


**unesp**  **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
**CAMPUS DE GUARATINGUETÁ**

**MATHEUS MÜLLER**

**PROPOSTA DE EDIFÍCIO DE TECNOLOGIAS ECO EFICIENTES (E.T.Eco):**  
**FOMENTO A PESQUISA E DESENVOLVIMENTO ACADÊMICO DO**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL (DEC)**

Guaratinguetá - SP  
2016

**Matheus Müller**

**PROPOSTA DE EDIFÍCIO DE TECNOLOGIAS ECO EFICIENTES (E.T.Eco):  
FOMENTO A PESQUISA E DESENVOLVIMENTO ACADÊMICO DO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL (DEC)**

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Civil.

Orientadora: Márcia Regina de Freitas  
Coorientador: Daniel Clemente Vieira

Guaratinguetá - SP  
2016

M958p	<p>Müller, Matheus</p> <p>Proposta de edificio de tecnologias eco eficientes (E.T. Eco): Fomento a pesquisa e desenvolvimento acadêmico do departamento de engenharia civil / Matheus Müller– Guaratinguetá, 2016.</p> <p>60 f. : il.</p> <p>Bibliografia : f. 56-60</p> <p>Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2016.</p> <p>Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> Márcia Regina de Freitas Coorientador: Prof. Dr. Daniel Clemente Vieira</p> <p>1. Construção modular. 2. Edificações. 3. Compostagem. I. Título</p>
-------	---

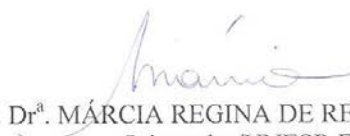
**MATHEUS MÜLLER**


ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO  
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE  
"GRADUADO EM ENGENHARIA CIVIL"

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

  
Prof. Dr. ENOS ARNEIRO NOGUEIRA SILVA  
Coordenador

**BANCA EXAMINADORA:**

  
Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. MÁRCIA REGINA DE REITAS  
Orientador/UNESP-FEG

  
Prof. Dr. ENOS ARNEIRO NOGUEIRA SILVA  
UNESP-FEG

  
Prof. Msc. DANIEL CLEMENTE VIEIRA  
UNESP-FEG

Novembro/2016

Dedico este trabalho a meus pais, pelo incentivo, a minha noiva, pela inspiração, e aos alunos da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, pelas novas oportunidades que espero lhes proporcionar.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a vida pelas inúmeras possibilidades que me apresentou, agradeço a sabedoria que tive, em momentos oportunos, de agarrar tais possibilidades, lutando por elas e chegando mais longe, gerando novas perspectivas e caminhos.

Agradeço aos professores da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá (FEG – UNESP), em especial aos professores do Departamento de Engenharia Civil (DEC), enfatizando ainda aqueles que lutaram por nós, os alunos, na defesa de nossos direitos e interesses, proporcionando aulas tão importantes e nos incentivando a alcançar o distante.

Agradeço a minha orientadora e amiga *Prof. Dr. Márcia Regina de Freitas*, aos meus professores e amigos *Daniel Clemente Vieira, Enos Arneiro, Paulo Valladares e George de Paula Bernardes*, que jamais deixaram de me incentivar e apoiar.

Agradeço a minha família, meus pais, irmã e noiva, que sempre incentivaram meus estudos, sempre se fazendo presentes e me dando forças em momentos de dificuldade.

Agradeço às funcionárias da Biblioteca do Campus de Guaratinguetá pela dedicação, presteza e principalmente pela vontade de ajudar,

Agradeço aos funcionários da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá pela dedicação e alegria no atendimento.

*“If I have seen further it is by standing on the shoulders  
of Giants.”*

Isaac Newton

## RESUMO

Perante um cenário de crise urbana e ambiental no mundo, com consumo desmedido de recursos, poluição de mananciais, produção de lixo cada vez maior, população crescente, entre outros, se faz necessária atitudes visando a sustentabilidade e a eco eficiência do meio urbano. Neste trabalho final de graduação procura-se demonstrar como é possível, através de técnicas e tecnologias, se alcançar este grau de interação, compactuando com o meio ambiente e tornando o modelo de vida humano mais amigável para com a natureza. As metodologias e tecnologias abordadas são a construção modular com *containers*, compostagem do lixo orgânico, cultivo de horta doméstica, uso de águas pluviais para finalidades não potáveis, estantes de luz para iluminação diária, Powerwall para suprimento de eletricidade e emancipação da rede de distribuição e, por fim, certificação LEED. Deste modo, almeja-se demonstrar através de um estudo de caso disposto neste trabalho, as melhorias acarretadas com estas técnicas e tecnologias e, fomentar a pesquisa acadêmica no campus da Faculdade de Engenharia da Guaratinguetá, através da iniciativa de construção de uma edificação modelo, proposta por Müller e Freitas (2016), para estudos diversos e otimização na área do ambiente construído. Conclui-se que todas as melhorias propostas a um edifício tem impacto positivo, melhorando consideravelmente os gastos construtivos e de utilização, bem como o impacto gerado por uma edificação, porém, que devido a falta de políticas públicas e incentivo do governo, falta de estudo academia-mercado e custo de implementação, estas ainda não tem grande possibilidade de difusão pelo país.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Containers*. Compostagem. Água pluvial. Estantes de luz. Powerwall. LEED.

## **ABSTRACT**

Facing an urban and environmental crisis scenario in the world, with immoderate consumption of resources, pollution of water sources, increasing production of waste, growing population, and more, an action is made necessary, this action aiming at the sustainability and eco-efficiency of the urban environment. Therefore, this final graduation work seeks to demonstrate how it is possible, using techniques and technologies, to achieve this degree of interaction, working with the environment and making the human way of life friendlier to the nature. The methodologies and technologies discussed are the modular construction with containers, composting of organic waste, home garden cultivation, use of rainwater for non-potable purposes, Light Shelving day light, Powerwall to supply electricity and emancipate the edification from the distribution network and, lastly, LEED certification. That way, demonstrating through a case study the improvements brought with these techniques and technologies, promoting academic research on FEG campus and proposing the construction of a model edification for maintenance of several studies and optimization in the environmental area built. It is concluded here that all the proposed improvements have a positive impact to a building, greatly improving money economy and the impact generated by a building, however, due to lack of public policies and government incentives, lack of studies involving universities-market and implementation cost, this technics and technologies doesn't have great possibilities for diffusion across the country

**KEYWORDS:** Containers. Composting. Rainwater. Light Shelving. Powerwall. LEED.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Disposição dos <i>containers</i>	18
Figura 2 – Planta baixa	19
Figura 3 – Alocação no campus da FEG	20
Figura 4 – Demonstrativo de <i>container</i> Dry High Cube externo	22
Figura 5 – Demonstrativo de sistema de captação e armazenagem pluvial	23
Figura 6 – Demonstrativo de composteira e minhocário	24
Figura 7 – Demonstrativo de horta doméstica	25
Figura 8 – Demonstrativo do Powerwall TESLA	26
Figura 9 – Demonstrativo de estante de luz	26
Figura 10 – Demonstrativo de certificações LEED	28
Figura 11 – Demonstrativo de tabela pelo método analítico de Rippl	35
Figura 12 – Regiões de insolação no Brasil	42
Figura 13 – Perspectiva da edificação proposta	47

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	14
<b>2</b>	<b>OBJETIVO</b>	16
2.1	Objetivo geral	16
2.2	Objetivo específico	16
<b>3</b>	<b>PROPOSTA</b>	18
<b>4</b>	<b>DEFINIÇÕES DAS TÉCNICAS E TECNOLOGIAS</b>	21
4.1	Construção modular ( <i>Containers</i> )	21
4.2	Captação, armazenagem e uso de água pluvial	22
4.3	Composteira e minhocário	23
4.4	Horta doméstica	24
4.5	Powerwall TESLA	25
4.6	Estante de luz	26
4.7	Certificação LEED	27
<b>5</b>	<b>DIMENSIONAMENTO E INSTALAÇÃO DAS TÉCNS. E TECNOs.</b>	29
5.1	Construção modular com containers	29
5.1.1	Metodologia de dimensionamento	29
5.1.1.1	Fundação e alocação dos <i>containers</i>	29
5.1.1.2	Pintura e proteção contra intempéries	30
5.1.1.3	Cortes no <i>container</i>	30
5.1.1.4	Instalações prediais	30
5.1.2	Recomendações	30
5.1.3	Manutenção	31
5.1.4	Economia	31
5.2	Captação, armazenagem e uso pluvial	31
5.2.1	Metodologia de cálculo e dimensionamento	31
5.2.1.1	Consumo	32
5.2.1.2	Área de captação pluvial	33
5.2.1.3	Calhas e condutores	33
5.2.1.4	Coefficiente de <i>runoff</i>	34
5.2.1.5	Armazenagem	34
5.2.1.5	Bombeamento	36
5.2.2	Recomendações	36

5.2.3	Manutenção	37
5.2.4	Economia	37
5.3	Composteira e minhocário	37
5.3.1	Metodologia de dimensionamento	38
5.3.1.1	Fase de fermentação	38
5.3.1.2	Fase de bioestabilização	38
5.3.1.3	Fase de humidificação	38
5.3.2	Recomendações	38
5.3.3	Economia	39
5.4	Horta doméstica	40
5.4.1	Metodologia de dimensionamento	40
5.4.2	Recomendações	40
5.4.3	Manutenção	40
5.4.4	Economia	40
5.5	Powerwall TESLA	41
5.5.1	Metodologia de dimensionamento	41
5.5.2	Recomendações	41
5.5.3	Manutenção	42
5.5.4	Economia	42
5.6	Estante de luz	43
5.6.1	Metodologia de dimensionamento	43
5.6.2	Manutenção	43
5.6.3	Economia	43
5.7	Certificação LEED	43
5.7.1	Metodologia de dimensionamento	44
5.7.2	Recomendações	45
<b>6</b>	<b>ESTUDO DE CASO</b>	<b>47</b>
6.1	Vantagens para a FEG e seus departamentos	48
6.2	Possíveis pesquisas e produções acadêmicas iniciais	48
6.3	Contato inicial com o mercado	49
6.4	Empresa júnior Jovens Projetistas (JP)	49
6.5	Construção modular ( <i>Containers</i> )	49
6.6	Captação, armazenagem e uso pluvial	50
6.7	Composteira e minhocário	52

6.8	Horta doméstica	52
6.9	Powerwall TESLA	52
6.10	Estante de luz	53
6.11	Certificação LEED	53
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>54</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>56</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente o mundo passa por um momento singular, sua população ultrapassa a marca dos sete bilhões de pessoas, das quais 81% estão aglomeradas em meios urbanos e, destes, a grande maioria em precariedade residencial e sanitária (ONU, 2016) ; (SCANAVACA Jr., 2012). Agravando esta situação, os centros urbanos são cada vez mais desordenados, possuindo pouca ou nenhuma fidelidade a um plano de gerenciamento, crescendo sem um planejamento e proporcionando, assim, situações de falta de água, energia elétrica, saneamento, infraestrutura, entre outros (PAULA, 2015).

Apesar destes conhecimentos, o ser humano insiste em tratar os recursos do planeta como infinitos, usando-os sem comedimento, destruindo o que está além do reparo, puramente pelo valor agregado a um símbolo que, abstrato como é, não existe sem o homem. Assim, até mesmo um dos recursos mais importantes, como a água, é tratado com descaso, sendo poluída e desperdiçada de diversas formas (SIQUEIRA CAMPOS, 2004). Mas, ao contrário do tratamento que recebe, por este recurso ser finito e constante no planeta (TOMAZ, 2003), já se encontra comprometido e insuficiente (JAQUES, 2005), não atendendo plenamente a população que o polui e, muito menos o meio que o contém.

