactos que podem causar no meio ambiente. A casa sustentável é baseada de forma que o modelo possa propor soluções aos problemas ambientais atuais, utilizando tecnologias modernas que atendam às necessidades dos usuários (IDHEA, 2006).

3.2.1 Dimensionamento e arranjos espaciais da arquitetura da edificação

A construção de uma casa ambientalmente sustentável deve ter como base o aproveitamento dos recursos naturais, como Sol e vento, para a melhoria do conforto térmico do ambiente. Dessa forma tem-se como princípio a diminuição da utilização de energia elétrica para tais fins (FOSTER, 2008).

Na construção civil, o uso de água é extremamente necessário para a confecção de concretos, argamassas, limpeza e cura do concreto. Um estudo realizado mostra que é utilizado em média 221 litros de água por m³ de concreto usinado e 201 litros de água por m³ de argamassa usinada (SILVA, 2013).

Para a maximização da utilização do Sol e vento no interior da casa, deve-se levar em conta o posicionamento da casa em relação ao sol, distribuição dos espaços internos, o tamanho e geometria do ambiente, entre outros fatores. Assim é possível uma maior eficiência e desempenho energético do projeto (FOSTER, 2008).

3.2.2 Equipamentos vinculados à eficiência energética

A eficiência energética é de suma importância para um projeto ambientalmente sustentável, a utilização de lâmpadas energeticamente eficientes consomem apenas 20% a 25% da energia elétrica das lâmpadas convencionais, além de possuir uma vida útil 10 vezes maior. A utilização de isolamento térmico e acústico também reduz o consumo de energia em 60% no consumo de energia para refrigeração (FOSTER, 2008).

3.2.3 Telhado verde

O telhado verde tem a função de melhorar o conforto térmico e acústico dos ambientes internos do empreendimento. Consiste na instalação em lajes ou telhados da cobertura vegetal com grama ou plantas (SILVA, 2011).

Segundo Schunk et al. (2003) a aplicação da técnica de telhado verde é realizada principalmente em telhados planos, porém desde que as medidas adequadas sejam tomadas, pode-se ser implantada em telhados inclinados também. A inclinação do telhado e o clima local é o que indicam quais técnicas serão realizadas, e quais medidas serão tomadas para que haja a total cobertura do telhado.

3.2.4 Avaliação do sistema hidráulico

A água é essencial para a vida, desenvolvimento econômico e bem-estar do planeta, com o desenvolvimento econômico e crescimento populacional, está cada vez mais trabalhoso e custoso de obter água potável e, quando encontradas, estão em menores quantidades e em elevadas altitudes (SETTI, 2000).

A armazenagem da água da chuva pode ser realizada para os seguintes fins: lavagem de calçadas, roupas, automóveis, irrigação do jardim e até para

descarga do banheiro. Dessa maneira evita-se o desperdício de água tratada, já que para essas finalidades não há tal necessidade (SENRA, 2006).

3.2.5 Avaliação do sistema elétrico

A energia é indispensável para o desenvolvimento econômico e social do mundo atualmente, esta move indústrias, fornece conforto às residências e é utilizada para obtenção de água potável, entre outros. Cerca de aproximadamente 80% da energia consumida é obtida por meio de combustíveis fósseis, que além de ser uma ameaça para o meio ambiente como causador do efeito estufa, está sendo conduzido de forma que causará o esgotamento (MONTENEGRO, 2000).

Portanto deve-se procurar outras alternativas de obtenção de energia, que possam causar menos impacto e ser economicamente viável. A energia solar fotovoltaica por exemplo, que transforma a energia solar em energia elétrica através dos painéis fotovoltaicos.

A energia solar fotovoltaica é utilizada principalmente em regiões isoladas, e tem como principal fundamento o não consumo de energia provinda de combustíveis fósseis. Consiste na energia obtida através da transformação da luz solar diretamente em eletricidade (NAGAHARA, 2009).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho de conclusão de curso foi realizado no segundo período de 2016, na cidade de Campo Mourão e conta com os seguintes passos:

1) IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA A SER IMPLANTADO O PROJETO

Foram realizadas visitas ao local (conjunto Isabela, na cidade de Campo Mourão), onde se pretende instalar a casa para que seja possível entender o tamanho, as limitações do projeto; e entender qual será o tipo de fundação necessária para o terreno

2) PESQUISA SOBRE CUSTOS DE AQUISIÇÃO DO CONTÊINER

Esta etapa buscou realizar o levantamento em diversas empresas para que seja identificado o material do contêiner, como será disponibilizado o contêiner, transporte, instalação, se o contêiner já vem com a distribuição de cômodos, recortes de portas e janelas, isolante térmico e acústico, e valores para apontar o que melhor se enquadra no estudo;

3) LEVANTAMENTO DAS INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS

Foi realizado o levantamento da quantidade, tipo e instalação de painéis fotovoltaicos; as especificações e os custos envolvidos. Particularidades, viabilidade e cuidados com o telhado verde, o tipo de vegetação que será implantado. A implantação do sistema de coleta de água pluvial, as especificações do projeto e os custos desses equipamentos E os aparelhos que podem ser implantados para melhor eficiência energética e de água da casa.

4) PROJETO

Foi realizada a planta baixa e o sketch com todas as especificações das tecnologias empregadas para o conforto ambiental, utilizando o *software* AutoCad e também o Google Sketchup.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 CONTÊINER

A área onde será implantado o projeto da casa contêiner com conceitos ambientalmente sustentáveis se encontra no município de Campo Mourão, localizado à uma altitude de 630,0 metros, com Latitude 24°02'38" Sul, e Longitude 52°22'40" W-GR, próximo à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Campus Campo Mourão, na rua Prefeito Doutor Milton Luiz Pereira, número 531 ilustrado na Figura 1 disponibilizada pelo *software* Google Earth. O terreno é pertencente ao professor Dr. José Hilton Bernardino de Araújo, no qual disponibilizou para este trabalho.



Figura 1 - Localização do terreno para construção da casa contêiner
Fonte: Google Earth.

A partir de estudos realizados e cotações em várias empresas que prestam serviço de venda de casa contêiner, foi indicado que a instalação da casa deve ser realizada com radier (Figura 2), estrutura que consiste em uma fundação rasa de concreto armado em contato direto com o terreno. O valor de um radier de dimensões 6,0 x 10,0 x 0,20 m foi cotado com um engenheiro civil, obtendo-se um valor de material e de instalação de U\$ 2672,00 (cotado com valor do dólar em R\$ 3,38), em um prazo de 30 dias.



Figura 2 - Exemplo da execução de um radier
Figura 2 - Fonte: MBM Engenharia (2015).

Uma das vantagens da construção de uma casa contêiner é o curto tempo para construção, sendo em média 60 dias para que a casa seja entregue com os isolamentos térmico e acústico, divisórias dos cômodos, portas, janelas, partes hidráulica e elétrica finalizados.

A estrutura da casa contêiner é entregue no terreno de construção com instalação elétrica, hidráulica, tratamento térmico e pré-acabamento e após ser inserida na fundação, é finalizado o acabamento e providenciado a ligação de água e energia da rua até a casa. A realização do encaixe das estruturas de contêiner para elaboração de um ambiente pode ser visualizado na Figura 3. O isolamento térmico do contêiner é composto não apenas pelas paredes da estrutura, este também é acompanhado por paredes de gesso, além de um conjunto de fatores combinados de janelas, portas e correntes de ar, para a maximização da ventilação natural.



Figura 3 - Recebimento e encaixe de estruturas de contêiner realizado com auxílio de um guindaste
Fonte: CG Architectes (2015)

Foi cotado o valor em uma construtora específica de casa contêiner, chamado Costa Container Arquitetura, e cada casa tem um valor médio de U\$ 563,00/m², porém, por ser um projeto personalizado os custos podem variar bastante. A análise de custo é composta por três partes: (i) projeto; (ii) projetos complementares e (iii) obra. O projeto arquitetônico é composto pela avaliação preliminar do terreno, tipo de casa, costumes dos futuros moradores, o anteprojeto executivo, projeto arquitetônico, perspectivas 3D, memorial descritivo e orçamentos. Os projetos complementares são compostos pelos projetos elétrico e hidrossanitário. E, por fim, para a execução da obra é considerado o tratamento térmico e acabamentos.