Apesar de a água ser abundante no planeta, cobrindo mais de 70% de sua superfície, a água doce líquida é representativa de apenas uma pequena fração deste montante, possuindo a grandeza de menos de 1% do total da água existente no mundo (USGS, 2015) e, mesmo o Brasil possuindo em seu território 12% do total de água doce (TUCCI *et al*, 2001), foi assolado por uma intensa crise hídrica em meados de 2014 (OLIVEIRA FILHO, 2014). Esta crise, gerada por problemas de planejamento, crescimento populacional e outros fatores, teve impacto tamanho que exauriu o principal sistema provedor de água de São Paulo, o Cantareira (MARTINS, 2014). Como antevê Ghisi (2006), diversos países sofrerão com a problemática da água, tendo que superar desafios para manterem o fornecimento deste recurso a suas populações.

Como o Brasil é um país que possui sua matriz energética bastante ligada a corpos hídricos, por ser representada pela geração de energia elétrica predominantemente em hidroelétricas, a falta de água acarreta ainda no problema de falta de eletricidade. Porém, perante a esta situação, atentando-se para o potencial tecnológico que possuímos, ressaltam-se as possibilidades de coleta, armazenagem e uso pluvial (GHISI, 2006), diminuindo a demanda de coleta de água de mananciais e salvando-a a finalidades mais nobres, ainda, a produção de

energia elétrica solar fotovoltaica tem grande potencial de geração limpa e descentralizada (SANTOS, 2009), compactuando com a solução desta problemática.

Não são apenas os problemas relativos à extração de recursos que preocupam a saúde do planeta, pois, com o crescimento populacional e o modelo de vida consumista, incentivando a indústria, se produz cada vez mais lixo. Este lixo é geralmente disposto em aterros sanitários, mas esta solução não é inteiramente funcional, escondendo o problema e proporcionando a poluição do solo, lençóis freáticos, corpos hídricos, entre outros, através da produção do chorume que ocorre nestas localidades (NASCIMENTO FILHO; MÜHLEN; CARAMÃO, 2001).

Pode-se estimar que a produção de lixo residencial é composta por 67% de lixo orgânico, capaz de ser processado em composteiras para a produção de substrato, e o restante passível de ser reciclado (WANGEN, 2010). Além disso, estima-se que existe até 33% de perda de material na construção civil e até 30% de perda de estoques alimentícios em feiras e supermercados (SALVARO *et al*, 2007), recursos estes que poderiam ser aproveitados mediante a melhor gerenciamento.

Apesar de todas estas situações de precariedade e da possível medida de solução ou amenização das mesmas, não existe ainda incentivo funcional por parte do governo ou concessionárias que visem a implementação de tais medidas pela indústria ou população (TOMAZ, 2003). Assim, neste trabalho inicia-se movimento de pesquisa, procurando ilustrar possíveis soluções, incentivando alunos, empresas e população pela busca de um modelo de vida mais eco eficiente (MÜLLER; FREITAS, 2016).

## 2 OBJETIVO

### 2.1 Objetivo Geral

Este Trabalho Final de Graduação (TFG) tem como objetivo propor a construção de uma edificação de desenvolvimento acadêmico e de mercado no Campus da FEG – UNESP, fomentando a produção científica em especial do DEC, e adotando como foco a eco eficiência nos ambientes construídos, demonstrando suas possibilidades e as sinalizando ao mercado consumidor.

### 2.2 Objetivo específico

Este trabalho elabora uma proposta de edificação eco eficiente, aliando métodos construtivos e tecnologias pertinentes, tendo como foco o uso consciente dos recursos envolvidos, tanto em sua execução, quanto em seu desempenho como edificação.

O projeto descrito tem como proposta inicial a abordagem de sete temas, analisando-os quanto a exequibilidade, benefícios de implementação e eco eficiência.

- 1-Construção modular (*Containers*);
- 2-Captação, armazenagem e uso pluvial;
- 3-Composteira e minhocário;
- 4-Horta doméstica;
- 5-Energia elétrica TESLA;
- 6-Estante de luz; e
- 7-Certificação LEED.

Estes temas são abordados de forma a se determinar sua eficiência em comparação ao convencional, apontando suas vantagens e sua exequibilidade. Descrevendo também possibilidades novas relacionadas às edificações, que não somente a estadia.

Demonstrar que as cidades podem alcançar cenários de maior eficiência, com menor impacto ao meio ambiente, através de economias geradas com edificações que adotem as técnicas e tecnologias abordadas aqui.

Visa-se também proporcionar um contato maior entre os estudantes de graduação, mestrado e doutorado, estes trabalhando em conjunto. Procura-se ainda criar um contato maior entre empresas e academia, ligando a pesquisa realizada pelos estudantes a possibilidades reais de mercado. Compactuando com este contato e com a manutenção da

edificação, conta-se com a equipe de alunos, professores, professor orientador e com o apoio da empresa Júnior Jovens Projetistas.

Objetiva-se, finalmente, com os estudos que serão posteriormente realizados, uma vez pronta a edificação, a criação de patentes de produtos eco eficientes para edificações, que em parceria com empresas e academia, rompam paradigmas que atrasam o desenvolvimento sustentável.

### 3 PROPOSTA

Perante a situação de insustentabilidade atual, agravada por fatores que podem ser trabalhados para uma melhor perspectiva, propõem-se a construção de uma edificação modelo para pesquisas no Campus da FEG – UNESP. Esta edificação agregará metodologias e tecnologias eco eficientes, demonstrando sua viabilidade, criando novas soluções e fomentando a pesquisa na área da construção civil e do ambiente construído.

A edificação deverá ser construída através de pesquisas realizadas por alunos da UNESP, atentando-se a metodologia construtiva e sua eficiência, agregando produtos e tecnologias com cunho sustentável do mercado, fomentado por órgãos e empresas com interesse na proposta e com o auxílio da empresa júnior Jovens Projetistas, futura mantenedora da edificação.

A técnica construtiva aplicada à edificação é a modular, para assim, além de prezar pela economia e diminuição do desperdício de material, colaborar ainda para o estudo de novas técnicas e tecnologias que venham a surgir, tornando fácil sua instalação e interação com a edificação.

O projeto proposto é composto por 6 *containers*, estes dispostos como demonstrado na Figura 1.

Figura 1: Disposição dos *containers*

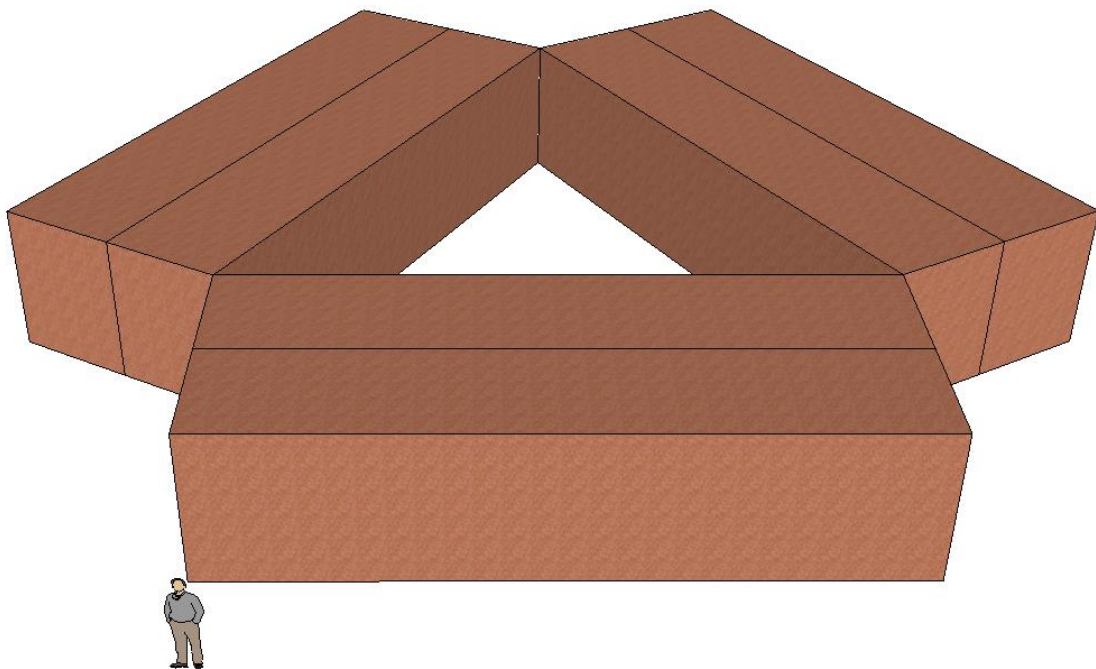
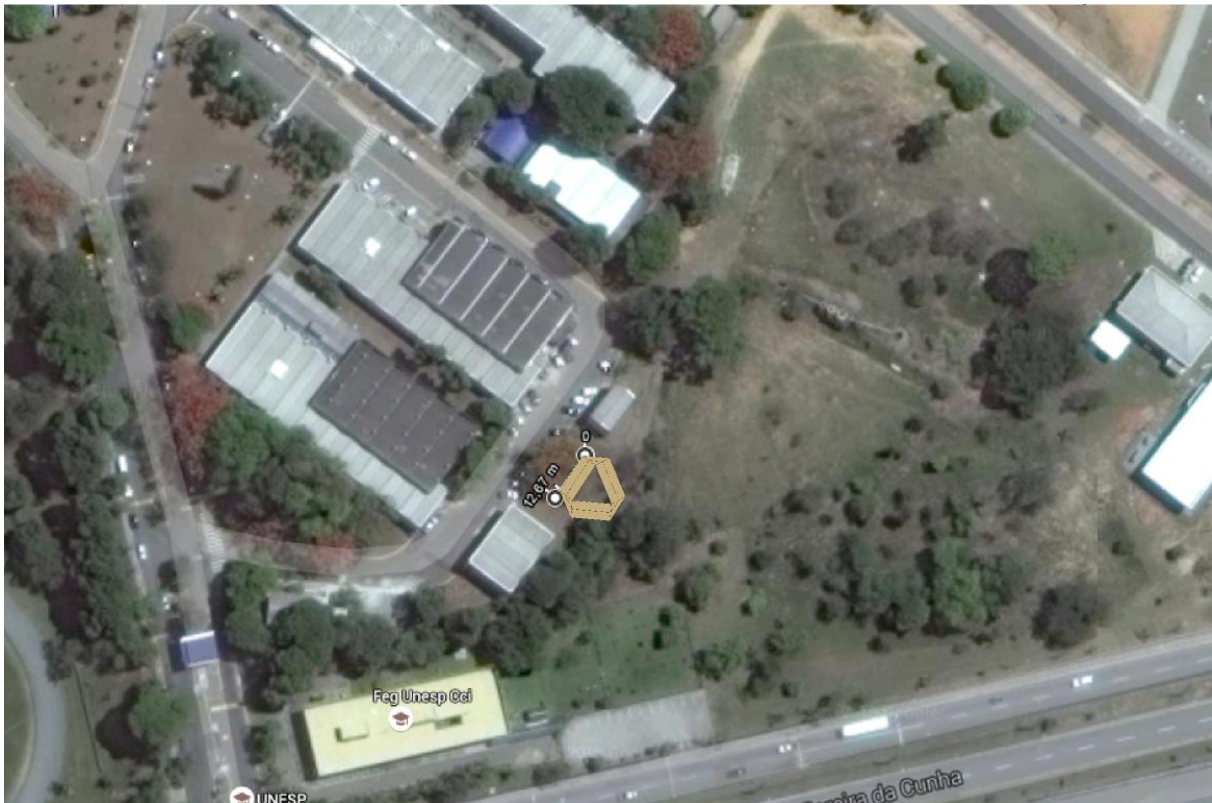




Figura 3: Alocação no campus da FEG



Fonte: Autor, 2016.

A execução desta proposta abordará três grandes fases: fase de projeto, fase de construção e fase de utilização. A fase de projeto é a que se encontra em andamento, representando a revisão bibliográfica dos temas abordados, a execução dos projetos executivos e arquitetônico e o primeiro contato entre academia, mercado e agências de fomento.