O projeto apresentado nesse trabalho foi realizado externamente à construtora, no *software* Autocad, pela arquiteta Mariana Gomes com auxílio do autor deste trabalho, e apresenta uma casa contêiner de 44,62 m² *duplex*, composto de dois contêineres de 2,30 x 6,00 x 2,60 m cada, e conta com a distribuição de sala e cozinha integradas, área de serviço, dois quartos e um banheiro. Juntamente com a exemplificação das tecnologias propostas como placas fotovoltaicas e cisterna de reaproveitamento da água da chuva. Com o valor

cotado na empresa, esse projeto apresentaria um valor estimado de U\$ 25.080,00 para a implementação da estrutura, isolamento térmico, janelas, portas, instalação elétrica e hidráulica.

Na Figura 4 esta representada a planta baixa do térreo da casa, no qual ocupa uma área de 22,31 m² e contém a sala de estar, sala de jantar, cozinha e área de serviço e, ainda, representa a localização das cisternas de armazenamento de água da chuva. Já o primeiro andar apresenta a disposição de dois quartos e um banheiro, totalizando uma área com espaço bem aproveitado de 22,31 m² (Figura 5).

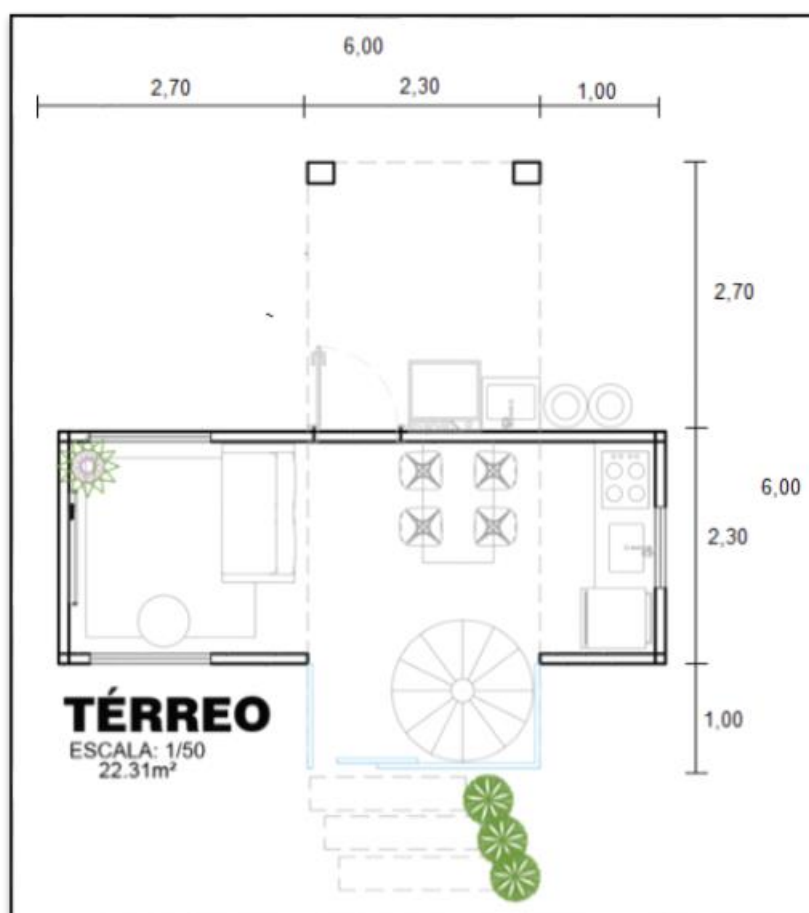


Figura 4 - Planta baixa do térreo do projeto de casa contêiner realizado neste projeto.

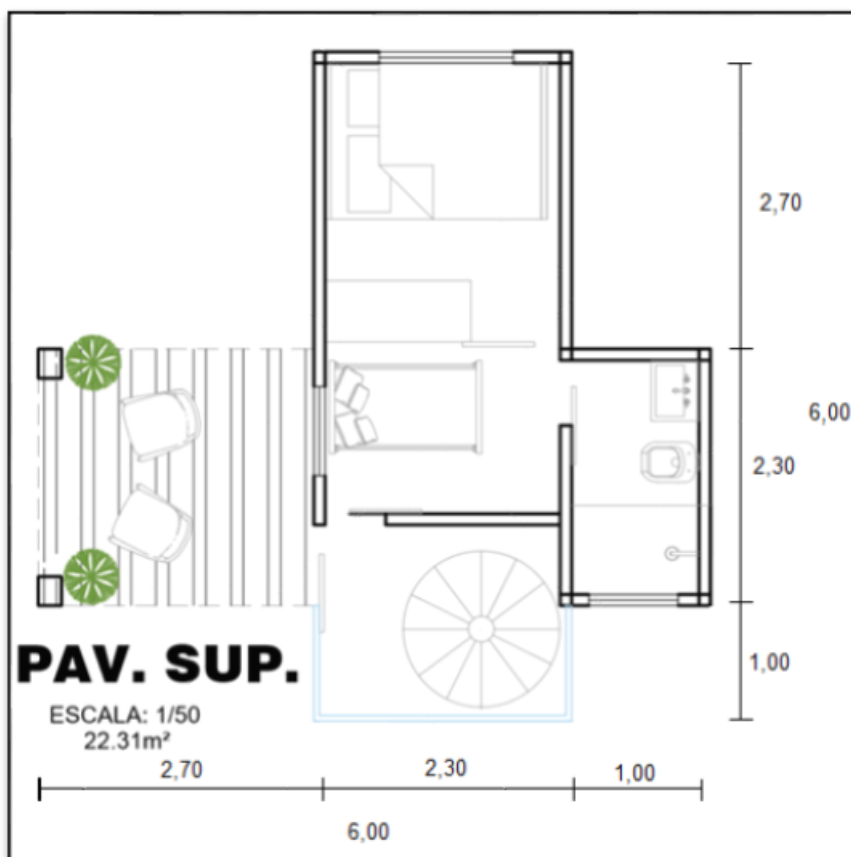


Figura 5 - Planta baixa do primeiro andar do projeto de casa contêiner realizado neste projeto.

Juntamente com a planta baixa, foi realizado o desenvolvimento de imagens para melhor visualização do projeto da casa após implantação por meio do *software* Google SketchUp, como visto nas Figuras 6-13.



Figura 6 - Esquematização do piso inferior do projeto de casa contêiner realizado nesta pesquisa.

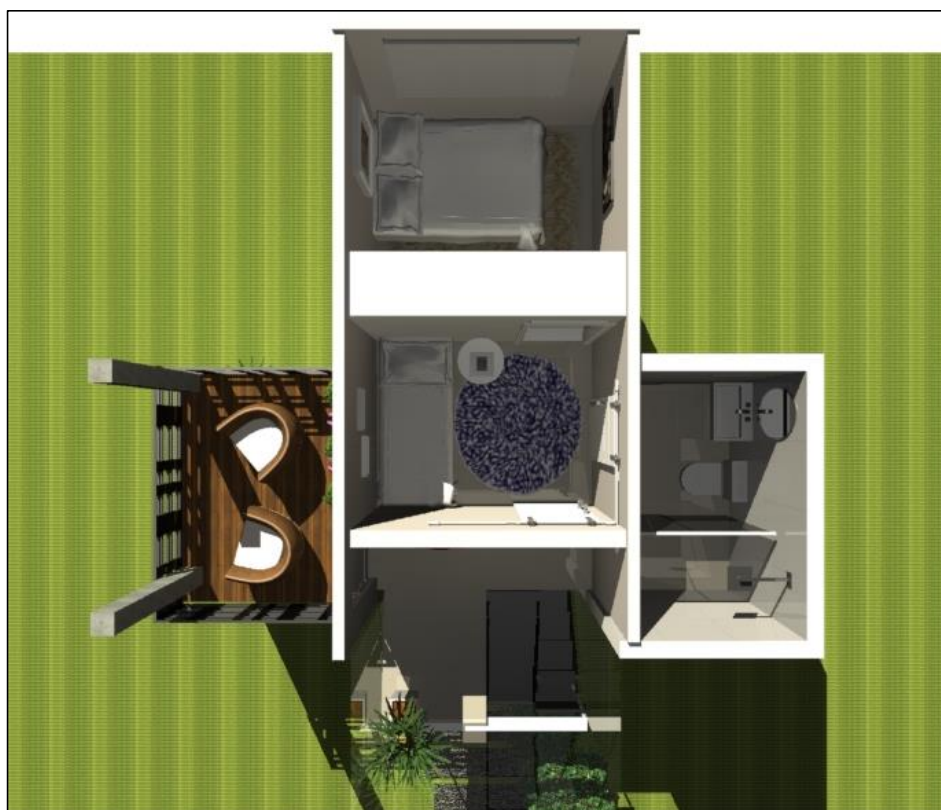


Figura 7 - Esquematização do piso superior do projeto de casa contêiner realizado nesta pesquisa