A segunda fase, de construção, será representada pelo estudo do melhor método construtivo, analisando-se fatores como a economia, desperdício e eficiência construtiva. Nesta fase tem-se como foco o desenvolvimento de uma metodologia construtiva otimizada, pensada, criando-se assim um manual de construção modular e eco eficiente.

A terceira fase será iniciada com o fim da construção e início da utilização da edificação, visando a correlação de valores entre o convencional e o proposto, o estudo do custo-benefício e a coleta de dados dos recursos implementados. Nesta fase têm-se como foco a produção de artigos científicos, patentes, cursos e estudos diversos relacionados à edificação, estes, sendo coordenados pelo professor orientador e pelos Jovens Projetistas.

## 4 DEFINIÇÕES DAS TÉCNICAS E TECNOLOGIAS

Neste capítulo serão apresentadas as definições gerais quanto aos sete temas que serão abordados neste TFG, quanto à literatura, artigos científicos, normatização e as partes que os compõem. Procura-se, assim, definir para o entendimento geral sobre o que está sendo utilizado, sua funcionalidade e função na edificação proposta.

### 4.1 Construção modular (*Containers*)

*Containers* são caixas metálicas, constituídas na maioria das vezes por aço, utilizadas para o transporte de mercadorias, planejados para resistirem a inúmeros esforços e com longa vida útil. Hoje em dia existe um aumento do uso de *containers* na construção civil, no canteiro de obras, em escritórios, lojas e até mesmo moradias.

Dentre as modalidades de *containers* existentes no mercado, a que mais interessa a engenharia civil é o *Dry High Cube* externo, com medidas de 2,79 m de altura, 2,44 m de largura e 12,00 m de comprimento (OCCHI; ROMANINI, 2014), como mostra a Figura 4. Este modelo de *container* é o que possui maiores dimensões no mercado atual, não possuindo revestimentos e nem sistema de refrigeração.

Como os *containers* são planejados para resistirem ao empilhamento, já possuem uma boa e resistente estrutura, assim, quando utilizados em obras residenciais, poupa-se o trabalho da confecção de vigas e pilares, reduzindo o tempo da construção e diminuindo a geração de resíduos, alcançando uma situação de maior economia e eficiência.

É necessário, contudo, garantir a estanqueidade termo acústica nessas edificações e, para tanto, deve-se seguir a Norma Brasileira 15.575 (ABNT, 2013), relacionada ao desempenho de edificações habitacionais, garantindo-se assim o conforto necessário.

Figura 4: Demonstrativo de container *Dry High Cube* externo



Fonte: (<http://www.containerstock.net/listing/40%E2%80%B2-high-cube-dry-van-container/>)

#### 4.2 Captação, armazenagem e uso de água pluvial

Um sistema de captação, armazenagem e uso pluvial é caracterizado pela coleta de água da chuva, armazenamento da água coletada e uso desta para finalidades desejadas. O sistema é basicamente compreendido pela superfície de coleta, tubulações e interações, como um filtro, que a levem ao recipiente de armazenamento, geralmente uma caixa da água e, desta, tubulações que a levem ao destino pretendido, como torneiras e bacias sanitárias.

Conforme IPT (2015) e Tomaz (2003), os principais componentes para a captação e uso de água da chuva são:

- Superfície de captação: Geralmente compreendendo os telhados das casas, indústrias ou edifícios, podendo possuir revestimento de telhas (tipo cerâmicas, fibrocimento, ferro galvanizado, entre outras) ou serem constituídos por lajes (revestidas com pisos, concreto, etc.).
- Calhas e condutores: Para a captação e condução da água da chuva, podem ser feitos de PVC ou metal.
- *By Pass*: Correspondendo a um sistema de descarte, manual ou automático, da primeira lavagem da superfície de captação pela chuva, limpando assim o grosso da sujeira acumulada.
- Filtro: Para remoção de partículas em suspensão.

- Reservatório: Recipiente de armazenamento para a água coletada, podendo estar elevado, apoiado, semi-enterrado ou enterrado, sendo construído de alvenaria, concreto armado, plástico, poliéster, entre outros.
- Extravasador: Responsável por evitar o transbordamento do reservatório, liberando o excesso de água por este elemento (ladrão). Este deve possuir proteção para evitar a entrada de pequenos animais no reservatório.

Com o correto dimensionamento e instalação dos componentes do sistema de captação, armazenagem e uso de água da chuva é possível alcançar valores de economia de água potável de até 38% (SILVA; SOUSA; CARVALHO, 2015).

Figura 5: Demonstrativo de sistema de captação e armazenagem pluvial



Fonte: (<https://blog.casashow.com.br/5-maneyras-reaproveitar-agua-casa/>)

### 4.3 Composteira e minhocário

O lixo orgânico é atualmente disposto para a coleta pública, apesar de possuir grande potencial de aproveitamento, sendo fonte de aminoácidos, vitaminas, proteínas, sais minerais, macro e micronutrientes que proporcionam uma boa atividade de oxidação, podendo ser aproveitado para a compostagem e, portanto, representando uma melhor alternativa a sua disposição (PEREIRA NETO, 1989).

A compostagem, então, corresponde na modificação de resíduos orgânicos em substâncias húmicas, por processo biológico (TEIXEIRA *et al*, 2004). Em outras palavras, a compostagem, a partir da mistura de restos orgânicos advindos de restos de alimentos, folhas, frutos, esterco, dentre outros, produz ao final de seu processo, adubo capaz de ser usado em hortas para melhorar as capacidades do solo (SOUZA *et al*, 2001), por ser um material rico em nutrientes, utilizado para cultivar plantações e capaz de agir como um corretivo de solos ácidos (WANGEN, 2010).

A composteira, então, é uma ferramenta simples capaz de proporcionar este processo, sendo composta por um recipiente com orifícios de aeração e tampa. É comum, também, junto à composteira implementar o chamado minhocário, onde as minhocas servem à função de auxílio e aceleração do processo de compostagem (Figura 6).

Figura 6: Demonstrativo de composteira e minhocário



Fonte: (<http://www.pensamentoverde.com.br/dicas/passos-aprenda-minhocario-domestico/>)

#### 4.4 Horta doméstica

Uma horta doméstica é correspondente na produção de hortifrúteis em ambiente residencial, em pequena escala, para o consumo próprio dos residentes (Figura 7). Estas hortas podem ser confeccionadas em pequenos espaços de terreno no quintal, em floreiras, vasos, entre outros (TORRES, 2008).

Figura 7: Demonstrativo de horta doméstica



Fonte: (<http://revistacasaedjardim.globo.com/Casa-e-Jardim/Galeria-de-fotos/fotos/2014/01/horta-em-casa.html>)

#### 4.5 Powerwall TESLA

O sistema Powerwall utiliza painéis solares e baterias, sendo diariamente recarregado pelo sol, sem emissão de poluentes, sem consumo de eletricidade e tendo garantia de 10 anos, sendo somente necessário o gasto de sua compra e instalação.

TESLA Powerwall é a bateria recarregável de escala residencial, desenvolvida para armazenar energia elétrica para situações de queda ou suprimento. Feita para casas, é capaz de manter, dependendo da região, uma residência totalmente desconectada da rede elétrica, funcionando apenas com energia solar. O Powerwall tem como base a tecnologia da bateria de íon de Lítio, estas tendo *design* modular, adaptado da tecnologia usada nos carros elétricos da TESLA (TESLA, 2015).

As unidades residenciais do Powerwall são constituídas por uma cabine projetada para fixação na parede, podendo ter 7kWh ou 10kWh (TESLA, 2015). Várias unidades podem ser conectadas para criar um sistema de maior potência.

Figura 8: Demonstrativo do Powerwall TESLA



Fonte: (<https://www.tesla.com/powerwall>).

#### 4.6 Estante de luz

Estantes de luz são como uma prateleira horizontal refletora na parte superior de uma janela, localizadas acima do nível da visão e possibilitando que a luz do dia chegue a uma maior profundidade em uma edificação (HPTST, 2010), como se vê na Figura 9. Estas estantes devem possuir a parte superior com grandes índices de reflexão de luz, proporcionando assim um melhor desempenho de sua função.

Figura 9: Demonstrativo de estante de luz



Fonte: (<https://www.ykkap.com/commercial/product/sun-control/luminance/>).

#### 4.7 Certificação LEED

A ideia de implementar técnicas e tecnologias que visem a sustentabilidade na construção civil vem sendo amplamente difundida no mercado. Obras de engenharia naturalmente geram impactos ambientais, mas estes podem ser minimizados com o uso de novas metodologias de construção. Alguns países já vêm desenvolvendo técnicas e modelos de avaliação dos impactos ambientais causados pela construção civil, para certificação, como é o caso do BRE na Inglaterra, CASBEE no Japão, HQE na França e o mais difundido, LEED dos Estados Unidos.

Liderança em *Design* de Energia e Meio Ambiente, é o chamado LEED, esse modelo é aplicado também no Brasil, atualmente o quarto país do mundo com maior quantidade de registros de certificação de edifícios sustentáveis (U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, 2008).

Os projetos de edificação com certificado LEED são realizados com a implementação de novas e inovadoras técnicas e tecnologias, implicando naturalmente na valorização do imóvel, mas, por outro lado, implicando em uma mão de obra mais qualificada, maior investimento na fase de obra, entre outros.

De acordo com Costa e Moraes (2012), a certificação implica no desenvolvimento da construção civil, no sentido de práticas mais sustentáveis, bem como na melhora da gestão da obra, na redução de consumo e perda de materiais. A certificação permite, também, que o usuário tenha conhecimento das melhorias de desempenho ambiental geradas por sua implementação, comparadas com o convencional.

O processo de certificar uma obra de construção civil está condicionado a três fatores, sendo eles econômicos, sociais e ambientais. Estes devem ser balanceados a fim de convergir no pensamento chamado *Triple Bottom Line*, que segundo Silva (2003), congrega as dimensões ambiental, social e econômica do desenvolvimento sustentável.

LEED ou Leadership in Energy and Environmental Design (Figura 10) é um sistema internacional de certificação e orientação ambiental para edificações, utilizado em 143 países (LEED, 2015). Funciona com o intuito de incentivar a transformação dos projetos, obra e operação das edificações, sempre com foco na sustentabilidade de suas atuações.

Obter um certificado LEED ajuda a maximizar a eficiência da operação e minimizar custos e impacto ao meio ambiente.

Figura 10: Demonstrativo de certificações LEED



Fonte: (<http://sterrittlumber.com/company/partners/>)

## 5 DIMENSIONAMENTO E INSTALAÇÃO DAS TÉCNICAS E TECNOLOGIAS

Neste tópico serão expostas as metodologias de dimensionamento, funcionamento e instalação, focando no desempenho e características agregadas à edificação, advindas da aplicação da técnica ou tecnologia abordada.

### 5.1 Construção modular com *Containers*

A realização de construções com *containers* vem se difundindo gradativamente na construção civil, porém, sua metodologia construtiva é singular a de alvenaria convencional. Essa distinção acarreta em diversos fatores de facilidades ou empecilhos agregados à construção modular sugerida. Assim, para a construção modular com *containers*, uma série de condições deve ser atendida e a Norma ABNT NBR 10.575 (2013) deve ser seguida.

#### 5.1.1 Metodologia de dimensionamento

Dentre as singularidades construtivas para a construção modular com *containers*, as que seguem se ressaltam como as mais importantes.

##### 5.1.1.1 Fundação e alocação dos *containers*

Uma vez que o terreno de implementação e os *containers* para a construção já tenham sido adquiridos, o estudo do terreno quanto às propriedades do solo, estudo de tipo de fundação que se deseja implementar e o transporte dos *containers* até o local da obra devem ser averiguados. O projeto deve ser bem realizado e pensado.

O estudo da fundação é muito semelhante ao realizado em edificações convencionais, porém, deve ser considerado que não é necessária uma fundação *radiê* no percurso de todo um *container*, portanto, a fundação pode ser realizada por estacas e sapatas somente nos quatro pontos correspondentes aos vértices do elemento.

Ressalta-se que a fundação deve manter os *containers* afastados do contato com o solo (radiê, estacas, pilares com sapatas, etc), evitando umidade e respingos de chuva, para assim, garantir sua estanqueidade física e prevenir danos futuros.

### **5.1.1.2 Pintura e proteção contra intempéries**

Para uma melhor conservação e vida útil do *container*, recomenda-se que este receba uma pintura protetora. Esta pintura é semelhante à utilizada em sua função normal, realizada para evitar a ferrugem e permitir seu uso ao tempo, resistindo às intempéries.

Esta pintura procura garantir resistência suficiente às intempéries externas sem perdas de resistência e integridade da estrutura do *container*.

### **5.1.1.3 Cortes no *container***

É necessária a realização de cortes nos *containers*, para a alocação das portas e janelas. Para a realização destes cortes é necessário um serralheiro e deve-se atentar que, para vãos superiores a 1/3 do comprimento do *container*, fazem necessário o acréscimo de vigas e colunas de sustentação, garantindo assim sua integridade estrutural.

### **5.1.1.4 Instalações prediais**

As instalações prediais (hidráulica, elétrica, etc.) em um *container* devem seguir os padrões e metodologias construtivas de uma construção convencional; devem ser feitas internamente às paredes e, estas receberem como acabamento *drywall*, OSB (Oriented Strand Board), MDF (Medium Density Fiberboard), gesso acartonado, entre outros. As paredes internas podem ser construídas com estrutura *Steel Frame* ou *Wood Frame* e revestidas da mesma forma que as paredes internas às faces do *container*.

O piso de uma edificação de *containers* é realizado com a mesma metodologia e os mesmos materiais de uma construção convencional.

## **5.1.2 Recomendações**

Devido à estrutura metálica, o conforto térmico e acústico em um *container* deve receber atenção especial, assim, a ABNT NBR 15.575 deve ser seguida, garantindo o conforto térmico e acústico na edificação.

Para uma construção deste tipo a prefeitura local deve ser consultada, a fim de averiguar a documentação necessária a sua execução. Geralmente os documentos são os mesmos necessários a uma construção convencional.

### 5.1.3 Manutenção

É necessário garantir a manutenção de construções em *container*, seguindo os manuais de Operação e Manutenção em conformidade com a NBR 14.037, seguindo à gestão da manutenção de acordo com a NBR 5.674 (ABNT, 2008).

### 5.1.4 Economia

Em uma visão geral, o valor final da execução do projeto será a soma dos custos do valor do *container*, das adaptações (cortes), da fundação, do transporte e descarregamento, das instalações prediais e do terreno onde será implantado.

É estimado que uma construção realizada com *containers* fique até 30% mais barata do que uma construção realizada por métodos convencionais (SCHONARTH, 2013). Além disso, como descreve Sotello (2012), uma edificação confeccionada por dois *containers* de 40 pés, aproximadamente 60 m<sup>2</sup>, leva apenas sete dias para ficar pronta e tem o valor do metro quadrado construído (com acabamento) de aproximadamente 950,00 reais.

## 5.2 Captação, armazenagem e uso pluvial

O dimensionamento do sistema de captação de água da chuva deve seguir a recomendação de Ghisi *et al* (2006), que adverte para a necessidade de análise independente a cada caso de implementação, tendo em vista que existe um grande número de fatores que influenciam em seu dimensionamento. Assim, não existindo um tamanho predefinido, este deve ser avaliado a cada local de coleta. No Brasil, para o dimensionamento do sistema, deve-se seguir a ABNT NBR 15527 :2007.

Os passos de dimensionamento e instalação, dispostos na sequência, são baseados nas Normas brasileiras (NBRs) e na literatura de Tomaz (2005).

### 5.2.1 Metodologia de cálculo e dimensionamento

Para uma correta concepção do sistema devem ser levados em conta alguns fatores, dentre estes os mais importantes são o consumo de água na edificação, a área disponível para captação pluvial, as calhas e condutores do sistema, o coeficiente de *runoff* (representativo do

escoamento superficial correspondente a lavagem superficial do telhado pela chuva) e o recipiente de armazenamento da água captada.

A elaboração do projeto deve ser baseada na ABNT NBR 5626:1998 e ABNT NBR 10844:1989, deve ainda apresentar a quem e para que se destina o uso da água pluvial, bem como se estimar sua demanda. Para o dimensionamento, séries históricas de precipitação devem ser estudadas, podendo ser encontradas em fontes como a Hidroweb, *site* com dados fornecidos pela Agência Nacional de Águas (ANA), ou Nurma, *site* com as precipitações históricas fornecidas pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) da USP (Universidade de São Paulo).

### 5.2.1.1 Consumo

O consumo de água por habitante por dia é variável as regiões do Brasil, devendo ser analisado especificamente a localidade pretendida ao sistema pluvil. Conforme dados do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SINS, 2014), o consumo de água médio por regiões do país se estabelece da seguinte forma:

- 187,9 l/hab.dia na região Sudeste;
- 158,8 l/hab.dia na região Centro-Oeste;
- 154,2 l/hab.dia na região Norte;
- 153,6 l/hab.dia na região Sul; e
- 118,9 l/hab.dia na região Nordeste.

Com o consumo médio *per capita* é possível se estimar as finalidades de uso e, assim, a quantidade de água destinada a funções que não demandem potabilidade. O gasto de água potável em uma residência, proveniente de distribuição pública, pode ser subdividido da seguinte maneira (SILVA; SOUSA; CARVALHO, 2015):

- 39% em chuveiros;
- 1% em lavagem de louças;
- 14% em torneiras;
- 8% na pia da cozinha;
- 29% em descargas sanitárias;
- 8% em máquina de lavar; e
- 1% em usos externos.

Sendo estipulado, assim, uma economia possível de cerca de 38% (descargas sanitárias, máquina de lavar e usos externos) com finalidades não potáveis.

### 5.2.1.2 Área de captação pluvial

A área de captação pluvial corresponde à superfície de onde se pretende aproveitar a incidência de chuva, sendo representada pela sua projeção horizontal, através da qual, com os índices pluviométricos de séries históricas, consegue-se estimar a quantidade de água passível de ser obtida. O volume captado pode ser estimado pela Equação 1.

$$V_c = A_c \times I \times 10^{-3} \quad \text{Eq. [1]}$$

Em que:

$V_c$  = volume captado ( $m^3$ );

$A_c$  = área da seção do tanque de sedimentação ( $m^2$ );

$I$  = altura do nível de água (mm).

### 5.2.1.3 Calhas e condutores

O dimensionamento das calhas e condutores deverão seguir as especificações da NBR 10844:1989, possuindo dimensões mínimas e, no caso das calhas, inclinação mínima, não sendo menor do que 0,5%.

A vazão de projeto na calha é determinada pela área superficial de captação e pela intensidade pluviométrica, como se vê na Equação 2.

$$Q = [I \times A] \div 60 \quad \text{Eq. [2]}$$

Em que:

$Q$  = vazão de projeto (L/min);

$I$  = intensidade pluviométrica (mm/h);

$A$  = área de contribuição ( $m^2$ ).

Os condutores pluviais podem ser constituídos de uma grande variedade de materiais, sendo a cada um deles atribuído um valor para o coeficiente de rugosidade de *Manning*. Este valor pode ser encontrado em tabelas, manuais e descritivos de produtos, fornecidos por seus fabricantes e pela literatura. A fórmula de *Manning* é descrita na Equação 3, a seguir.

$$Q = 60000 \times [A \div n] \times [Rh^{2/3}] \times S^{1/2} \quad \text{Eq. [3]}$$

Em que:

$Q$  = vazão de projeto (L/min);

**A** = área de seção molhada ( $m^2$ );

**Rh** =  $A/P$  = raio hidráulico (m);

**P** = perímetro molhado (m);

**n** = coeficiente de rugosidade de Manning;

**S** = declividade (m/m).

Através da vazão de projeto, do coeficiente de *Manning* e das especificações do fabricante, escolhem-se as calhas e as tubulações mais adequadas ao sistema.

#### **5.2.1.4 Coeficiente de *runoff***

Como na maioria das vezes a superfície de coleta fica a mercê do tempo, poluentes, animais e outros fatores, adota-se um coeficiente de descarte, correspondendo à quantidade de água da chuva que deve ser jogada fora e a esta é atribuída a função de lavagem do telhado ou semelhante. Posteriormente a isso se pode realizar a coleta pluvial com maior segurança.

O valor mais indicado para este coeficiente é de 0,8, representando que 20% da água deve ser descartada, proporcionando a limpeza da superfície de coleta, e 80% pode ser aproveitada e armazenada. A esta porcentagem se dá o nome de coeficiente de *runoff*.

#### **5.2.1.5 Armazenagem**

Para o dimensionamento volumétrico do recipiente de armazenagem utiliza-se o método de Rippl. Este método consiste num estudo como “diagrama de massas”, garantindo assim o abastecimento de água necessário ao consumo, mesmo em períodos de seca. Existem duas vertentes de realização desta metodologia: a analítica e a gráfica.

##### **• Método analítico**

Esta metodologia é realizada com a construção de uma tabela contendo as oito colunas descritas a seguir e, analisando-se os valores obtidos.

- Coluna 1: É o período de 1 ano, compreendendo linhas de janeiro a dezembro;
- Coluna 2: Chuvas médias mensais em milímetros da localidade em questão;
- Coluna 3: Consumo mensal de água para finalidades não potáveis, em metros cúbicos;
- Coluna 4: A projeção horizontal da área de captação pluvial, em metros quadrados;

- Coluna 5: Volumes disponíveis de água de chuva mensalmente, em metros cúbicos. Os valores desta coluna são obtidos multiplicando-se os valores da coluna 2, da coluna 4 e do coeficiente de *runoff* (0,8), por fim divide-se o resultado por 1000;
- Coluna 6: Esta coluna expressa a diferença entre o volume de consumo e o volume captado com as chuvas mensais, em metros cúbicos. É calculada pela subtração da coluna 3 pela 5; os resultados negativos indicam excesso de água captada, enquanto os positivos indicam que há falta ou redução;
- Coluna 7: Esta coluna representa a soma acumulada dos valores positivos da coluna 6, assumindo o reservatório cheio e descartando os valores negativos; e
- Coluna 8: Esta coluna é preenchida com E (água escoando pelo ladrão), D (nível de água baixando) e S (Nível de água subindo), representando apenas um indicativo.

Deste modo, consegue-se dimensionar o volume do reservatório de acordo com o valor máximo acumulado, obtido na coluna 7, como demonstrado na Figura 11.

Figura 11: Demonstrativo de tabela pelo método analítico de Rippl

Meses	Chuva média mensal	Demanda constante mensal	Área da captação	Volume de chuva mensal	Diferença entre os volumes da demanda – vol. de chuva Col.3 – col. 5	Diferença acumulada da coluna 6 dos valores positivos	Obs.
	(mm)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8
Janeiro	272	8	100	22	-14		E
Fevereiro	243	8	100	19	-11		E
Março	223	8	100	18	-10		E
Abril	89	8	100	7	1	1	D
Maio	92	8	100	7	1	2	D
Junho	47	8	100	4	4	6	D
Julho	40	8	100	3	5	11	D
Agosto	30	8	100	2	6	16	D
Setembro	82	8	100	7	1	<b>18</b>	<b>D</b>
Outubro	121	8	100	10	-2	16	S
Novembro	114	8	100	9,0	-1,0	15	S
Dezembro	216	8	100	17	-9	6	S
<b>Total</b>	<b>1569</b>	<b>96 m<sup>3</sup>/ano</b>		<b>126 ≥ 96 m<sup>3</sup>/ano</b>			

**E: água escoando pelo extravasor D: nível de água baixando S: nível de água subindo**

Fonte: (TOMAZ, 2005)

- **Método gráfico**

Nesta metodologia, através do consumo acumulado e do volume pluvial acumulado captado mês a mês, realiza-se a confecção de um gráfico. A abcissa representa os meses de janeiro a dezembro e a ordenada representa os volumes acumulados.