Figura 8 - Esquematização da lateral esquerda do fundo do projeto de casa contêiner realizado nesta pesquisa, com visualização da cisterna de água

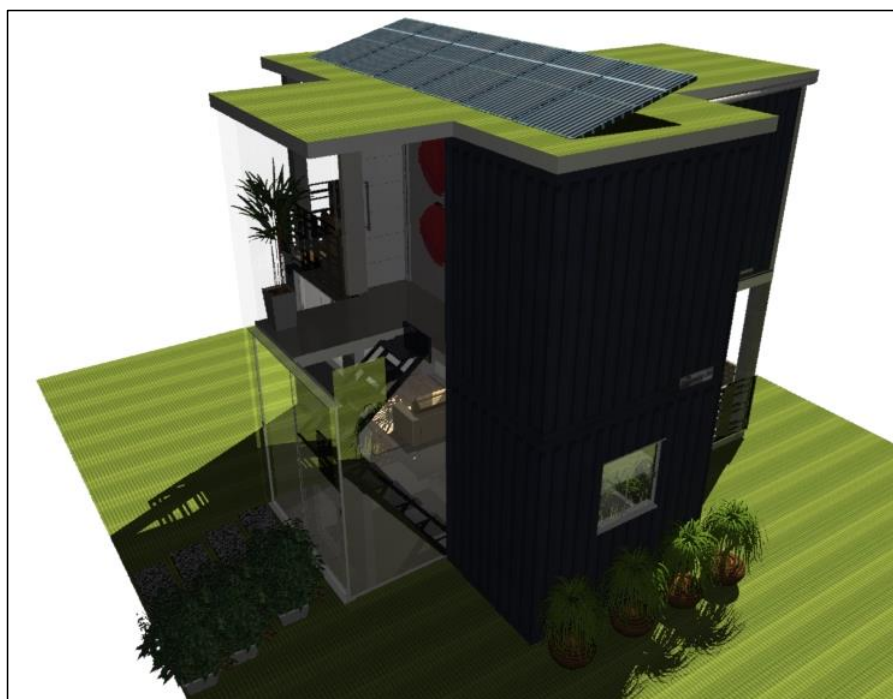


Figura 9 - Esquematização da lateral esquerda frontal do projeto de casa contêiner realizado nesta pesquisa, com visualização da localização das placas fotovoltaicas.



Figura 10 - Esquemática da lateral direita do fundo do projeto de casa contêiner realizado nesta pesquisa.

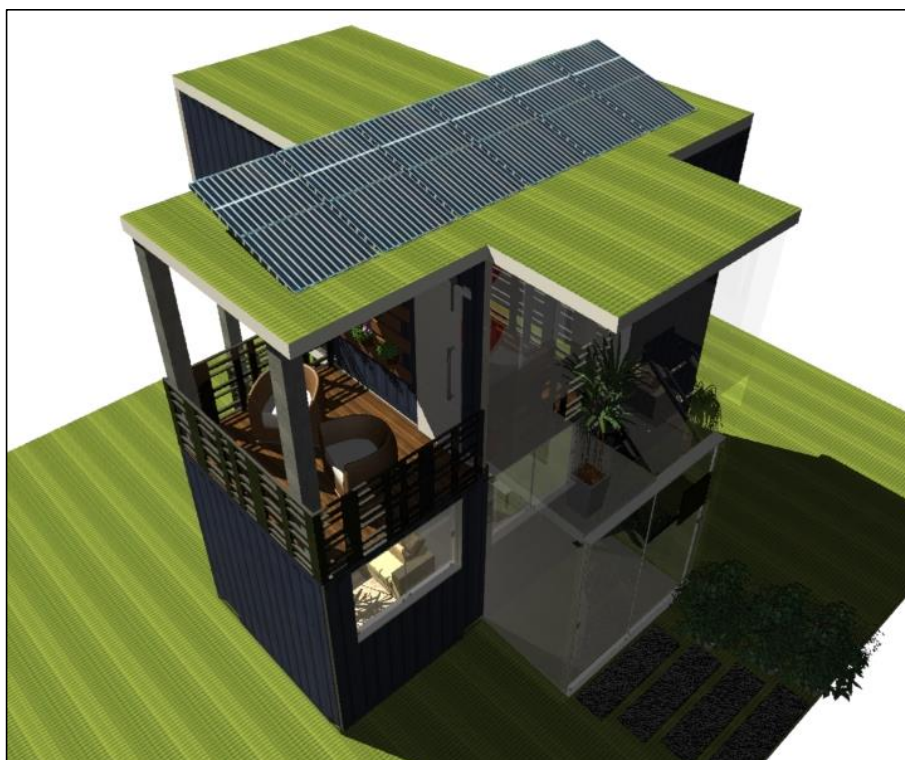


Figura 11 - Esquemática da lateral direita frontal do projeto de casa contêiner realizado nesta pesquisa, com visualização da posição das placas fotovoltaicas.



Figura 12 - Esquematização da frente do projeto de casa contêiner realizado nesta pesquisa.



Figura 13 - Esquematização do fundo do projeto de casa contêiner realizado nesta pesquisa.

5.2 PLACAS FOTOVOLTAICAS

A instalação de placas fotovoltaicas é de suma importância para a autonomia energética da casa, visto que a transformação da energia solar em elétrica é provinda de forma limpa, sem gerar gases efeito estufa que impactam o meio ambiente. Exemplo da estrutura de instalação de uma placa fotovoltaica encontra-se na Figura 14.



Figura 14 - Exemplo de instalação de uma placa fotovoltaica em contêiner
Fonte: Neosolar Energia (2016).

A energia solar fotovoltaica é composta por finos laminados que convertem a luz solar em energia elétrica diretamente, sem necessidade de parte móvel ou de calor, no qual apenas a luz solar é suficiente para deslocar os elétrons de suas orbitas, produzindo corrente elétrica. A energia é obtida por um dispositivo chamado de célula fotovoltaica, no qual apresenta um material semiconductor de suma importância para o processo de conversão de energia através da luz solar. A principal tecnologia que é utilizada para obtenção dessa energia, representa mais de 85% do mercado e é dividida em duas cadeias produtivas, sendo elas o silício monocristalino (m-Si) e o silício policristalino (p-Si). Estas são mais utilizadas pois são consideradas tecnologias consolidadas e confiáveis, além de possuírem a melhor eficiência comercialmente disponível (PINO, GALDINO, 2014).

Para que seja possível a instalação dos painéis fotovoltaicos na casa, deve-se ter no mínimo 20 m² de área no telhado, essa instalação é realizada de forma simples, o telhado não poderá ser furado, portanto deve ser soldada a armação das placas no mesmo, não danificando a estrutura do contêiner e nem comprometendo a armação das placas. No projeto arquitetônico as placas estão distribuídas no telhado mais alto da casa, que conta com uma área de 22,31 m², que é suficiente para implantação desse sistema.

A cidade de Campo Mourão – Paraná apresenta clima subtropical úmido mesotérmico, com invernos sem geadas frequentes e verões quentes com tendência de concentração das chuvas, sem estação seca definida. A utilização de placas fotovoltaicas foi escolhida devido a essas características, tendo em vista que o município está localizado em uma área onde a velocidade dos ventos não seria suficiente para gerar uma quantidade satisfatória de energia elétrica.

A cotação de todos os aparelhos foi realizada por pesquisa de mercado e consulta através da internet. Na Figura 15 pode-se observar uma casa contêiner com placas fotovoltaicas instaladas.



Figura 15 - Casa contêiner com sistema de aquecimento solar
Fonte: Hybrid Architecture (2015).

A placa escolhida para ser implantada foi de tecnologia de silício policristalino devido a sua produção a partir da fusão de silício puro nos moldes especiais, solidificando e formando uma estrutura policristalina com superfície de separação entre os cristais, diferenciando da placa que contém tecnologia de silício monocristalino, no qual é obtida através de barras cilíndricas de silício

monocristalino sendo realizado em fornos especiais. Com relação à eficiência, a placa com silício policristalino tem eficiência ligeiramente menor, porém apresenta menor custo, além da facilidade em realizar a reciclagem do material (MONTEIRO, 2008).

A Figura 16 ilustra o funcionamento do sistema de uma placa fotovoltaica, iniciado a partir da transformação de energia solar em elétrica até o uso final.