Com o gráfico montado percebe-se que o consumo mensal, por ser geralmente constante, é representado por uma reta crescente; deve-se então traçar paralelas a ela, do ponto mais baixo e mais alto da curva acumulada de captação pluvial, e a distância vertical entre as duas paralelas corresponde ao volume necessário do reservatório.

### 5.2.1.5 Bombeamento

Dependendo da situação e alocação do reservatório, uma bomba para elevação da água coletada a outro reservatório pode ser necessária. Nestes casos é recomendado seguir os dados do produto garantidos pelo fornecedor e se estudar a perda de carga proveniente da tubulação por onde ocorrerá a elevação, garantindo assim, a funcionalidade deste processo.

### 5.2.2 Recomendações

Para um melhor funcionamento do sistema de coleta, armazenagem e uso pluvial, uma série de técnicas e tecnologias podem ser aplicadas, dentre estas, as mais importantes são as que seguem.

- Reservatório de autolimpeza: O primeiro escoamento pluvial sobre um telhado é responsável por levar em seu *runoff* a poeira, fezes de pássaros e animais, folhas e detritos, e a primeira parte dessa água, a que leva toda esta sujeira, recebe o nome de *First Flush* (TOMAZ, 2009). Porém, diferentemente do coeficiente de *runoff*, este método prevê o descarte de 2 mm de precipitação, correspondente aproximadamente aos primeiros 10 min da chuva. Assim, um reservatório de autolimpeza para estes 2 mm pode ser projetado, evitando-se perdas de água desnecessárias.
- Filtro volumétrico: Filtro separador dos detritos carregados no *runoff*, separando a água da chuva que se deseja coletar do particulado grosseiro. Seu funcionamento por gravidade e peneiramento proporciona uma autolimpeza do sistema e limpeza contínua da água. Em seu processo existe a perda de aproximadamente 5% da água, excluída juntamente com os resíduos sólidos.

- Cloração: Para um maior controle microbiológico, pode-se realizar a adição de cloro ao sistema, prevenindo assim a proliferação de colônias de algas e bactérias.
- Tubulação distinta: Com o uso de um sistema de coleta, armazenagem e uso de água pluvial, novas tubulações devem ser instaladas, servindo a demanda do consumo desta água. Porém, esta nova tubulação não deve ser confundida com a já existente de água potável, devendo, portanto, haver uma distinção entre as duas, geralmente indicada por cores distintas no encanamento.

### **5.2.3 Manutenção**

Para a garantia do funcionamento do sistema pluvial, tanto mecânico como biológico, devem ser realizadas averiguações periódicas quanto a sua estanqueidade física e quanto ao acúmulo de sedimentos em seus reservatórios.

Os reservatórios, ou o reservatório de limpeza, caso esteja sendo usado, acumulam lodo no fundo, proveniente de partículas finas que passaram pelo *first flush* (início do *runoff*) e filtro. Este lodo deve ser retirado, efetuando periodicamente, ou quando constatado sua presença, limpeza dos reservatórios. Este procedimento é muito importante, pois evita a procriação de microorganismos na água do reservatório.

Também é importante a limpeza periódica, ou quando se constatar necessário, do filtro, mantendo sua funcionalidade, evitando entupimentos e prevenindo a procriação de colônias de algas e bactérias em seu interior.

### **5.2.4 Economia**

Com o uso deste sistema alcança-se uma economia de em média 38% (SILVA; SOUSA; CARVALHO, 2015), representando queda no valor do consumo de água mensal e colaborando com o balanço hídrico dos mananciais.

## **5.3 Composteira e minhocário**

A composteira é composta por um recipiente planejado para a ocorrência do processo de compostagem. Este equipamento pode ser comprado ou confeccionado no local desejado. Sugere-se possuir um minhocário (criação de minhocas), pois as minhocas melhoram a qualidade e eficiência do processo de compostagem.

### **5.3.1 Metodologia de dimensionamento**

A compostagem é formada por três fases principais: a fase de fermentação, de bioestabilização e de humidificação.

#### **5.3.1.1 Fase de fermentação**

O processo de compostagem atinge temperaturas de até 70 °C, resultante do processo de decomposição microbiológica da mistura orgânica. Este processo é chamado de fase ativa de degradação ou de bioestabilização, acontecendo por fermentação do material e tendo tempo de duração em torno de 60 a 70 dias (WANGEN, 2010).

Nesta etapa, devido às altas temperaturas, é necessário um controle tanto de temperatura como de umidade, garantindo assim o melhor funcionamento do processo.

#### **5.3.1.2 Fase de bioestabilização**

Nesta fase existe uma grande atividade de bactérias e fungos, sua caracterização se dá pelo surgimento de filamentos ramificados na mistura, atinge temperaturas que variam entre 35 °C e 45 °C (WANGEN, 2010).

#### **5.3.1.3 Fase de humidificação**

Caracteriza-se pela aparição de protozoários, nematóides, vermes e insetos, e corresponde à fase final do processo, a fase de cura (WANGEN, 2010).

### **5.3.2 Recomendações**

Durante todo o processo de compostagem é necessário o controle da temperatura da massa. Para esse controle sugere-se o uso de um termômetro digital, que deve alcançar o interior da massa a uma altura média. A temperatura medida deve estar sempre no intervalo de 35°C a 70 °C, caso esteja fora desse intervalo uma ação corretiva é necessária, como o revolvimento do material (TEIXEIRA *et al.*, 2004). Se no início do processo a temperatura da massa permanecer muito baixa, é sinal de falta de material propício ao desenvolvimento dos

microrganismos, falta de ar na mistura ou material muito fino e compactado (SOUZA *et al.*, 2001).

Para que o processo ocorra de forma correta, é necessária a aeração da massa, a fim de garantir que a degradação ocorra por microrganismos aeróbicos. Caso a aeração seja deficiente, o processo ocorrerá por microrganismos anaeróbicos, o que resultará numa decomposição lenta, mal cheirosa e com atração de moscas e afins (WANGEN, 2010).

Os microrganismos decompositores precisam, além da aeração, de umidade para se desenvolverem e realizarem o processo de compostagem, no entanto, a umidade não deve ser em excesso e nem em falta, sendo que aproximadamente 55% de umidade é o ideal. Essa umidade é facilmente medida através da retirada de uma porção do material e, ao apertá-lo com as mãos, se escorrerem algumas gotas de água, a proporção está correta (WANGEN, 2010).

O processo todo dura em torno de 120 a 130 dias, no final o substrato deve possuir cor de terra e não ter mau cheiro (WANGEN, 2010).

### **5.3.3 Economia**

Com o uso de uma composteira e minhocario não se alcança uma economia direta a edificação, porém, através da aplicação desta técnica se diminui a quantidade de lixo disposto e este lixo se torna maioritariamente composto por componentes recicláveis, possibilitando assim uma melhora do meio através da reciclagem e dos processos.

## **5.4 Horta doméstica**

Com o aumento do uso de químicos e agrotóxicos (defensivos agrícolas) para o cultivo de vegetais, como parte da preocupação dos produtores com a aparência dos alimentos, deixou-se de lado o fator nutricional e a saúde dos consumidores.

A partir desta constatação, pode ser viável o plantio doméstico de alimentos, visto que, para produzir verduras e legumes capazes de alimentar duas pessoas mensalmente, um local ensolarado com 10 m<sup>2</sup> já é suficiente (MANUAL HORTA ORGÂNICA DOMÉSTICA, 2008).

#### **5.4.1 Metodologia de dimensionamento**

Para o melhor funcionamento de uma horta, os fatores a seguir devem ser seguidos.

- O local deve receber um mínimo de 5 horas de sol por dia;
- Os canteiros devem ser posicionados na direção norte a sul, a fim de se aproveitar o máximo de sol;
- Deve-se considerar a construção de um quebra vento ao sul da horta para evitar os ventos frios que prejudicam o plantio;
- Não se deve deixar os canteiros encharcados de água;
- Deve-se priorizar o uso da água da chuva para as regas; e
- Devem-se comprar mudas e sementes pertinentes à região onde se pretende construir a horta (Clima).

#### **5.4.2 Recomendações**

Na composteira podem ser colocadas as folhas secas e ervas daninhas retiradas da horta, também os restos de frutas e saladas, restos alimentícios, entre outros.

#### **5.4.3 Manutenção**

Para a manutenção nutritiva da horta deve-se usar uma composteira (descrita no item 5.3), na qual o trabalho de micro-organismos e minhocas transforma o material orgânico em húmus, material rico em nutrientes, que servirá de adubo para as plantas. Com o uso da composteira em uma residência, promove-se a sustentabilidade e produz-se adubo ao cultivo da horta doméstica.

#### **5.4.4 Economia**

Com a produção de hortifrutis é possível alcançar economia relativa à compra destes bens e, ainda, preservar a saúde dos consumidores, diminuindo o consumo de agrotóxicos.

## **5.5 Powerwall TESLA**

O Powerwall tem a capacidade de desempenhar três funções em uma edificação: carregamento no turno diário de menor tarifa, carregamento por painel fotovoltaico e eletricidade de reserva.

O Powerwall existe em dois modelos, um com 7kWh, custando 3000 dólares, e outro com 10kWh, custando 3500 dólares. Este sistema pode ser combinado com outros até um máximo de 90kWh. Nestes pacotes existem inclusos a bateria, o controle de carregamento, o líquido termal de controle de temperatura, mas não o inversor e nem os painéis solares, estes sendo adquiridos separadamente.

O sistema Powerwall é capaz de entregar continuamente 2kW e em picos 3,3kW, um inversor que aguente estes valores custa em média 1500 Dólares. Soma-se um total de 5000 Dólares para a compra do pacote completo, sem contar a instalação, pois a TESLA prescreve que o produto deve ser instalado por um eletricista qualificado.

### **5.5.1 Metodologia de dimensionamento**

Com a demanda da edificação conhecida, para a escolha do sistema de 7kWh ou 10kWh, é necessário o estudo da localidade da implementação, averiguando-se a insolação existente e, com isto se determinar a capacidade de funcionamento do sistema.

Além disso, se faz necessário a escolha de painéis solares e de um inversor, estes desempenhando importante função, em conjunto com a insolação da localidade da implementação.

Uma vez que estes fatores estejam definidos e a quantidade de energia elétrica que o sistema é capaz de suprir seja conhecida, é realizado o balanço com o consumo da residência, assim determinando qual o modo de funcionamento e qual sistema Powerwall será instalado.

### **5.5.2 Recomendações**

O posicionamento dos painéis solares fotovoltaicos devem facear a direção norte (para o hemisfério sul) e possuírem grau de inclinação correspondente à Latitude da região, deste modo, proporcionando a maior eficiência a seu funcionamento (SOLAR, 2016).

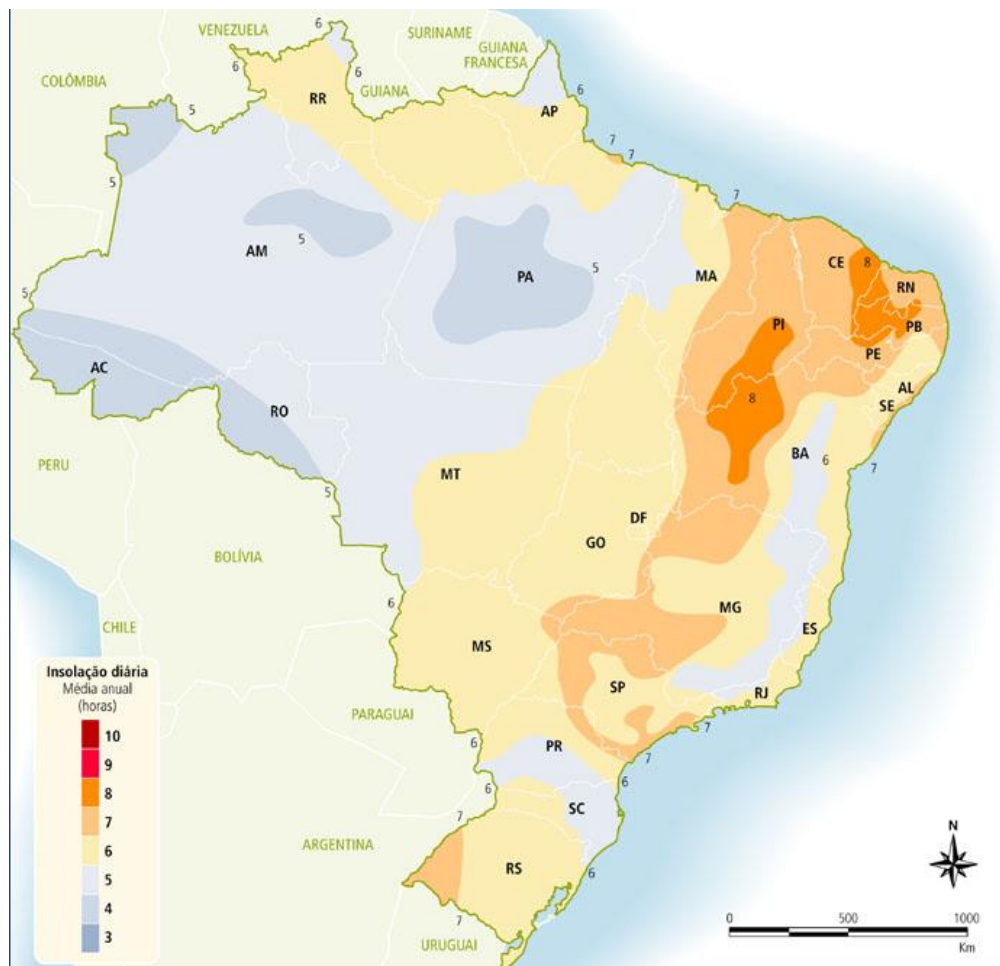
### 5.5.3 Manutenção

O sistema Powerwall tem garantia de 10 anos, recebendo suporte da própria empresa TESLA neste período.

### 5.5.4 Economia

Com o uso do sistema Powerwall é possível alcançar economia mensal de uso de eletricidade de até 100%, em alguns casos emancipando totalmente a edificação da rede de distribuição. A Figura 11 apresenta as regiões do país e a insolação respectiva a cada localidade.

Figura 12: Regiões de insolação no Brasil



Fonte: ([http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/energia\\_solar/3\\_2.htm](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/energia_solar/3_2.htm)).

## 5.6 Estante de luz

Esta tecnologia tem como função a reflexão da luz do Sol ao interior do edifício, projetando-a no teto e atingindo distancias maiores do que uma janela convencional, iluminando o ambiente com luz natural e poupando o consumo de eletricidade (BELTRAN *et al.*, 1994).

Ressalta-se que, segundo Beltran *et al.* (1994), esta tecnologia é capaz de iluminar ambientes com luz suficiente para as atividades convencionais de um escritório.

### 5.6.1 Metodologia de dimensionamento

Para o correto dimensionamento e instalação desta tecnologia, a estante deve ser alocada em altura superior a da altura de visão, deve possuir superfície superior refletiva (a cor branca é recomendada) e, preferivelmente, deve ser instalada no período de obra, a fim de evitar resíduos e desempenhar melhor sua função (HPTST, 2010; BELTRAN *et al.*, 1994).

### 5.6.2 Manutenção

Por se tratar de uma superfície horizontal, ocorre o acúmulo de pó e sujeira sobre a estante, assim, esta deve ser limpa regularmente, garantindo-se o melhor desempenho de sua função (HPTST, 2010).

### 5.6.3 Economia

Com o uso desta tecnologia poupa-se o uso de eletricidade para a iluminação e, deste modo, é possível se alcançar economias no consumo elétrico mensal de até 30% (HPTST, 2010).

## 5.7 Certificação LEED

O sistema LEED de qualificação disponibiliza 136 pontos possíveis para uma certificação, onde no mínimo são necessários 45 pontos para tal. Segundo a U.S. Green Building Council (USGBC, 2008), a pontuação disponível é distribuída em oito grandes áreas, sendo elas:

- Inovação e Processo de Projeto (*Innovation & Design Process*);

- Localização e Ligações (*Location & Linkages*);
- Espaços Sustentáveis (*Sustainable Sites*);
- Eficiência de Água (*Water Efficiency*);
- Energia e Atmosfera (*Energy & Atmosphere*);
- Materiais e Recursos (*Materials and Resources*);
- Qualidade Ambiental Interna (*Indoor Environmental Quality*); e
- Conscientização e Educação (*Awareness & Education*).

### 5.7.1 Metodologia de dimensionamento

As certificações são classificadas de acordo com a pontuação, sendo de 45 a 59 pontos o mínimo para uma certificação; de 60 a 74 pontos uma certificação prata; de 75 a 89 uma certificação ouro e de 90 a 136 a maior certificação possível, chamada de platina. Para cada área de avaliação é necessário que sejam cumpridos pelo menos uma pontuação mínima.

- A categoria de espaços sustentáveis, relacionada à minimização do impacto no ecossistema durante a implantação da edificação, bem como a redução do uso do carro e de ilhas de calor, dispõe de 8 pontos alcançados através dos pré-requisitos e mais 14 possíveis em forma de crédito opcional; é exigido no mínimo 5 pontos nessa categoria.
- A classificação da eficiência da água promove inovação no uso deste recurso como foco na redução do consumo de água potável. Não possui pré-requisito a ser obrigatoriamente cumprido, conta com três créditos totalizando 15 pontos com exigência de apenas três pontos nessa categoria.
- A eficiência energética é classificada na categoria Energia e Atmosfera, onde através de soluções simples e inovadoras, como utilização de sistemas eficientes, a melhora do uso energético se torna algo significativo. Avaliada num total de 38 pontos é a categoria de maior pontuação, portanto se torna a mais importante.
- A categoria Materiais e Recursos incentiva o uso de materiais de baixo impacto ambiental e reduz a geração de resíduos, além de promover o descarte consciente. É constituída de três pré-requisitos que somam um total de 16 pontos e, exige-se que se obtenha pelo menos dois pontos nessa categoria.
- A Qualidade Ambiental Interna é de essencial importância para ambientes com alta permanência de pessoas; tem foco na escolha de materiais com baixa emissão de compostos orgânicos voláteis; deve promover conforto térmico e priorizar espaços

com vista externa e iluminação natural. Dispõe de um total de 21 pontos através de duas categorias, a primeira exige pontuação mínima para obtenção do selo *Energy Star*. Não havendo obtenção do selo *Energy Star*, o usuário pode obter créditos através de pré-requisitos, como controle de gases de combustão, ventilação natural, exaustão local e também através de créditos opcionais.

- A categoria de Conscientização e Educação aborda a conscientização do proprietário e funcionários sobre as operações e manutenção das ferramentas que compõem a edificação.

No Brasil a forma de obtenção da certificação é feita através do GBC Brasil (Green Building Council Brasil). Em um primeiro momento escolhe-se a tipologia do projeto, realiza-se um registro através do *site* da USGBC<sup>1</sup> e envia-se os *templates* pelo LEED Online. Esse material é analisado pela empresa auditora e, caso tudo esteja correto, o projeto será positivado.

Uma vez que os pré-requisitos foram satisfeitos, pode-se passar à contagem dos créditos para determinar se o prédio receberá ou não a certificação e em qual categoria ele se encaixa.

O processo de avaliação dos créditos possui três etapas distintas:

- Um prédio referência é usado para estimar os impactos ambientais em 13 categorias associadas a um típico prédio que possua certificação LEED;
- A importância relativa dos impactos em cada categoria são colocadas de forma a refletir os valores baseado no sistema de créditos National Institute of Standards and Technology; e
- Informações que quantifiquem os impactos do prédio no cuidado do ambiente e da saúde humana são usadas para designar pontos para créditos individuais.

### 5.7.2 Recomendações

Deve-se recolher certa quantidade de informação do período mais recente de operações precedendo a data de aplicação para certificação. Tal período é denominado período de performance.

Para todos os itens referentes aos créditos do documento Sistema de Créditos LEED, deve-se obter dados que precedam no mínimo três meses a data de aplicação para certificação, entretanto existe uma exceção para a categoria Energia e Atmosfera, mais especificamente

---

<sup>1</sup> (<https://www.usgbc.org/leedonline.new/>)

para o pré-requisito 2 e para o crédito 1. Para estes dois pré-requisitos, deve-se possuir dados de pelo menos um ano anterior à postulação.

Para maior informação sobre os requerimentos dos períodos de performance, a certificação LEED recomenda o acesso ao seu "Reference Guide for Green Building Operations & Maintenance", o qual encontra-se no site da GBC Brasil.

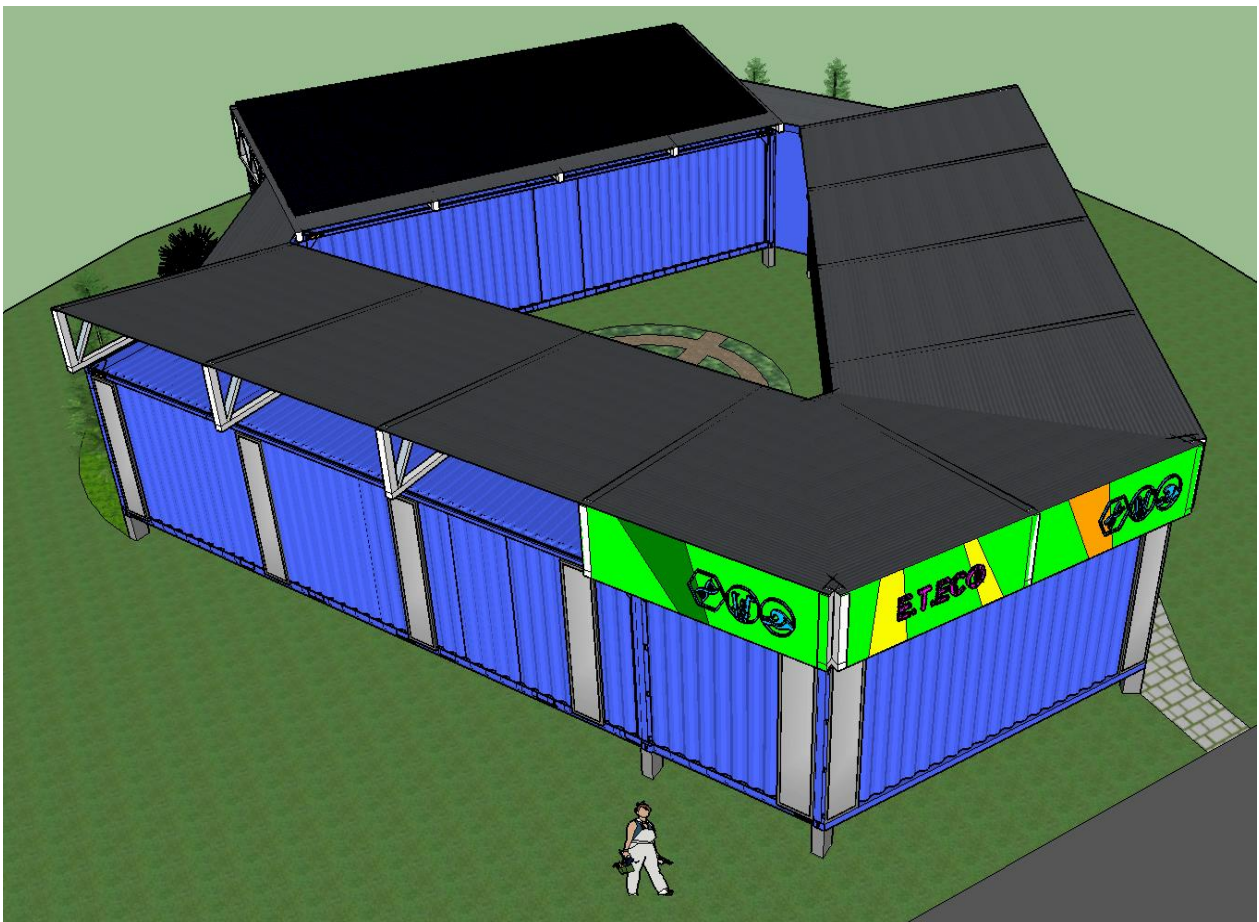
## 6 ESTUDO DE CASO

A edificação proposta foi idealizada com a intenção de fomentar a pesquisa no campus universitário da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá (FEG-UNESP), incentivando seus alunos ao desenvolvimento de técnicas e tecnologias em conjunto com empresas e representantes do mercado.