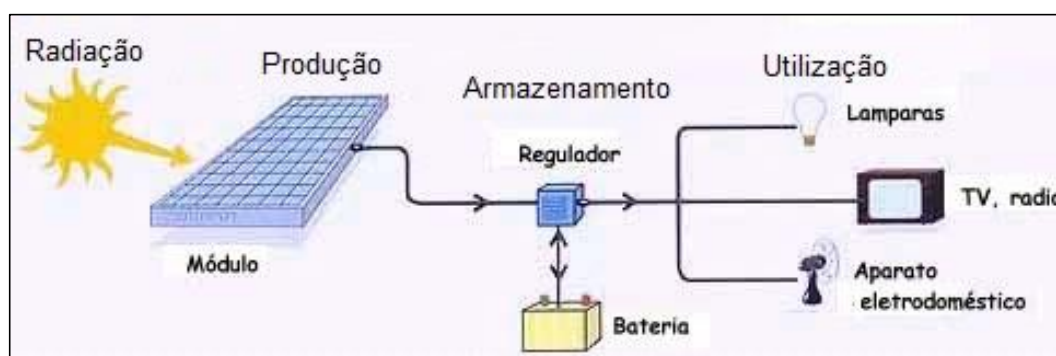


Figura 16 - Esquema de funcionamento de um sistema fotovoltaico
Fonte: Fotovoltec (2016).

Uma das grandes preocupações em relação a eficiência das placas são os efeitos de sombreamento, causado por acúmulo de poeira, por exemplo, o que pode impedir a incidência solar em determinadas células. O acúmulo de poeira pode praticamente zerar a produção de energia em toda a placa e para que isso não aconteça, estas são posicionadas em uma inclinação mínima de 15° para que, além de evitar o acúmulo de poeira, a água da chuva limpe resíduos acumulados nas placas (SERRÃO, 2010).

O estudo de posicionamento do Sol durante o ano é fundamental para a eficiência da placa. Como a produção de energia varia durante as épocas do ano devido às condições meteorológicas e ao movimento da Terra ao redor do Sol, no hemisfério sul é recomendado ter o posicionamento das placas para o norte visto que há variações da posição do Sol em relação às estações do ano, como mostra a Figura 17 (SERRÃO, 2010).

O terreno onde será implantado o projeto é de esquina e possui frente norte ou leste, facilitando assim o posicionamento da casa e das placas para o melhor aproveitamento da incidência de luz solar nas placas.

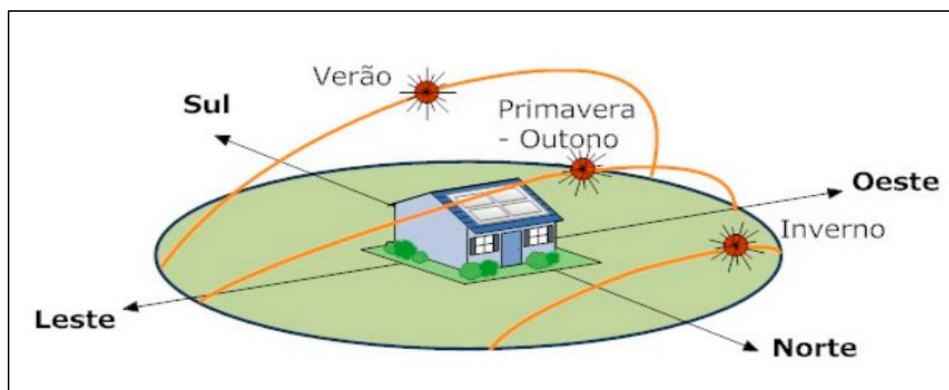


Figura 17 - Posição do Sol em relação as diferentes estações do ano
Fonte: Serrão (2010).

O dimensionamento da estrutura fotovoltaica foi realizado na base de consumo médio de uma casa de 3 pessoas, com consumo mensal de em média 240 kWh/mês. Retirando a taxa mínima do sistema bifásico da COPEL, o dimensionamento foi realizado para 205,53 kWh/mês, sendo composto pelos equipamentos que seguem na Tabela 1.

Tabela 1 - Equipamentos necessários para a estrutura fotovoltaica.

Quantidade	Equipamento
6	Módulos Policristalino Canadian CS6P 265W
1	Inversor B&B Power Grid SF1600TL
1	String Box CC com DPS, Fusíveis e Seccionadora
1	Protection Box AC com DPS e Disjuntor AC
6	Estrutura Metálica em Alumínio e Aço Inox
1	Monitoramento Web

Fonte: Efficienza (2016)

O Módulo Policristalino Canadian CS6P 265W tem potência de 265 Wp, um peso de 18 kg cada, e dimensões de 1638 x 982 x 40 mm, e inclinação de 22°, possui 10 anos de garantia contra defeitos de fabricação e 25 anos de garantia contra perda de 20% da produção de energia. Já o inversor B&B Power Grid SF1600TL possui potência de 1600 W, um peso de 13,6 Kg e dimensões de 386 x 340 x 159 mm, conta com uma eficiência de 99,7%. A eficiência estimada do sistema é de 85%, com uma produção média de 205,53 kWh/mês.

Segundo estudos realizados pela Efficienza (2016) a estimativa de gasto anual do sistema está na Tabela 2 e a estimativa de produção do sistema é mostrada no gráfico da Figura 18.

Tabela 2 - Estimativa de gasto anual do sistema fotovoltaico.

Mês	Radiação Global Solar Horizontal (kWh/m ²)	Radiação Solar no PL 22° (N) (kWh/m ²)	Produção Específica (kWh/kWp)	Produção do Sistema (kWh)	Consumo Estimado (kWh)	Consumo Atendido (%)
Janeiro	163,20	149,10	126,74	201,51	276,00	73,01%
Fevereiro	159,90	153,60	130,56	207,59	228,00	91,05%
Março	159,30	164,70	140,00	222,59	256,00	86,95%
Abril	137,40	156,30	132,86	211,24	321,00	65,81%
Mai	120,90	150,90	128,27	203,94	244,00	83,58%
Junho	103,20	133,80	113,73	180,83	193,00	93,69%
Julho	118,20	152,10	129,29	205,56	172,00	119,51%
Agosto	124,20	146,10	124,19	197,45	182,00	108,47%
Setembro	130,80	139,20	118,32	188,13	200,00	94,06%
Outubro	164,10	161,10	136,94	217,73	253,00	86,06%
Novembro	179,10	165,00	140,25	223,00	256,00	87,11%
Dezembro	170,10	153,00	130,05	206,78	310,00	66,70%
TOTAL	1730,40	1824,90	1511,17	2466,35	2891,00	85,31%
MENSAL	144,20	152,08	129,26	205,53	240,92	85,31%

Fonte: INPE e CRESESB (2015)

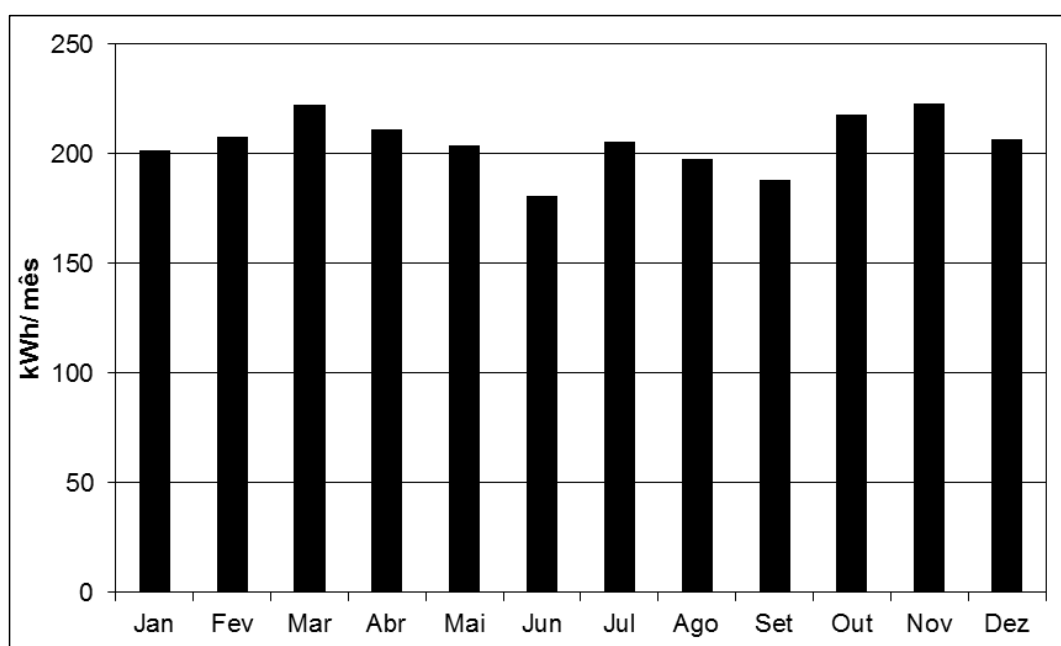


Figura 18 - Estimativa de produção do sistema
Fonte: INPE e CRESESB (2015)

5.3 ARMAZENAMENTO ÁGUA DA CHUVA

O armazenamento da água da chuva visa o reaproveitamento da água para funções que não necessitam o uso de água potável, como por exemplo: lavagem de carro, limpeza da casa, limpeza das áreas, lavagem de roupas e para regar jardins e plantações.

A coleta da água da chuva é realizada de forma simples, em um sistema projetado para demanda da casa, no qual a água escorre pelo telhado, sendo direcionada as calhas, onde arrasta muita sujeira, como mostra a Figura 19. Devido a isso, como o primeiro passo é indicado remover as impurezas maiores por um filtro simples que pode ser de telas de *nylon* ou de polipropileno. Após a passagem da água pelo filtro a primeira água deve ser descartada, pois ainda há um grande volume de sujeira, sendo recomendado descartar 1 mm de chuva para cada 1m² de telhado.

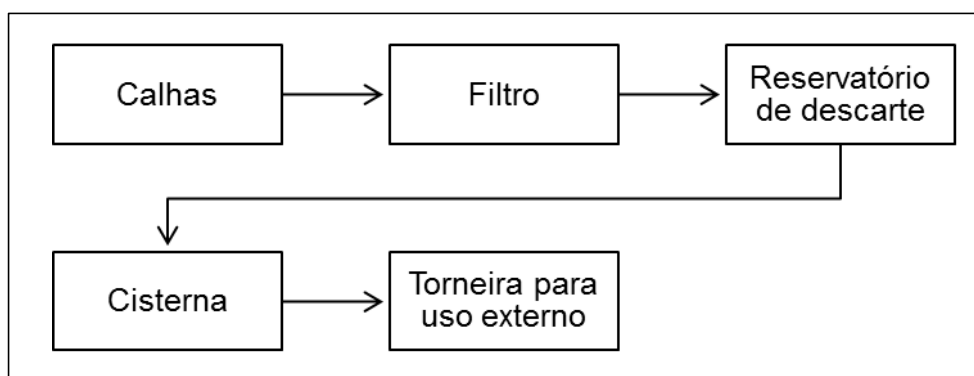


Figura 19 - Esquema da captação da água da chuva para reaproveitamento
Fonte: Elaborado pelo autor

O filtro autolimpante possui um sistema que permite a passagem da água sem muitos resíduos de folhas e pequenos insetos, fezes de bichos, entre outros. A montagem é realizada com dois tubos PVC encaixados um dentro do outro com uma tela de mosquiteiro colocada em um ângulo de aproximadamente 45° e a abertura lateral para o descarte da sujeira mais grossa como ilustra a Figura 20 (SEMPRE SUSTENTÁVEL, 2014).

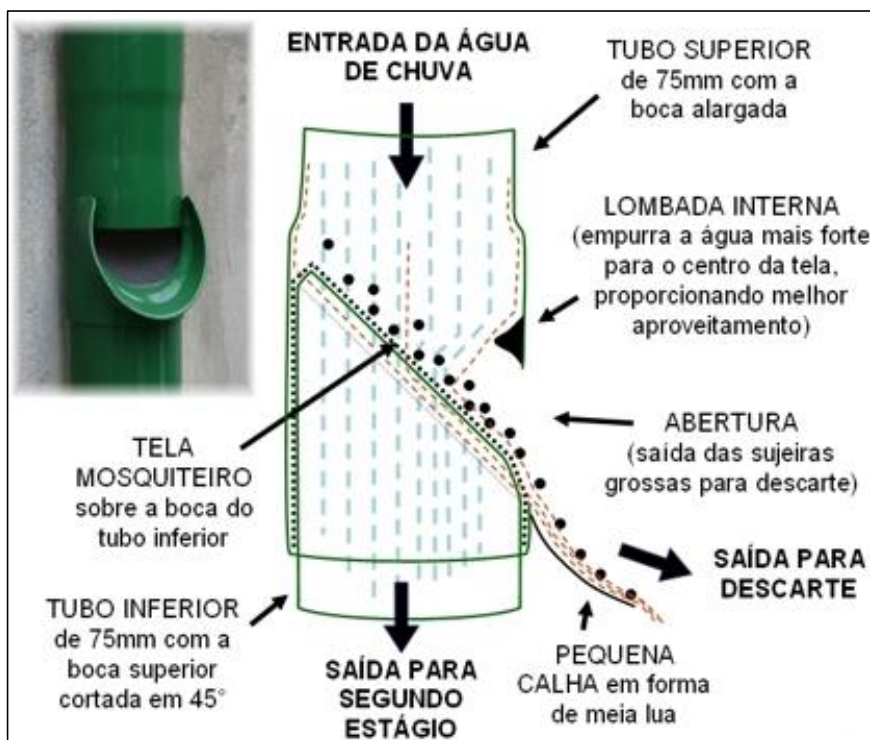


Figura 20 - Filtro auto-limpante para água de chuva
Fonte: Sempre Sustentável (2014).

O descarte pode ser realizado de várias formas, essa técnica consiste na utilização de apenas um cano onde a água caia diretamente, assim que este estiver cheio, a água é redirecionada automaticamente para a cisterna. O tamanho e espessura do cano que servirá como um pequeno reservatório deve ser dimensionado e deve ser adicionada uma torneira ou qualquer estrutura similar para que seja possível retirar a água manualmente (SEMPRE SUSTENTÁVEL, 2014).

O dimensionamento da cisterna é realizado de acordo com o tamanho do telhado e do índice de precipitação do local ou apenas pelo uso da família que reside no local. Há um redutor de turbulência na chegada da água na cisterna para que não haja muita turbulência, evitando a mistura dos sólidos depositados no fundo desta. A cisterna deve permanecer tampada para que não ocorra o depósito de sujeira e entrada de pequenos animais. A captação dessa água é realizada um pouco acima do fundo para que não tenha contato com os sólidos decantados na cisterna. Logo acima deve haver um ladrão para que não transborde quando a água chegar no limite máximo da cisterna, e então a água já está pronta para o uso não potável conforme ilustra a Figura 21 (SEMPRE SUSTENTÁVEL, 2014).

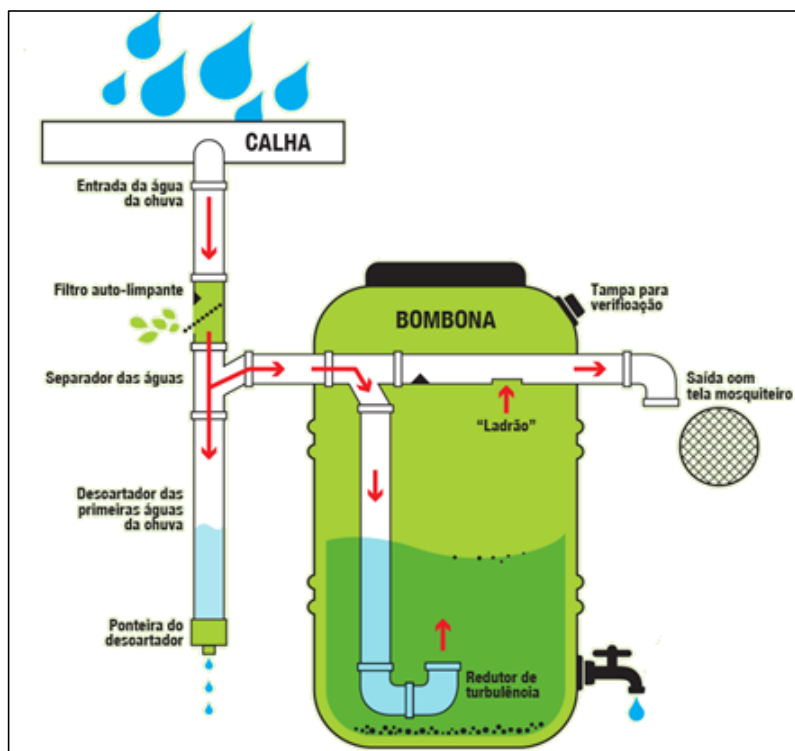


Figura 21 - Tecnologia básica de uma minicisterna
Fonte: Sempre Sustentável (2014).

Visto o funcionamento da cisterna, foram cotados os materiais necessários para montar uma minicisterna básica composta por filtro de água autolimpante, separador de água da chuva e reservatório. A montagem é feita de maneira simples, sem necessidade de ajuda de um especialista e será feita com duas cisternas de 200 litros cada, para que possa atender melhor a residência, essa ligação entre as cisterna será realizada no alto, para que caso a primeira alcance o limite, a água vá para a segunda cisterna. O sistema de ladrão será feito na segunda cisterna da mesma forma, para caso as duas cheguem no limite, a água transborde para fora sem comprometer a estrutura das cisterna. Os materiais podem ser encontrados em qualquer loja de construção, e o esquema de montagem segue a ilustração da Figura 21.