O edifício funcionará como um laboratório, recebendo as diversas pesquisas e possibilitando recursos à coleta de dados reais, através de sua infraestrutura e da possível instalação de equipamentos relevantes. Possibilitará também a realização de cursos, eventos, reuniões, extensões acadêmicas, entre outros, relativos à temática da eco eficiência e do ambiente construído.

Como se vê na Figura 13, esta é a arquitetura esperada para a edificação.

Figura 13: Perspectiva da edificação proposta



Fonte: Autor, 2016.

## 6.1 Vantagens para a FEG e seus departamentos

Vislumbra-se que a construção e manutenção desta edificação na FEG levará a linhas de pesquisa ligadas a situação atual do mundo, trazendo interesses externos para a faculdade e notoriedade para o campus.

Visa-se com esta proposta proporcionar situações de vida e pesquisa mais próximas das empresas e do mercado, trazendo grande experiência para os alunos da FEG, fora a possibilidade de criação de laços e projetos parceiros com empresas pertinentes.

Estima-se que uma vez concretizada a construção, a FEG, o DEC e departamentos associados, receberão nova visão por parte do público externo, elevando seu nome perante aos outros campus e universidades, auferindo maior concorrência para seus cursos e influência no mercado.

Enfatiza-se também que a edificação será realizada pela iniciativa privada ou atuação dos alunos, através de doações, auxílios diversos e atividades de aulas.

## 6.2 Possíveis pesquisas e produções acadêmicas iniciais

Num primeiro momento, acredita-se que as pesquisas e produções acadêmicas no campus da FEG podem ser focadas nas propostas que seguem.

- Construção modular (*Containers*);
- Sistema PARANS de iluminação;
- Sistema TESLA Powerwall de energia elétrica;
- Certificação para edificações sustentáveis (LEED);
- Reaproveitamento e uso do lixo (Composteira e horta doméstica);
- Uso de água pluvial para finalidades não potáveis;
- Técnicas construtivas sustentáveis;
- Sistemas de vedação (*Dry wall, Steel Frame, etc*); e
- Sistemas de estanqueidade termo e acústica.

Além dessas, é possível mais uma infinidade de pesquisas, coletando dados reais, criando métodos e produtos.

### 6.3 Contato inicial com o mercado

Para a produção de trabalhos acadêmicos de melhor nível e com maior impacto sobre o mercado, ressalta-se a importância do trabalho em conjunto com empresas interessadas na área. Com isto indica-se uma lista de possíveis áreas de interesse para contatos iniciais:

- Softwares para projetos e dimensionamento;
- Construção civil;
- Otimização energética;
- Energia solar fotovoltaica;
- Iluminação por fibra ótica;
- Transportadora com containers;
- Fomentadoras universitárias;
- Incubadoras de empresas;
- Empresas com interesse na área;
- Distribuidoras;
- Hidráulica e tubulações;
- Centros de certificação;
- Construtoras; e
- Entre outras.

### 6.4 Empresa júnior Jovens Projetistas (JP)

Por ser uma empresa júnior focada na realização de projetos para edificações, ela será de grande ajuda na realização da proposta, não somente na realização de plantas e dimensionamentos, mas na continuidade do contato entre faculdade e mercado, mantendo a edificação e o trabalho com as empresas parceiras. Além disso, a JP tem a oportunidade de se responsabilizar por treinamentos de alunos da FEG em plataformas de desenho técnico e no contato aluno-empresa.

### 6.5 Construção modular (*Containers*)

Para a construção da edificação serão usados seis *containers Dry High Cube* externos, compondo uma área construída de aproximadamente 180 m<sup>2</sup>, porém, além da área interna aos

*containers* ainda serão realizadas construções de interligação destes elementos, totalizando aproximadamente 25 m<sup>2</sup> de construção. Nestas três interligações serão utilizados os materiais retirados dos *containers*, resultantes dos cortes e retiradas de paredes internas, que serão aproveitados como matéria prima nesta etapa.

Com o preço do metro quadrado construído e acabado na faixa de 950,00 reais para *containers* (SOTELLO, 2012) e, com uma área a ser construída de aproximadamente 205 m<sup>2</sup>, resulta-se num total de 194.750,00 reais para a construção da edificação.

Em comparação com uma obra convencional de alvenaria, estimada em torno de 278.214,00 reais para a mesma área construída, encontra-se uma economia de aproximadamente 30% em obras em *containers*, favorecendo sua utilização.

Além da economia, sabe-se que a construção em *containers*, devido a sua praticidade, onde a estrutura e as vedações já estão praticamente prontas, culminam em um tempo de obra menor em comparação com a alvenaria convencional. No caso estudado, estima-se que a obra leve em torno de um mês (SOTELLO, 2012).

## **6.6 Captação, armazenagem e uso pluvial**

Com o movimento esperado na edificação, desde poucos integrantes até uma sala de aula de 30 alunos, e considerando o consumo médio por habitante na região Sudeste sendo de 187,9 l/hab.dia (SINS, 2014), pode-se estimar o volume de água médio consumido pela edificação a cada mês, representando um total de aproximadamente 54.000,00 l/mês.

Deste montante consumido mensalmente pela edificação, sabe-se que aproximadamente 15% se destinam a usos que não demandam potabilidade (SILVA; SOUSA; CARVALHO, 2015). Este valor sendo estimado por 12 horas de vivência na edificação com os usos de 29% em descargas sanitárias e 1% em rega da horta, gerar-se á uma demanda mensal a essas finalidades de 8.100,00 l/mês. Com estes dados, com as precipitações médias mensais de dados históricos da Nurma (IPT, 2015), com a sequência metodológica descrita neste trabalho e com uma superfície de coleta de chuva de 100 m<sup>2</sup>, se efetuou o dimensionamento do reservatório de armazenagem pluvial pelo método de Rippl, como está disposto na Tabela 1.

Tabela 1: Método analítico de Rippl

TABELA 1: Dimensionamento do reservatório pelo método analítico de Rippl							
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda constante mensal (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Volume de chuva mensal (m <sup>3</sup> )	Diferença entre demanda e chuva (m <sup>3</sup> )	Diferença acumulada positiva (m <sup>3</sup> )	Observação
Jan.	234	8,10	100	18,72	-10,62		E
Fev.	231	8,10	100	18,48	-10,38		E
Mar.	165	8,10	100	13,20	-5,10		E
Abr.	69	8,10	100	5,52	2,58	2,58	D
Mai.	51	8,10	100	4,08	4,02	6,60	D
Jun.	44	8,10	100	3,52	4,58	11,18	D
Jul.	35	8,10	100	2,80	5,30	16,48	D
Ago.	32	8,10	100	2,56	5,54	22,02	D
Set.	63	8,10	100	5,04	3,06	<b>25,08</b>	D
Out.	128	8,10	100	10,24	-2,14		S
Nov.	123	8,10	100	9,84	-1,74		S
Dez.	180	8,10	100	14,40	-6,30		S

Fonte: Autor, 2016.

Como observado na Tabela 1, o volume necessário ao reservatório é de 25,08 m<sup>3</sup>, atendendo assim a edificação e, com este volume, sendo capaz de armazenar e suprir água suficiente às demandas durante todo o ano, resguardando o uso potável a utilidades mais nobres.

Um reservatório de fibra de vidro com capacidade para 25 m<sup>3</sup> está na faixa de preço de 12.700 reais (LEROY MERLIN, 2016); um reservatório menor, de 500 l para prover o uso diário do telhado da edificação, está por volta de 170 reais (LEROY MERLIN, 2016). Somando-se a estes o custo de uma bomba e instalações prediais, encontra-se um valor próximo de 20.000 reais.

Segundo as tarifas da SABESP (2016), antes da implementação do sistema de captação, armazenagem e uso pluvial, a conta de água e esgoto ficaria em 139,60 reais, já com a implementação o valor ficaria em 103,66 reais, gerando uma economia mensal de 35,94 reais, acarretando em um ano a quantia de 431,28 reais poupados.

É possível perceber que a implementação deste sistema não se paga em tempo hábil, necessitando de aproximadamente 47 anos para o retorno do investimento realizado. Contudo, a utilização do sistema se mostra viável perante o impacto ambiental, poupando água potável e preservando mananciais, faltando então, uma política de incentivo eficiente a sua difusão no meio urbano ou o barateamento da solução.

### **6.7 Composteira e minhocário**

A composteira e o minhocário serão alocados na parte central da edificação, alimentada com os restos e lixos orgânicos gerados na cantina e nos departamentos do campus da FEG, deste modo poupando a disposição desses resíduos a coleta pública que, provavelmente, teria sua destinação final a um aterro sanitário.

Além deste ponto positivo, esta aplicação gera o substrato necessário a uma enriquecimento do solo, possibilitando um bom cultivo na horta proposta.

### **6.8 Horta doméstica**

A horta será construída em forma de triângulo, na área central da edificação, protegida de ventos, chuvas fortes, entre outros; deste modo, aliado com o substrato fornecido pela compostagem, será capaz de produzir com eficiência os hortifrutis cultivados.

### **6.9 Powerwall TESLA**

O sistema de armazenagem possui uma entrega e recebimento DC - DC com 92% de eficiência; um inversor de boa procedência possui em média 95%; fica-se então com um sistema de 87% de eficiência, resultando numa entrega de eletricidade de 8,5kWh AC com um Powerwall de 10kWh.

Sabe-se que a média do consumo elétrico brasileiro em residências é de 152,2kWh/mês, sendo que o maior consumo ocorre na região Sul do Brasil, atingindo 273,1kWh/mês (FEDRIGO *et al.*, 2009). Com estes valores encontramos que o Powerpack consegue disponibilizar 255 kWh/mês, mais do que suficientes para atender a média do país, porém seriam necessárias duas unidades em uma residência de consumo elevado da região Sul.

Contudo, na edificação estimam-se usos referentes a eletroeletrônicos, ar condicionado e iluminação, somando uma porcentagem de 32% em comparação ao total utilizado

diariamente (FEDRIGO *et al.* 2009). Mas, com o uso da edificação por 12 horas diárias, esta porcentagem cai para 24%, resultando numa demanda próxima a de uma residência com consumo médio no Brasil.

O valor do investimento nesse sistema seria de aproximadamente 6000,00 dólares, o que segundo o Dólar Hoje (16/11/2015) giraria em torno de 22860,00 reais.

Com base na tarifa da ANAEEEL (04/07/2015), estando em 0,43611 R\$/kWh, encontra-se uma conta média em torno de 70,00 reais para uma residência brasileira. Com esta economia ao final do ano consegue-se poupar um total de 840,00 Reais. É possível, assim, observar que o investimento em um Powerwall TESLA se paga em torno de 27 anos, assumindo o consumo máximo produzido pelo sistema (255kWh/mês); alcança-se uma economia anual de 1334,49 reais, assim o produto se paga em torno de 18 anos.

Deste modo pode-se concluir que o investimento em um Powerpack TESLA tem um retorno viável.

#### **6.10 Estante de luz**

Conforme apresentou NOGUERA (2011), o consumo de energia elétrica para iluminação varia de 9% a 13%. Com o sistema de estantes de luz esse valor sofreria uma redução todo mês, atingindo uma quantidade média de 3,00 reais mensais e 36,00 reais anuais em uma residência brasileira.