5.4 TELHADO VERDE

De acordo com o contato com as empresas que realizam a confecção de casas contêineres, a implantação de um telhado verde na casa pode comprometer a estrutura, pois um ponto negativo do contêiner é a oxidação devido a umidade. Mesmo com a impermeabilização do telhado para a implantação dessa tecnologia, ainda podem haver riscos de infiltração de água, e assim comprometer a estrutura do telhado. Além disso, a implantação das placas fotovoltaicas demanda uma área mínima de 20 m² de telhado, onde limita bastante a implantação de um telhado verde juntamente com as placas. Por esses motivos, o telhado verde foi desconsiderado no projeto, mesmo o objetivo sendo o aumento do conforto térmico, o contêiner possui isolamento térmico eficiente (COSTA CONTAINER ARQUITETURA, 2016).

5.5 TECNOLOGIAS PARA ECONOMIA DE ÁGUA E LUZ

O maior consumo de água doméstico é no banheiro, onde em primeiro lugar é o vaso sanitário e logo em seguida vem o chuveiro, como mostra a imagem a seguir (Figura 22). O foco é a diminuição de gastos de água para que assim possa ser o mais próximo de uma casa ambientalmente sustentável (PACHECO, OLIVEIRA, BEZERRA, 2011).

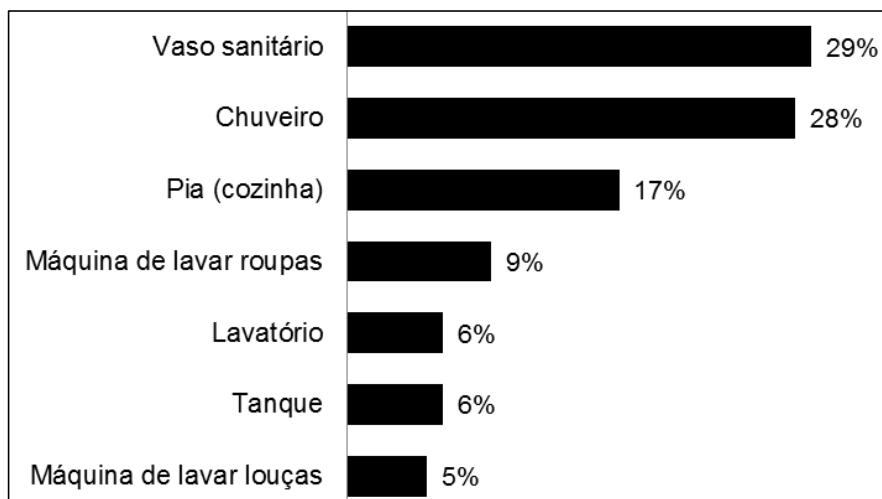


Figura 22 - Porcentagem de consumo de água de acordo com sua distribuição em uma residência tradicional
Fonte: Pacheco, Oliveira e Bezerra (2011).

5.5.1 Redutor de vazão

Para o uso do chuveiro, onde há um dos maiores gastos de água, deve-se instalar um chuveiro com redutor de vazão. O chuveiro elétrico gasta em média 45 litros de água em 15 minutos, isso pode representar em média 28% do consumo total de água de uma casa. O redutor de vazão é uma peça instalada na entrada de água do chuveiro que restringe o volume total, acarretando na redução de água para o chuveiro, porém dando maior pressão no mesmo, o que para quem está no banho não faça diferença perceptiva da quantidade de água. A peça é de fácil instalação e pode ajudar a economizar em média de 50% de água por banho. A mesma tecnologia pode ser instalada em torneiras da casa, assim podendo aumentar ainda mais a economia de água da residência. O custo desses *kits* de redutores é em média U\$ 14,80 segundo um levantamento feito em grandes lojas de matérias de construção (LEITE, 2014).

Como mostra a Figura 23, o cuidado com a torneira é essencial para a boa economia de água da residência, deve-se estar sempre atento e fechar a torneira sempre que não estiver sendo utilizada, visto que uma torneira gotejando pode chegar a gastar em média 40 litros de água por dia, e aberta esse numero chega em 34 mil litros de água por dia (CAGNO, 2013).



Figura 23 - Quantidade de água gasto em relação ao funcionamento de uma torneira
Fonte: Cagno, 2013.

5.5.2 Caixa sanitária acoplada

O vaso sanitário convencional pode chegar a gastar cerca de 9 litros por descarga, porém com novas tecnologias no mercado, é possível reduzir o gasto de água e ainda melhorar a eficiência da descarga, uma dessas tecnologias é a bacia sanitária com sistema de descarga *dual flush*, que consiste em uma descarga onde há maior pressão na câmara onde a água entra, o sistema *dual flush* permite dois tipos de acionamento, o de 3 litros, que equivale a meia descarga e é usado para eliminação da urina que, o qual não demanda grandes quantidade de água e o de 6 litros, descarga completa, que é utilizado para fezes (GONÇALVES, 2011).

5.5.3 Máquina de lavar

A lavagem de roupas pode chegar a quase 10% do consumo total de água na casa, portanto saber comprar uma máquina que gaste menos água e energia é essencial. Segundo um levantamento do Inmetro (2016) que considerou o gasto de energia e água de cada máquina de lavar, concluiu-se que a máquina Samsung WD136UVHJWDF, sendo esta que lava e seca roupa, apresenta a melhor eficiência do mercado. É uma máquina de 13 kg, o qual atende à demanda da casa, possui abertura frontal e apresenta o consumo de energia de água fria por

ciclo de 0,27 kWh e um consumo de água de 7,1 L/kg de roupa. Sendo assim, esta máquina gasta apenas U\$ 0,87 com água e eletricidade enquanto os modelos ineficientes poderiam chegar a U\$ 4,15 mensais. Portanto, um valor um pouco maior na máquina pode compensar na economia no uso. O preço dessa máquina é em torno U\$ 1095,00.

5.5.4 Economia de energia (Consciência ambiental)

A economia de energia se diz pela consciência de uso dos equipamentos, aliados a equipamentos eficientes e projetos inteligentes, deve-se usar os equipamentos elétricos de forma equilibrada, com a finalidade de reduzir o consumo excessivo de energia. Na hora de comprar os equipamentos, sempre verificar o selo Procel de economia de energia, ele indica quais são os aparelhos mais eficientes, sendo em uma escala de “A” a “G”, o “A” mais eficiente, como mostra a Figura 24.

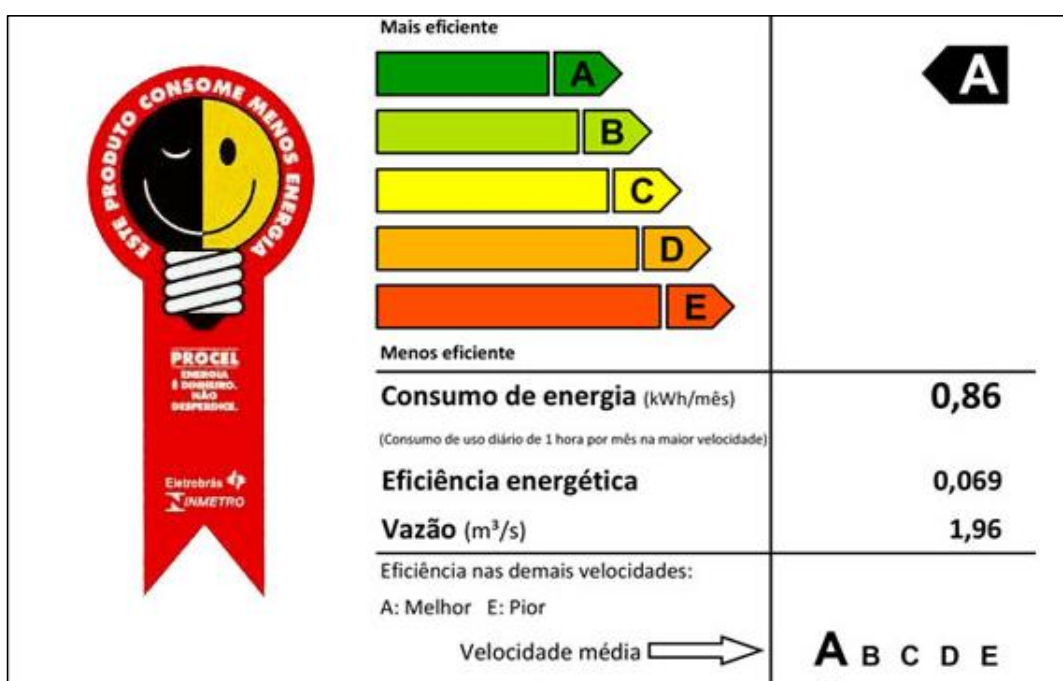


Figura 24 - Exemplo de selo Procel
 Figura 24. Fonte: Procel Info (2016).