Além desta economia, as estantes de luz compactuariam com a redução do consumo fornecido pelo TESLA Powerwall e, assim, a quantidade excedente de eletricidade poderia ser enviada a rede de distribuição, proporcionando descontos nas contas de luz do campus da FEG.

#### **6.11 Certificação LEED**

Encontra-se que para a certificação LEED deve-se esperar um prazo de testes, o alvará da banca julgadora, e então, com a pontuação final atribuída, alocar o patamar da certificação. Temos no Brasil a Casa E - BASF, possuindo grande semelhança com o edifício proposto neste estudo, então, como ela, estima-se que a edificação proposta neste caso receberia uma certificação LEED no patamar OURO.

## 7 CONCLUSÕES

Através desta proposta espera-se alcançar um novo leque de possibilidades a FEG – UNESP, com pesquisas e produções acadêmicas, através de artigos e produções que elevem o nome da FEG, despertando o interesse de alunos e professores a produção de trabalhos acadêmicos com temática eco eficiente e, juntamente com empresas, afetando e influenciando o mercado.

Foram apresentadas neste TFG diversas possibilidades de melhora em uma edificação, dentre as exploradas aqui se destacam as que seguem, como inovadoras e com grande potencial de impacto positivo nas técnicas e tecnologias do ambiente construído.

- Construção com containers: Possibilitando uma construção mais econômica, limpa e rápida, utilizando-se de material que antes seria descartado.
- Coleta, armazenagem e uso de água pluvial: Com o uso de água pluvial para finalidades não potáveis é possível economizar cerca de 38% do total de água utilizado, porém, pelo preço de instalação do sistema esta opção não é muito interessante monetariamente. Apesar disso, para o meio ambiente, poupando a retirada de água de mananciais e a reservando para finalidades mais nobres, passa a ser interessante, devendo então ter seu uso e instalação incentivados por políticas públicas do governo.
- Composteira e minhocário: Com a compostagem consegue-se utilizar o resíduo orgânico gerado, dando um destino melhor a ele e proporcionando o cultivo de uma horta com o substrato gerado. Pode-se alcançar também um cenário onde a maioria do resíduo disposto é reciclável, desestimulando o uso de aterros como o principal destino de descarte.
- Horta doméstica: Com o cultivo de uma horta é possível se produzir hortifrúteis de boa procedência e sem agrotóxicos, compactuando com o meio ambiente e com a saúde no meio urbano.
- TESLA Powerwall: Com o sistema Powerwall é possível alcançar à emancipação da necessidade da rede de distribuição de eletricidade, tornando a edificação autônoma, proporcionando à alternativa de geração de energia elétrica pontual e desincentivando a construção de novas hidroelétricas no país.
- Estantes e luz: As estantes de luz tem capacidade de reafirmar o uso do sistema Powerwall, tornando mais interessante sua instalação. Além disso, esta aplicação é facilmente replicável e aplicável a edificações, devendo então ser utilizada com maior

frequência para uma melhora no cenário de crise ambiental, proporcionando economia.

- Certificação LEED: Uma edificação agregando todas as técnicas e tecnologias, descritas anteriormente, poderia facilmente ser certificada com um selo LEED, tornando-se referência de eco eficiência no país e, mais do que isso, demonstrando como é possível quebrar paradigmas e desenvolver novas possibilidades para o que antes era destinado apenas a estadia.

Este trabalho demonstra então como é possível alcançar uma condição onde represamentos, desmatamentos para plantações, aterros sanitários a céu aberto, entre outros, não são tão necessários como se imaginava, podendo a cidade atingir melhor relação com os recursos necessários e com os resíduos gerados, como as técnicas e tecnologias analisadas neste trabalho demonstram. Necessária, então, é a consciência para se encontrar novos e melhores meios de se viver e construir.

## REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5.626: **Instalação predial de água fria**. Rio de Janeiro: [s. n.], 1998.

\_\_\_\_\_. NBR 5.674: **Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**. Rio de Janeiro: [s. n.], 2012.

\_\_\_\_\_. NBR 10.844: **Instalações prediais de águas pluviais**. São Paulo: [s. n.], 1989.

\_\_\_\_\_. NBR 14.037: **Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações — Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos**. Rio de Janeiro, 2011 Versão Corrigida: 2014.

\_\_\_\_\_. NBR 15.527: **água de chuva: aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos**. São Paulo: [s. n.], 2007.

\_\_\_\_\_. NBR 15.575: **Edificações Habitacionais – Desempenho**. Rio de Janeiro, 2013.

BELTRAN, L.O.; LEE, E.S.; PAPAMICHAEL, K.M.; SELKOWITZ, S.E. **The Design and Evaluation of Three Advanced Daylighting Systems: Light Shelves, Light Pipes and Skylights**. Solar 94, California, 10p. 1994.

COSTA, E.D.; MORAES, C. S. B. **Construção Civil e a Certificação Ambiental: Análise comparativa das certificações LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) e AQUA (Alta Qualidade Ambiental)**. In: XIV ENGEMA Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 2012, São Paulo/ SP. Anais. São Paulo: FEA/ USP - FGV, 2012.

GHISI, E. **Potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of Brazil**. Building and Environment, Florianópolis, v. 41, 7 p., 2006.

HIGH PERFORMANCE TECHNOLOGY STRATEGY TEMPLATES - HPTST. **Light Shelf**. Estados Unidos. TechNote, 2010. 7p.

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva**, 2015. Disponível em: <[http://www.ipt.br/noticia/905-passo\\_a\\_passo:\\_agua\\_de\\_chuva.htm](http://www.ipt.br/noticia/905-passo_a_passo:_agua_de_chuva.htm)> Acessado em 17/07/2016.

JAQUES, R.C. **Qualidade da água de chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações**. 2005. 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2005.

LEED. **LEED Certification**. Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br/etapa-certificacao.php>> Acessado em: 18/10/2015.

TORRES, C. **MANUAL HORTA ORGÂNICA DOMÉSTICA: Manual clube do jardim**. Ano 2008. Disponível em<<https://permacoletivo.files.wordpress.com/>>. Acesso em 29/05/2016.

MARTINS, A.; MARCHEZINI, J.; TAMARI, M.; MARTINS, P. **Sistema Cantareira e a crise de água em São Paulo: A falta de transparência no acesso a informação**. 2014. Disponível em: <<http://artigo19.org/blog/2014/12/11/relatorio-sistema-cantareira-e-a-crise-da-agua-em-sao-paulo-a-falta-de-transparencia-no-acesso-a-informacao/>> Acessado em 01/08/2016.

MÜLLER, M.; FREITAS, M.R. **Técnicas eco eficientes aplicadas em edificações**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. Anais de evento. Porto Alegre: ANTAC, 2016

NASCIMENTO FILHO, I.; MÜHLEN, C.; CARAMÃO, E.B. Estudo de compostos orgânicos em lixiviado de aterros sanitários por EFS e CG/EM. Quim, Porto Alegre, v. 24, No. 4, pág. 554-556, 2001.

NURMA - **Núcleo de Monitoramento Agroclimático**, ESALQ-USP <<http://www.leb.esalq.usp.br/bhbrasil/>>. Acesso em 17/10/2015.

OCCHI, T.; ROMANINI, A. **Reutilização de containers de armazenamento e transporte como espaços modulados na arquitetura**. 3ª SNCS, Passo Fundo, 9p. 2014.

OLIVEIRA FILHO, G.R. **A Crise da Água na Região Metropolitana de São Paulo em 2014 e a Ineficiente Gestão dos Recursos Hídricos**. CES REVISTA, Juiz de Fora, v. 29, n. 1. p. 5 -20 , jan./jul. 2015.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **A ONU e a população mundial**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/populacao-mundial/>. Acesso em: 14/10/2016.

PAULA, K. **Proposta de uso de containers para habitação de interesse social com enfoque nos desempenhos térmico e acústico**. 2015. 67 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2014.

PEREIRA NETO, J. T. **Conceitos Modernos de Compostagem**. Revista de Engenharia Sanitária, Rio de Janeiro v. 1, n. 1, p. 1-6, abr/jun 1989.

SALVARO, E. Et al. **Avaliação de cinco tipos de minicomposteiras para domicílios do bairro pinheirinho da cidade de Criciúma/SC**. Com Scientia, Curitiba, PR, v. 3, n. 3, 2007.

SANTOS, I. P. **Integração de Painéis Solares Fotovoltaicos em Edificações Residenciais e sua Contribuição em um Alimentador de Energia de Zona Urbana Mista**. 2009. f. Trabalho de Pós-Graduação (em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, 2009.

SCANAVACA JR., L. **Áreas Verdes como Subsídio ao Planejamento Urbano**. In: Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, 16., Uberlândia, Artigo Técnico. Uberlândia. 2012. p. 279-283. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em 10/06/2016.

SCHONARTH, J. P. **Contêiner vira opção estrutural para empresas**. Gazeta do povo, Londrina, 2013. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/economia/empreender-pme/conteudo.phtml?id=1411708>>. Acessado em: 19/10/2016.

SILVA C.M.; SOUSA V.; CARVALHO, N.V. **Evaluation of Rainwater Harvesting in Portugal: Application Tom Single-Family Residences**. Resources, Conservation and Recycling, v. 94, p. 21-34. 2015.

SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica**. Tese (doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SIQUEIRA CAMPOS, A. M. **Aproveitamento de água pluvial em edifícios residenciais multifamiliares na cidade de São Carlos**. 157 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - UFSCar, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento-SINS. **Diagnóstico dos serviços de água e esgoto – 2014**. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento ambiental. 2014. Disponível em: < [http://www.epsjv.fiocruz.br/upload/Diagnostico\\_AE2014.pdf](http://www.epsjv.fiocruz.br/upload/Diagnostico_AE2014.pdf)> Acessado em: 10/10/2016.

SOLAR.. Disponível em: <http://www.portalsolar.com.br/a- A melhor direção do painel solar fotovoltaico melhor-direcao-do-painel-solar-fotovoltaico.html> . Acessado em: 19/10/2016.

SOTELLO, L. **Vida nova para os contêineres**. Revista Beach&CO, Guarujá, 2012. Disponível em: <http://www.beachco.com.br/v2/porto/vida--nova--ipara--ios--contenineres.html>>. Acessado em: 19/10/2016.

SOUZA, F.A.; AQUINO, A.M.; RICCI, M.S.F.; FEIDEN, A. **Compostagem**. Seropédica: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, Boletim Técnico, nº 50, Agrobiologia, 11 p., 2001.

TEIXEIRA, L.B. et al. **Processo de compostagem, a partir de lixo orgânico urbano, em leira estática com ventilação natural**. Embrapa: Circular Técnica, Belém, v. 33, 8 p., 2004.

TESLA. **Powerwall**. Disponível em < <http://www.teslamotors.com/powerwall>>. Acessado em 13/10/2015.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva: Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. São Paulo: Editora Hermano & Bugelli, 180 p. 2003.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. 2009. Disponível em: <http://ftp-acd.puccampinas.edu.br/pub/professores/ceatec/lorenzino/Util/aguadechuva.pdf>>. Acesso em: 20/08/2016.

TUCCI, C.E.M.; HESPANHOL, I.; NETTO, O.M.C. **Gestão da Água no Brasil**. Brasília: Edições UNESCO, 2001. 191 p.

USGBC. **LEED Online**. 2008. Disponível em: < <https://www.usgbc.org/leedonline.new/>> Acessado em: 23/09/2016.

U.S. Green Building Council. **Leed for Homes: Reference Guide**. D.C.: U.S. Green Building Council, 1st ed. Washington, 2008.

USGS. United States Geological Survey. **How much water is there on, in, and above the Earth?**, 2016. Disponível em: <http://water.usgs.gov/edu/earthhowmuch.html>> Acessado em 02/08/2016.

WANGEN, E. et al. **Compostagem doméstica: alternativa de aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos**. Revista Brasileira de Agroecologia, Uberlândia, v. 5, n. 2, p. 81-88, 2010.