5.5.5 Chuveiro Elétrico

O chuveiro elétrico é o aparelho que mais consome energia elétrica em uma residência, chegando a ser 33% o valor da conta, portanto saber administrar o uso do chuveiro é muito importante para a economia de energia (CPFL, 2013).

Banhos demorados ocasionam maiores gastos, portanto deve-se ter consciência de utilizar apenas o tempo necessário, pois além de gastar muita energia, também gasta bastante água. Em dias quentes, colocar o chuveiro na posição Verão pode diminuir o consumo de energia em cerca de 30% (CPFL, 2013).

5.5.5 Geladeira

O consumo energético da geladeira em uma residência é em média de 23% o valor da conta. Um dos fatores que podem ajudar a reduzir esse consumo é o local onde ela está instalada, no qual deve ser feita em local ventilado, longe da parede, do Sol e de outras fontes de calor como fogão, forno, entre outros. É necessário estar sempre atento às borrachas de vedação da geladeira, pois elas garantem que o calor não entre (CPFL, 2013).

5.5.6 Lâmpadas

A iluminação da casa representa em torno de 3% do valor de energia gasta, as formas que podem melhorar esse consumo são: evitar ascender a lâmpadas durante o dia, utilizar a iluminação natural, apagar as lâmpadas sempre antes de sair do cômodo, e utilizar lâmpadas de LED com selo da Procel que possuem uma eficiência energética muito maior que as comuns, cerca de 95% de economia, e durabilidade por volta de 15 à 25 anos (CPFL, 2013).

5.5.7 Ferro Elétrico

A utilização correta do ferro elétrico de passar roupa é muito importante para a economia energética da casa, visto que, representa algo próximo de 6% do valor da conta de luz, portanto deve-se acumular o maior número de peças de roupar e passá-las de uma vez, para que dessa maneira o ferro seja ligado o menor número de vezes possível, caso seja preciso interromper o serviço, deve-se desligar o ferro e ligá-lo quando voltar (CPFL, 2013).

5.5.8 *Stand by*

O modo *stand by* (Figura 25) dos equipamentos elétrico ainda gasta energia, menos do que quando está ligado, porém há gasto e, como há muitos aparelhos com essas funções, desligá-los da tomada pode fazer uma grande diferença no gasto de energia da casa. Segundo Oliveira et al. (2015) evitar o uso do *stand by* pode economizar até 73,59 kWh por mês de energia. O consumo do equipamento em *stand by* representa 12% do consumo em funcionamento total (CEMIG, 2014).



Figura 25 - Exemplificação do modo *stand by* em um equipamento
Fonte: Elaborada pelo autor.

5.6 COTAÇÃO DE VALORES

A Tabela 3 mostra os valores cotados para execução do projeto proposto no trabalho, o tempo máximo de execução de todas as tecnologias será de 195 dias, sendo que em 105 dias a casa já estará pronta, apenas faltando as tecnologias ambientalmente sustentáveis. Os valores foram cotados em novembro de 2016 com o dólar no valor de R\$ 3,38 nas empresas: Costa Container Arquitetura, Mariana Gomes Arquitetura, Efficienza, Balaroti Materiais de Construção, Pontofrio e Telhanorte.

Tabela 3 - Cotação dos equipamentos e acessórios utilizados para construção de uma casa contêiner ambientalmente sustentável em dólar (U\$).

Equipamento	Quantidade	Tempo de Instalação (Dias)	Valor Unitário (U\$)	Valor Total (U\$)
ESTRUTURA				
Casa Contêiner	1	60	25.080,00	25.080,00
Frete Contêiner	1	15	591,72	591,72
Radier	1	30	2672,00	2672,00
ELÉTRICA				
Módulo Policristalino Canadian CS6P 265 W	6	90		
Inversor B&B Power Grid SF1600TL	1	90		
String Box CC DPS, Fusíveis, Seccionadora	1	90	4.244,00	4.244,00
Protection Box AC DPS e Disjuntor AC	1	90		
Estrutura Metálica em Alumínio e Aço Inox	6	90		
Monitoramento Web	1	90		
TÉCNOLOGIAS DE REDUÇÃO				
Redutor de Vazão	6	1	16,81	100,86
Caixa Sanitária Acoplada Dual Flush	2	2	275,12	275,12
Máquina Lavar Samsung WD136UVHJWDF	1	1	1.050,85	1.050,85
Lâmpada led	8	1	5,66	45,28
MATERIAIS PARA CISTERNA				
Filtro autolimpante	1	2	7,27	7,27
Bombona 200 litros	2	2	59,80	119,60
Adaptador válvula de tanque 1 1/4"x40mm	1	2	0,88	0,88
Adaptador soldável para caixa d'água 25mm	1	2	0,88	0,88
Anel de borracha de 75mm linha esgoto	3	2	0,44	1,32
Cap de 40mm	1	2	0,70	0,70
Cap de 75mm	1	2	1,90	1,90
Joelho 90° soldável rosca 25mm x 3/4"	2	2	0,27	0,54
Joelho de 45° de 75mm	2	2	2,05	4,1
Joelho de 90° de 75 mm	5	2	1,82	9,10
Plug de 50 mm	1	2	0,70	0,70

Equipamento	Quantidade	Tempo de Instalação (Dias)	Valor Unitário (U\$)	Valor Total (U\$)
Tê de 75 mm	3	2	4,45	13,35
Tubo de 25 mm	1	2	2,67	2,67
Tubo de 75 mm x 3 m	2	2	9,54	19,08
Bucha de redução rosqueável de 1.1/4" x 1"	2	2	2,95	5,90
DIVERSOS				
Adesivo plástico para PVC 17gr	1	2	1,45	1,45
Base reforçada com +/- 42cm	2	2	7,47	14,94
Durepox Pulvipox 100gr	1	2	1,27	1,27
Fita veda rosca 18mm x 10m	1	2	2,07	2,07
Lixa 60	1	2	0,33	0,33
Lixa 120	1	2	0,20	0,20
Pasta lubrificante para PVC	1	2	6,24	6,24
Tela mosquiteiro com proteção UV.	1	2	1,37	1,37
Torneira para tanque 3/4"	2	2	11,97	23,94
FERRAMENTAS PARA CONSTRUÇÃO DA CISTERNA				
Arco ou Mini arco de serra	1	2	7,43	7,43
Brocas de aço rápido: 2,5 mm	1	2	1,68	1,68
Brocas de aço rápido: 4 mm	1	2	0,86	0,86
Brocas de aço rápido: 6 mm	1	2	1,50	1,50
Grosa meia cana	1	2	5,94	5,94
Lima grossa redonda	1	2	4,09	4,09
Lima grossa meia cana	1	2	5,95	5,95
Serra copo de 38 mm	1	2	7,03	7,03
Serra copo de 50 mm	1	2	10,15	10,15
Jogo serra copo	1	2	20,90	20,90
TOTAL		195		34.365,16

6 CONCLUSÕES

Por meio do seguinte estudo, foi possível observar que a implementação do contêiner para a construção civil é realizada de forma simples e rápida, possuindo o mesmo conforto térmico e acústico que uma casa tradicional, além de apresentar uma arquitetura arrojada e reduzir os impactos ambientais que a construção civil demanda.

As placas fotovoltaicas possuem alto custo de implantação pelo fato de serem importadas da Alemanha, pois ainda há falta de investimento nessa tecnologia no Brasil.

O sistema de reaproveitamento da água da chuva pode ser feito de forma simples e barata, além de economizar o custo mensal, ainda protege os mananciais que estão cada vez mais escassos.

O valor do projeto mostrado é de U\$ 33.807,25, aproximadamente R\$ 116.154,25, apresentando um alto custo quando avaliado apenas o valor de implementação, porém ao considerar a economia de água e energia em paralelo a não agressão ao meio ambiente, há um grande retorno sobre o investimento e, além disso, devido ao apelo ambiental, pode haver incentivo governamental para realização de projetos como esse, no qual possa diminuir o custo final.

A educação ambiental é de suma importância para a redução de recursos naturais e, unido com uma casa com conceitos ambientalmente sustentáveis, há uma redução nos impactos ambientais, pensando em grande escala, esse projeto pode melhorar bastante o conforto ambiental do planeta. Recomenda-se a continuidade desse trabalho com a implementação da casa para valores reais do retorno de investimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-ZUBAIDI, M. S. S. **The sustainability potencial of tradicional architecture in the Arab world**. 2007. 357 f. Tese (Doutorado em Filosofia) – Escola de Arte, Design e Arquitetura, Universidade de Huddersfield, Huddersfield, 2007.

AUTOCAD UTILITY DESIGN. Server for Windows. Version 14. Autodesk, 2014.

CAGNA, T. **Redutor de vazão de água para torneiras**. 2013. Disponível em: <http://ecohospedagem.com/redutor-de-vazao-para-torneiras/>. Acesso em: 21 out. 2016.

CEMIG. **Guia do melhor consumo: dicas de economia de energia e segurança com a rede elétrica**. 2014. Disponível em: https://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/sustentabilidade/nossos_programas/Eficiencia_Energetica/Documents/GUIA%20MELHOR%20CONSUMO_CARTILHA.pdf. Acesso em: 20 out. 2016.

CG Architect. **Shipping container concept**. 2015. Disponível em: <http://www.cgarchitect.com/gallery>. Acesso em: 09 out. 16.

CPFL. **Cartilha de utilização consciente da energia elétrica**. 2013. Disponível em: <http://www.cpf.com.br/energias-sustentaveis/eficiencia-energetica/uso-consciente/calculo-de-consumo/Documents/cartilha-da-utilizacao-consciente-de-energia-eletrica.pdf>. Acesso em: 20 out. 2016.

CORBELLA, O., YANNAS, S. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

COSTA CONTAINER ARQUITETURA. 2016. Disponível em: <http://www.costacontainer.com.br/>. Acesso em: 09 out. 2016.

EFFICIENZA. 2016. Disponível em: <http://efficienza.eng.br/>. Acesso em: 10 out. 2016.

FOSTER, N. **Foster + Partners: catalogue**. 1ª Edição. Londres: Publisher Prestel, 2008.

FOTOVOLTEC. **Energia fotovoltaica.** 2016. Disponível em: <http://www.fotovoltec.com.br/front/tecnologia>. Acesso em: 10 out. 2016.

GIRIUNAS, K., SEZEN, H., DUPAIX, R. B. Evaluation, modeling and analysis of shipping container building structures. **Engineering Structures**, v. 43, p. 48-57, 2012.

GOLÇALVES, O M. **Manual de conservação de água: programa de conservação de águas.** São Paulo: Gênese, 2011.

GOOGLE EARTH – Maps. 2016. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps>. Acesso em 02 out. 2016.

GOOGLE SKETCHUP PRO 2014. Server for Windows. Version 14.1.1282. Google Corporation, 2014.

HYBRID ARCHITECTURE. 2015. Disponível em: <http://www.hybridarc.com/projects/>. Acesso em 11 out. 2016.

IDHEA - Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica. **A moderna construção sustentável,** 2016. Disponível em: <http://www.idhea.com.br/artigos1.asp>. Acesso em: 20 abr. 2016.

IDHEA – Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica. **Nove passos para a obra sustentável.** São Paulo, 2006. Apostila do curso Materiais Ecológicos e Tecnologias Sustentáveis. São Paulo, 2006.

INMETRO. **Etiqueta nacional de conservação de energia: máquinas de lavar roupa automáticas - lava e seca.** 2016. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/lavaseca.pdf>. Acesso em 22 out. 2016.

LEONE, J. T., CASTELNOU, A. M. N. **Diretrizes de projeto para arquitetura em containers.** Relatório final apresentado ao Grupo de Pesquisa em Teoria e História do Ambiente Construído – THAC, Universidade Federal do Paraná, 2014.

LEITE, I. **Como economizar água instalando redutor de vazão no chuveiro.** Globo G1, São Paulo, 04 ago. 2014. Disponível em: <http://g1.globo.com/sao-paulo/blog/como-economizar-agua/>. Acesso em: 19 out. 2016.

LUDOVICO, N. **Logística internacional: um enfoque em comércio exterior**. São Paulo: Saraiva, 2007.

MBM Engenharia. **Execução de fundação radier: passo-a-passo**. 2015. Disponível em: <http://www.ideiasdeprojetos.com/single-post/2015/08/06/>. Acesso em: 08 out. 2016.

MONTEIRO, A. S. **Energia solar fotovoltaica: guia prático**. São Paulo: Solarterra – Soluções em Energia Alternativa, 2008.

MONTENEGRO, A., REGUSE, W. **Panorama atual de utilização da energia eólica: fontes não-convencionais de energia**. Florianópolis: Labsolar, 2000.

MUSSNICH, L. B. Retrofit em containers marítimos para reuso na arquitetura e sua viabilidade. **Revista Especialize**, v. 1, n. 10, p. 1-22, 2015.

NAGAHARA, F. T. **Aplicação da energia solar em domicílios distantes da rede elétrica**. 2009. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Departamento de Engenharia Elétrica, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

NEOSOLAR ENERGIA. **Painel solar fotovoltaico**. 2016. Disponível em: <http://www.neosolar.com.br/>. Acesso em: 11 out. 2016.

PACHECO, R. A., OLIVEIRA, A. J., BEZERRA, M. M. Água: consumo sustentável em edificações multifamiliares no Rio de Janeiro. In: XIX SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA PUC-RIO, 2011. Rio de Janeiro, RJ **Anais eletrônicos**. Disponível em: http://www.puc-rio.br/pibic/relatorio_resumo2011/Relatorios/Roberta%20Pacheco.pdf. Acesso em: 17 out. 2016.

PEREIRA, P. I. **Construção sustentável: o desafio**. 2009. 106 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2009.

PINO, J. T., GALDINO, M. A. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: CEPEL - CRESESB, 2014

PRIMAPAGINA. **Retrofit resgata estruturas deterioradas e valoriza imóveis** – Terra. Disponível em: <http://vidaeestilo.terra.com.br/casa-e-decoracao/retrofit->

resgata-estruturasdeterioradas-e-valoriza-imoveis,92d3b1187c397310Vgn
VCM20000099cceb0aRCRD.html. Acesso em: 02 mai. 2016.

PROCEL. 2016. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp>. Acesso em: 22 out. 2016.

OLIVEIRA, M. L. F., COMMANDEUR, C. D., MAI, L. S., CAMPOS, M.. Análise do desperdício de energia elétrica residencial sob a ótica de equipamentos em modo standby. In: XXIII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2015. Ijuí, RS. Anais eletrônicos. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/salaoconhecimento/article/viewFile/4961/4147>. Acesso em: 22 out. 2016.

SCHUNCK, E., OSTER, H. J., BARTHEL, R., KIESSL, K. **Roof construction manual**. 1ª Edição. Basel: Birkhäuser Edition Detail, 2003.

SEMPRE SUSTENTÁVEL. **Projeto experimental do filtro de água de chuva de baixo custo modelo auto-limpante**. 2014. Disponível em: <http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/minicisterna/filtro-de-agua-de-chuva.htm>. Acesso em: 14 out. 2016.

SENRA, J. B. **Cuidando das águas por um Brasil melhor**. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. 2006. Disponível em: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:QksxIIQUhVEJ:www.cnrh.gov.br/index.php%3Foption%3Dcom_docman%26task%3Ddoc_download%26gid%3D700%26Itemid%3D+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br. Acesso em: 20 abr. 2016.

SERRÃO, M. A. S. **Dimensionamento de um sistema fotovoltaico para uma casa de varaneio em pouso da Cajaíba, Paraty**. 2010. 89 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica). Departamento de Engenharia Elétrica, Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

SETTI, A. A. Gestão de recursos hídricos; aspectos legais, econômicos e sociais. In: **Gestão de Recursos Hídricos**. SILVA, D. D., PRUSKI, F. F. (Ed.). Brasília, DF: Editora: UFV, 2000.

SILVA, C. E. M., SILVA, D. F. T. **Casas ecológicas**. 2011. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2011.

SILVA, N. C. **Telhado verde: sistema construtivo de maior eficiência e menor impacto ambiental**. 2011. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Especialização em Construção Civil) – Departamento de Engenharia de Materiais de Construção, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.

SILVA, R R., VIOLIN, R. Y. T. Gestão da água em canteiros de obras de construção civil. In: VIII EPCC- ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 2013. Maringá, PR. **Anais eletrônicos**. Disponível em: http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2013/oit_mostra/Robson_Rodrigo_da_Silva2.pdf. Acesso em: 23 out. 2016.